

Aspectos da educação ambiental crítica no ensino fundamental por meio de atividades de modelagem matemática

Daniana de Costa^{I, II}

Edilson Pontarolo^{III, IV}

<http://dx.doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.100i254.3918>

Resumo

Pesquisa sobre a prática da educação ambiental na disciplina de Matemática por meio da modelagem matemática. Apresenta e discute as implicações desse processo sob as perspectivas conservadora e crítica da educação ambiental e de aspectos teórico-metodológicos da modelagem matemática. A pesquisa foi realizada com quatro turmas do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública de São Lourenço do Oeste, Santa Catarina, Brasil. Os dados foram coletados via questionários semiestruturados, registros em diário de campo e entrevista de grupo focal, os quais foram submetidos à análise de conteúdo. Na percepção dos estudantes, a questão não é apenas de ordem natural, mas também socioambiental. Apesar dos registros de comportamentos relacionados a cuidado com a natureza, atitudes e conscientização, houve registros reflexivos e críticos sobre o meio ambiente. Os estudantes apresentaram melhor compreensão da realidade ambiental e da matemática por meio da modelagem matemática.

Palavras-chave: ensino de matemática; prática pedagógica; meio ambiente.

^I Escola Básica Municipal Irmã Cecília, São Lourenço do Oeste, Santa Catarina, Brasil. *E-mail:* <danianadecosta@yahoo.com.br>; <<https://orcid.org/0000-0002-8523-6156>>.

^{II} Mestre em Desenvolvimento Regional pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, Paraná, Brasil.

^{III} Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, Paraná, Brasil. *E-mail:* <epontarolo@utfpr.edu.br>; <https://orcid.org/0000-0002-6382-6403>.

^{IV} Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Abstract

Aspects of the critical environmental education in elementary education through mathematical modeling activities

This research deals with the implementation of environmental education in a Mathematics course-subject by using mathematical modeling. It presents and discusses the repercussions of this process according to the conservative and critical perspectives on environmental education and of the theoretical and methodological aspects of mathematical modeling. This research was conducted in four classes of the 9th-grade of an elementary public school in the city of São Lourenço do Oeste, Santa Catarina, Brazil. Data were collected through semi-structured surveys, notes on a field diary, and focal group interviews, all which was later submitted to content analysis. By the students' perception, the issue is not merely environmental, but rather socio-environmental. Even though it was recorded a behavior of diligence with nature, propriety and awareness, there has been also records of a reflective and critical demeanor regarding the environmental. Students have shown a better understanding of the environmental reality and a better understanding of mathematics through mathematical modeling.

Keywords: mathematics teaching; pedagogical practice; environment.

Resumen

Aspectos de la educación ambiental crítica en la educación básica por medio de actividades de modelamiento matemático

Este artículo investiga la práctica de la educación ambiental en la asignatura de matemática. Presenta y discute las implicaciones de este proceso bajo las perspectivas conservadora y crítica de la educación ambiental y de aspectos teórico-metodológicos del modelamiento matemático. La investigación fue realizada con cuatro clases del 9º año de la enseñanza básica de una escuela pública de São Lourenço do Oeste, Santa Catarina. Los datos fueron recolectados vía cuestionarios semiestructurados, registros en diario de campo y entrevista de grupo focal, los cuales fueron sometidos al análisis de contenido. En la percepción de los estudiantes, la cuestión no es solamente de orden natural, pero también socioambiental. A pesar de los registros de comportamientos relacionados a cuidado con la naturaleza, actitudes y concientización, hubo registros reflexivos y críticos acerca del medio ambiente. Los estudiantes presentaron mejor comprensión de la realidad ambiental y de la matemática por medio del modelamiento matemático.

Palabras clave: enseñanza de matemática, práctica pedagógica; medio ambiente.

Introdução

Loureiro (2012) compreende que não haveria necessidade do adjetivo “ambiental” se, no fazer educativo, fosse levado em conta o entendimento da vida e da natureza, o qual revela as dicotomias da modernidade capitalista e da ciência cartesiana, visto que toda educação ocorre dentro de um ambiente.

A educação ambiental está presente de forma massiva nas escolas brasileiras (Tozoni-Reis, 2012): os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) sugerem o tratamento da temática ambiental de modo transversal (Brasil. MEC. SEF, 1997), a Política Nacional de Educação Ambiental (Pnea) – Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 – determina que a educação ambiental esteja presente de modo articulado, contínuo e interdisciplinar em todas as modalidades de ensino formal e não formal (Brasil, 1999), e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) reafirmam e evidenciam a obrigatoriedade da educação ambiental na educação básica e no ensino superior (Brasil. CNE, 2012). Entretanto, pesquisas que sistematizam práticas educativas de educação ambiental nas escolas públicas do País têm indicado a dificuldade dos professores para inseri-la no contexto escolar.

No âmbito de pesquisas regionais realizadas em escolas públicas do sudoeste do Paraná (Sander, 2012; Saccol, 2012; Kus, 2012) e do noroeste de Santa Catarina (Avila, 2015), foi constatado que ainda é muito comum associar a temática ambiental apenas à geografia e às ciências. Apesar de seu ideal interdisciplinar, a educação ambiental vem sendo praticada esporadicamente por meio de projetos pontuais ou quase que exclusivamente em geografia e ciências, o que é significativo e também preocupante tendo em vista a necessidade de mudanças na relação homem-ambiente.

O artigo apresenta resultados de uma pesquisa de mestrado realizada com 79 estudantes do 9º ano do ensino fundamental em que foram investigadas as implicações da realização de atividades de modelagem matemática para a prática da educação ambiental na matemática.

Os dados da pesquisa foram obtidos mediante questionários semiestruturados, registros em diário de campo e entrevista de grupo focal, que foram abordados por meio da análise de conteúdo (Bardin, 2016), tendo em vista as concepções conservadora e crítica da educação ambiental e os aspectos teórico-metodológicos da modelagem matemática.

Metodologia

O *locus* da pesquisa de campo foi a Escola Básica Municipal Irmã Cecília, situada na zona urbana de São Lourenço do Oeste, Santa Catarina, e participaram 79 estudantes com idade entre 13 e 17 anos (Tabela 1), pertencentes a quatro turmas de 9º ano, das quais a pesquisadora foi também a docente de matemática.

Tabela 1 – Faixa etária dos estudantes participantes da pesquisa

Idade dos estudantes					
Idade (anos)	13	14	15	16	17
Percentual	1,3%	35%	46,2%	10%	7,5%

Fonte: Elaboração própria.

Entre os estudantes, 51,3% eram do sexo feminino e 48,7% do sexo masculino, sendo 77,5% brancos e 22,5% pardos. Somente 12,5% não nasceram em Santa Catarina (Tabela 2). Dos catarinenses, 66,3% eram lourencianos.

Tabela 2 – Local de nascimento dos participantes da pesquisa

Unidade Federativa de nascimento dos estudantes						
Estado	SC	PR	RS	SP	MG	MA
Percentual	87,5%	7,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%

Fonte: Elaboração própria.

Entre os estudantes, 97,5% residiam na zona urbana e 2,5% na zona rural. Seus pais trabalhavam em empresas alimentícias e moveleiras do município, como motoristas, pedreiros, microempresários, eletricitas, vendedores ou aposentados. As mães, como donas de casa, empregadas domésticas, bordadeiras, costureiras, microempresárias ou professoras. As ocupações estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4, com as ocorrências: trabalhador com registro (TR), não citou (NC), autônomo (A), aposentado (AP), agricultor/suínocultor (A/S), servidor público (SP), presidiário (P), do lar (DL).

Tabela 3 – Ocupação do pai dos participantes da pesquisa

Ocupação do pai							
Profissão	TR	NC	A	AP	A/S	SP	P
Percentual	40%	28,8%	20%	6,3%	2,5%	1,3%	1,3%

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4 – Ocupação da mãe dos participantes da pesquisa

Ocupação da mãe						
Profissão	TR	NC	A	DL	SP	AP
Percentual	33,8%	27,5%	16,3%	11,3%	10%	1,3%

Fonte: Elaboração própria.

A professora de matemática assumiu o papel de pesquisadora participante (Lüdke; André, 1986), e os estudantes tiveram encontros semanais nas aulas regulares de matemática no 3º e 4º bimestres de 2016.

Essa etapa da pesquisa começou depois da autorização da escola e da aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CAAE 57206916.7.0000.5547), mediante o Parecer nº 1.628.131, de 7 de julho de 2016. Subsequentemente, ocorreu o trâmite dos termos de consentimento do responsável e o assentimento dos adolescentes.

Inicialmente, foi aplicado um questionário semiestruturado individual aos participantes, com o intuito de diagnosticar o tratamento da educação ambiental no contexto em que eles estavam inseridos. Durante a pesquisa de campo, as observações foram registradas em diário e, ao final, foi aplicado novamente um questionário semiestruturado individual e foram realizadas entrevistas de grupo focal.

Para a análise dos dados, entre o conjunto de técnicas da análise de conteúdo (Bardin, 2016), foi utilizada a análise por categorias definidas a *posteriori*.

A relação homem-ambiente e a educação ambiental no contexto escolar

Apesar do grande crescimento econômico gerado pelo desenvolvimento industrial, muito foi extraído da natureza sem a preocupação com os efeitos a longo prazo, pois os paradigmas que legitimaram o crescimento econômico baniram a natureza da esfera da produção. Além disso, para Guimarães, R. (2001), quando são levados em conta a modernidade e o meio ambiente, as tensões existentes resultam do protagonismo crescente do ser humano e da progressiva centralidade que ele assume.

Outrossim, à medida que os efeitos adversos do processo de desenvolvimento industrial capitalista foram se agravando e ganhando espaço nas ciências e nos meios de comunicação de massa, o homem direcionou o pensamento para as questões ambientais (Raynaut, 2006). Em vista disso, a Primeira Conferência Mundial do Meio Ambiente Humano, realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em Estocolmo em 1972, permitiu ampliar as discussões sobre a problemática ambiental e apontar a educação como estratégia para o uso mais equilibrado dos recursos naturais (Tozoni-Reis, 2008).

Na Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, realizada em Tbilisi no ano de 1977, foram reiterados os princípios estabelecidos em Estocolmo, foi reforçada a função estratégica da educação ambiental e foram formuladas estratégias em nível nacional e internacional, adotadas em todo o mundo até hoje (Grün, 1996). Na Conferência Rio-92, foi reafirmada a interdisciplinaridade da educação ambiental, visando à sua reorientação para o desenvolvimento sustentável, o fornecimento de informações sobre o meio ambiente, a formação e a conscientização da

população sobre os problemas ambientais e a promoção da formação de professores na área da educação ambiental (Machado; Velasco; Amim, 2006).

No contexto escolar brasileiro, a educação ambiental foi introduzida no período de 1970 a 1980 por meio das ciências naturais, que tiveram a incumbência de desenvolver os conceitos biofísicos e, em menor escala, pela geografia por discutir as inter-relações homem-natureza. Houve propostas de criação de uma disciplina específica para o tratamento das questões ambientais, porém foram descartadas pelo fato de contrariarem os princípios multi, inter e transdisciplinar da educação ambiental (Valdanha Neto; Kawasaki, 2013).

Segundo Pires (2012), a educação ambiental foi estabelecida no País em meio à ditadura militar e sob pressões internacionais, portanto, foi tratada de forma secundária até a década de 1990. Após esse período, devido às mobilizações provocadas pela Rio-92 e ao alcance global adquirido pelas questões ambientais, foram criados documentos e desenvolvidas ações importantes pelo governo federal concernentes ao assunto.

No ensino fundamental, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), publicados em 1997, se constituíram o principal referencial sobre a educação ambiental e prescrevem o tratamento do meio ambiente de modo transversal às disciplinas (Bernardes; Prieto, 2010). Porém, de acordo com Bomfim *et al.* (2013), os PCN não oferecem elementos concretos para a aplicação da temática às diferentes áreas do conhecimento, não apontam possibilidades de como trabalhá-la, não demonstram as interfaces da educação ambiental com as disciplinas, não apresentam situações concretas de ação, não indicam e nem orientam atividades pedagógicas e culturais que impliquem mudanças efetivas no ambiente.

Com o intuito de criar ferramentas jurídicas para possibilitar o avanço da educação ambiental, em 27 de abril de 1999, foi instituída a Lei nº 9.795 (Lei de Educação Ambiental) que estabeleceu a Política Nacional de Educação Ambiental (Pnea) para tratar da prática da educação ambiental e dar orientações legais para sua inserção no currículo escolar (Valdanha Neto; Kawasaki, 2013). De acordo com a lei, a educação ambiental deve estar presente de maneira articulada, contínua e com viés interdisciplinar em todos os níveis e modalidades de ensino formal e não formal (Brasil, 1999).

Com o objetivo de potencializar o proposto pela Pnea e regulamentar a prática da educação ambiental nas escolas, foram estabelecidas as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental (DCNEA), em junho de 2012 (Valdanha Neto; Kawasaki, 2013), para reafirmar a relevância e a obrigatoriedade da educação ambiental na educação básica e superior, além de evidenciar o seu enfoque interdisciplinar. Os objetivos contidos nesse documento são abrangentes e estão voltados para uma educação que valoriza o desenvolvimento do senso crítico em relação ao ambiente, pois relacionam aspectos socioambientais e cidadania, evidenciando o caráter democrático que deve estar presente nas práticas de educação ambiental (Adams, 2012).

Apesar das controvérsias e contradições contidas nesses documentos, eles são importantes para o reconhecimento social da educação ambiental. Contudo, ainda há certo distanciamento de uma prática efetiva de educação ambiental em todos os níveis de ensino e há falta de clareza político-pedagógica quanto às práticas desenvolvidas (Souza, 2014).

Concepções de educação ambiental

Enquanto campo teórico, a educação ambiental ainda está em construção (Teixeira; Tozoni-Reis, 2013). Além disso, não há consenso no que diz respeito aos seus fundamentos teóricos, existindo uma multiplicidade de concepções, filosofias, orientações e termos para caracterizá-la. Por conseguinte, educadores ambientais se pautam em diferentes fundamentações teóricas que definem diferentes práticas de educação ambiental (Tozoni-Reis, 2008).

Guimarães, M. (2004) e Loureiro (2012) estabelecem apenas duas grandes tendências em educação ambiental: a conservadora e a crítica, enquanto Layrargues e Lima (2011) apresentam a tríade constituída pelas vertentes conservadora, pragmática e crítica, pois entendem que tais concepções acompanham três momentos históricos influenciados por mudanças no campo econômico (Faria; Cristóvão, 2015).

A perspectiva conservadora possui aspectos relacionados com alterações de comportamento perante a natureza, está voltada para a sensibilização ambiental, é centrada na ação e visa à transmissão de conhecimentos ecológicos. Ela sustenta uma relação desintegrada entre sociedade e natureza, baseada na dominação da primeira sobre a segunda, não supera o cientificismo cartesiano e o antropocentrismo, estando fundamentada em uma visão fragmentada da realidade com dificuldade em pensar a totalidade complexa. A transmissão do conhecimento correto fará com que o indivíduo compreenda a problemática ambiental; então, seu comportamento e a sociedade se transformarão, a teoria se sobreporá à prática, o conhecimento será desvinculado da realidade e o local, descontextualizado do global (Guimarães, M., 2004; Teixeira; Tozoni-Reis; Talamoni, 2011).

A perspectiva pragmática de educação ambiental está relacionada com as correntes da educação que tratam de desenvolvimento e consumo sustentáveis, as quais expressam o ecologismo de mercado decorrente da hegemonia neoliberal instituída mundialmente na década de 1980 e, no Brasil, no governo Collor de Mello na década de 1990. Sua ideologia visa corrigir a "imperfeição" do sistema produtivo calcado no consumismo, na obsolescência planejada e nos descartáveis. O meio ambiente é concebido como uma coleção de recursos naturais, à parte dos componentes humanos, a qual não favorece a reflexão para a compreensão das causas e consequências dos problemas ambientais devido à crença na neutralidade da ciência e da tecnologia. Por outra parte, ela tem despontado como sendo hegemônica na atualidade devido aos valores do contexto neoliberal que favorecem a sua ascensão e ao ajustamento aos interesses do mercado (Layrargues; Lima, 2011).

Tal perspectiva é considerada como derivada da vertente conservadora, porém adaptada ao novo contexto social, econômico e tecnológico, mas sem articulação com a desigualdade social. As vertentes conservadora e pragmática são comportamentalistas e individualistas; contudo, a conservadora é mais ingênua e delineada por grupos das ciências naturais que não fizeram uma reflexão social ou sociológica sobre a questão ambiental ou, ainda, que acreditavam que não seria conveniente misturar política com ecologia (Layrargues; Lima, 2011).

A perspectiva crítica de educação ambiental, também denominada como emancipatória ou transformadora, visa subsidiar uma leitura de mundo mais complexa e instrumentalizada para contribuir com a transformação da realidade socioambiental. As ações pedagógicas intencionam superar a mera transmissão de conhecimentos ecologicamente corretos e ações de sensibilização por meio da criação de um ambiente crítico que vise ao desenvolvimento do senso crítico em relação a essa problemática (Guimarães, M., 2004). "Isto implica fomentar o pensamento crítico, reflexivo e propositivo face às condutas automatizadas, próprias do pragmatismo e do utilitarismo da sociedade atual." (Leff, 2001, p. 250). Além disso, ela se distingue de outras abordagens, que, embora estejam além da transmissão de conhecimentos e da sensibilização, acabam interpretando os processos sociais por meio da ecologia, biologizando o que é histórico-social, ignorando assim a função social da atividade educativa (Tozoni-Reis, 2012).

Guimarães, M. (2006) observa que, apesar da quantidade de práticas de educação ambiental desenvolvidas em contextos formais e não formais ser crescente, em contrapartida, cresce em proporção muito maior a degradação ambiental do planeta. Não obstante, no âmbito escolar, as práticas educativas em educação ambiental reproduzem uma realidade determinada por uma racionalidade hegemônica, visto que tais práticas, fragilizadas pelo fato de não existir uma reflexão sobre o processo educativo e sobre a educação ambiental em uma perspectiva crítica, objetivam ações e resoluções de problemas ambientais pontuais levando a entender que o processo educativo não visa ao enfrentamento sócio-histórico do problema (Teixeira; Tozoni-Reis; Talamoni, 2011). Assim, o professor acaba caindo em uma "armadilha paradigmática" (Guimarães, M., 2006, p. 27), pois reproduz uma prática de educação ambiental reforçada pela racionalidade hegemônica, manifestando inconscientemente uma compreensão limitada da problemática ambiental, que pode ser compreendida como uma estrutura de pensamento que inconscientemente comanda os discursos, conduzindo o pensamento e a ação de acordo com algo preestabelecido, ou seja, consolidado por uma visão de mundo (Guimarães, M., 2006).

A educação ambiental e o ensino de matemática

O meio ambiente se revela como um campo privilegiado para o processo educativo, e a matemática pode ser considerada como um instrumento para compreender e modificar a realidade; então, há muito para ser descoberto e explorado pelo fato de a temática ambiental se constituir como um vasto campo de aplicações da matemática, principalmente no que tange à modelagem (Ferreira, 2003).

Na literatura, há diversas definições para modelagem, pois existem várias formas de produzi-la (Biembengut; Hein, 2011). Barbosa (2001) compreende a modelagem como um ambiente de aprendizagem "no qual os

alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações provenientes de outras disciplinas ou do dia a dia” (Santana; Barbosa, 2012, p. 993). A modelagem, como ambiente de aprendizagem, possui uma dimensão que leva ao conhecimento reflexivo, “possibilitando ao indivíduo ‘enxergar-se’ em seu contexto social” (Almeida; Silva; Vertuan, 2012, p. 32).

Barbosa (2001) convencionou classificar o uso da modelagem em três casos, a fim de flexibilizá-la na escola. No caso 1, o professor apresenta a situação-problema com os dados já coletados e cabe aos estudantes o processo de resolução. No caso 2, o professor apresenta a situação-problema e cabe aos estudantes a coleta de dados e o processo de resolução. No caso 3, os estudantes formulam a situação-problema, a partir de temas não matemáticos, coletam dados e procedem à resolução.

Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 12) tratam de atividades de modelagem e as descrevem por meio de

uma situação inicial (problemática), de uma situação final desejada (que representa uma solução para a situação inicial) e de um conjunto de procedimentos e conceitos necessários para passar da situação inicial para a situação final.

Os procedimentos para chegar à situação final são a inteiração, momento em que o estudante entra em contato com a situação-problema de maneira direta ou indireta por meio da coleta de dados; a matematização, processo em que ocorre a transformação da situação-problema da linguagem natural para a linguagem matemática; e a resolução, ou seja, a construção do modelo matemático; a interpretação de resultados e a validação, quando são analisadas as respostas obtidas para o problema em diferentes contextos.

Conforme Caldeira (1998, p. 23), há uma interação entre a matemática e a educação ambiental, de tal maneira que junto ao trabalho didático, que se dá por meio da percepção da realidade valendo-se da matemática, há também um ensaio de visão política que consiste em “fazer com que os alunos percebam que a realidade social não é só deles, mas também de todos”.

Nesta pesquisa foram desenvolvidas atividades sob a ótica de ambiente de aprendizagem (Barbosa, 2001), valendo-se dos procedimentos propostos por Almeida, Silva e Vertuan (2012) para balizar a construção dos modelos matemáticos. Assim foi necessário oferecer condições para que os estudantes se sentissem convidados a atuar (Barbosa, 2004).

Em um primeiro momento, os estudantes foram convidados a observar e fotografar o ambiente externo e interno da escola por meio da atividade “leitura do ambiente”. O objetivo foi que os estudantes representassem por meio de registros fotográficos a sua compreensão de meio ambiente.

As atividades de modelagem realizadas com os estudantes estão apresentadas sucintamente na Tabela 5.

Tabela 5 – Atividades de modelagem desenvolvidas na pesquisa de campo

Caso	Tema	Conteúdo Matemático	Fonte de Coleta de dados/ modelo matemático
1	Destruição da floresta amazônica	Noção de função	A história das coisas ⁽¹⁾ $y=2000.x$.
1	Destruição da floresta amazônica	Gráfico da função	$y=2000.x$ ancorado pelo ambiente interativo NetLogo ⁽²⁾ .
1	Produção de RSU no Brasil	Função afim, gráfico e diagrama de flechas	Brasil gera lixo como primeiro mundo, mas o tratamento ainda é de nação subdesenvolvida (Rmai, 2016) $y=1,06.x$.
1	Consumo de energia elétrica	Função do tipo $y=a.x+b$	Fatura residencial de energia elétrica $y = 0,535466 . x + \text{Cosip}^{(3)}$, se $0 \leq x \leq 150$, $y = 0,635111 . x + 80,32 + \text{Cosip}$, se $x > 150$.
1	Consumo de energia elétrica	$y=a.x+b$	Modelo 4 ancorado por simulações interativas NetLogo.
2	Consumo de água	$y=a.x+b$	Fatura residencial de água $y=35,89$ $0 \leq x \leq 10m^3$ $y=35,89+6,58.x$ $11m^3 \leq x \leq 25m^3$ $y=127,97+9,23.x$ $26m^3 \leq x \leq 50m^3$ $y=349,44+11,06.x$ $x \geq 51m^3$.
3	Coleta de RSU para reciclagem	$y=a.x+b$	Modelos diversos. Visita a uma coletora de materiais para reciclagem.
1	Coleta de RSU no município	Tratamento da Informação (Estatística)	Relatório da coleta de RSU do município. Tabela de frequência absoluta e relativa, gráfico de colunas e de setores.
2	Tratamento de RSU nas residências dos estudantes	Tratamento da Informação	Separação e quantificação de RSU nas residências dos estudantes. Tabelas de frequência absoluta e relativa, gráficos de colunas e de setores.

Fonte: Elaboração própria.

⁽¹⁾ O documentário *A história das coisas* foi lançado em 2007 pela ambientalista norte-americana Annie Leonard e trata da exploração dos recursos naturais para o abastecimento da indústria (produção) e o consumo/descarte exagerado de bens materiais.

⁽²⁾ Recurso educacional aberto que pertence à categoria de simulações didáticas, as quais foram programadas empregando-se o ambiente NetLogo (Wilensky, 1999).

⁽³⁾ Cosip significa Custeio de Serviço de Iluminação Pública.

Resultados e discussões

Esta seção apresenta as principais unidades temáticas e categorias que apresentaram maiores percentuais no processo de análise de conteúdo (Bardin, 2016). Para o questionário inicial (QI), houve 79 respondentes e para o questionário final (QF), 75. Foram selecionadas 116 unidades de registro do diário de campo (DC) e 140 unidades de registro das entrevistas de grupo focal (GF).

Por meio do QI, objetivou-se coletar informações sobre a compreensão de meio ambiente dos participantes da pesquisa, em quais disciplinas eles já haviam estudado o tema, se o tema poderia ser tratado na matemática, se já haviam participado de projetos que o envolviam e sobre a relevância da temática e a percepção de problemas ambientais locais.

As questões do QF se referem ao meio ambiente: a compreensão dos estudantes, a relevância da temática na matemática, o que aprenderam em relação ao assunto e em quais disciplinas poderia ser estudado o tema. Também foi questionada a metodologia utilizada nas aulas de matemática: se os alunos gostaram de tratar da temática ambiental nas aulas, se a temática facilitou ou despertou o gosto pela disciplina, além de questões sobre a utilização da matemática em situações reais e sobre a contribuição das atividades para a reflexão acerca dos problemas ambientais.

O roteiro do GF priorizou tratar da relação homem-natureza, da percepção de meio ambiente e da necessidade ou não de uma visão interdisciplinar para abordar o meio ambiente.

O DC foi utilizado para registrar fatos que ocorreram durante o desenvolvimento das atividades, como, por exemplo, as dificuldades encontradas pelos estudantes, as dúvidas, os debates e as reflexões que foram surgindo no decorrer da pesquisa de campo.

Categorias concernentes à educação ambiental

Este trabalho fundamenta-se no mapeamento realizado por Guimarães, M. (2004); assim, os dados obtidos foram analisados sob as perspectivas conservadora e crítica da educação ambiental, assumindo que as macrotendências citadas caracterizam apenas variações na materialização das duas vertentes.

Quanto à unidade temática "Compreensão de meio ambiente dos participantes da pesquisa" no QI, as categorias *elementos da natureza* (36,7%), por exemplo, plantas, rios, animais, e *elementos da natureza e entorno* (27,8%), "tudo o que nos rodeia" (Estudante 1, E1) obtiveram maiores percentuais. Ainda nessa unidade temática, no DC, seguem *elementos da natureza* (5,2%) e, no GF, *homem integrado ao ambiente* (5%). Quanto ao QF, predominaram *entorno e o ser humano* (76%) e *elementos da natureza* (16%), "lugar onde vivemos, tudo o que se vê" (E2). No QI, as categorias que apresentaram percentuais menores estavam relacionadas a comportamentos sobre cuidados com a natureza, recursos naturais,

compreensão do ambiente como bem precioso e categoria não elucidativa, assim denominada para as respostas dos estudantes que afirmaram não entender muito sobre o assunto. De modo semelhante, no QF, as categorias que apresentaram percentuais menores foram a não elucidativa e a relacionada a comportamentos ecologicamente corretos com a natureza.

Os dados mostram que, após a realização das atividades, a compreensão de meio ambiente dos estudantes não esteve apenas voltada para os elementos da natureza, pois eles consideraram os aspectos socioambientais, e o ser humano passou a ser visto como integrante do ambiente: “é tudo o que age ao redor da gente, então a gente participa do meio ambiente” (E3); “condição de vida” (E4), o que sugere que o meio ambiente passou a ser compreendido pelos estudantes, em sua totalidade, sob uma perspectiva globalizante, sem dissociar natureza e sociedade, conforme a perspectiva crítica de educação ambiental (Guimarães, M., 2006).

Sobre o “Tratamento da temática ambiental nas disciplinas” que compõem o currículo escolar dos anos finais do ensino fundamental, no QI, houve destaque para *ciências, geografia, ciências e geografia* (49,4%) e *ciências e outra disciplina, geografia e outra disciplina* (34,2%), percentuais que se justificam porque o tema meio ambiente está inserido nos conteúdos dessas disciplinas. A matemática foi pouco citada, o que permite inferir que nessa disciplina a temática ambiental ainda está pouco presente. No GF, prevaleceu o *tratamento constante da temática ambiental* (2,9%). No QF, prevaleceram (i) 40% para *todas/quase todas as disciplinas*: “Todas, porque é um dos temas mais importantes e deve ser discutido constantemente” (E4); (ii) 20% para *ciências e/ou geografia*: “Em ciências, porque tem quase tudo o que é estudado na natureza” (E5); e (iii) 17,4% para *uma disciplina*: “Em uma, matemática, para calcular qual é o preço que iremos pagar no futuro pelo estrago de hoje” (E6). No QI, as categorias com percentuais menores foram *língua portuguesa, quase todas ou nenhuma disciplina*. No QF, mencionaram *língua portuguesa e matemática, ciências/geografia e outra disciplina ou nenhuma disciplina*.

Diante do exposto, as atividades realizadas contribuíram para despertar os estudantes quanto à necessidade do tratamento da questão ambiental não apenas em algumas disciplinas, visto que o meio ambiente requer uma abordagem multi e transdisciplinar, que vai além da lógica do ensino formal, organizada em disciplinas.

As unidades temáticas a seguir emergiram do QI. No tocante à “Participação em projetos sobre o meio ambiente”, 51,9% se concentraram na categoria *nunca participou*, seguida de *projeto promovido por uma ou mais disciplinas* (26,6%). Nos demais registros foram citados projetos de iniciativa privada e atividades pontuais. No que se refere ao “Tratamento da temática ambiental na escola”, houve predomínio de *para o cuidado e conscientização* (59,5%), com ênfase em comportamentos, conforme preconizado pelo PCN, seguido de *para melhor compreensão do assunto* (27,8%), “para se manter informado sobre aquilo que nos rodeia e saber como lidar para não destruí-lo” (E7), segundo aspectos da perspectiva conservadora da educação ambiental (Guimarães, M., 2004). Os demais

registros estiveram relacionados à necessidade do tratamento da temática ou mencionaram que isso não é importante.

Sobre o "Cuidado com o meio ambiente", 70,8% dos registros remetem à *responsabilidade coletiva*, dando ênfase para comportamentos: "Devemos pensar mais em coisas sustentáveis, que gerem menos poluição, para que possamos ter um futuro. Tarefas simples como não jogar lixo na rua ou reciclar já ajudam muito" (E8), seguida de *atitudes* (20,3%): "Cuidar para não jogar o lixo na rua" (E9), em que foram citados cuidados e comportamentos relacionados ao ambiente. Para as demais categorias, os entrevistados citaram a *responsabilidade individual*: "Depende de cada um fazer a sua parte" (E10), ou disseram que não sabiam responder.

As próximas três unidades temáticas surgiram do QF. Sobre a "Importância do tratamento da temática ambiental na matemática", houve destaque para a categoria *contribui para o ensino e a aprendizagem da matemática* (34,8%), pois as aulas foram diferentes, facilitaram a aprendizagem da disciplina, sendo que essas aulas foram de educação ambiental. A categoria *não é pertinente tratar do meio ambiente na matemática* agrupou 29,3% e foi mencionado que o assunto não tem relação com matemática, que nessa disciplina deve ser estudado somente o conteúdo matemático, que a temática ambiental poderia ser tratada em outra disciplina, que já sabiam o suficiente sobre o assunto ou porque não consideram a temática interessante: "não tem tanto a ver com matemática e sim com geografia, talvez" (E11).

A categoria *para promover a reflexão e conscientização* (17,3%) "nos auxiliou e fez a gente pensar nas consequências que causamos quando vemos os valores nos gráficos" (E12). O aluno também destacou que é necessário desenvolver reflexões para que se chegue à conscientização frente à necessidade do cuidado com o ambiente. Portanto, conforme os registros, as atividades relacionadas com os problemas ambientais conduzem à reflexão e, por conseguinte, ao cuidado com o ambiente devido aos valores numéricos envolvidos nas situações-problema. Essa categoria está alinhada com o proposto pela educação ambiental crítica, cuja perspectiva de educação visa à promoção da reflexão e não apenas à recepção de conhecimentos ou mudanças de comportamentos frente à natureza (Teixeira; Tozoni-Reis; Talamoni, 2011). Os demais alunos justificaram que a temática precisa de tratamento multidisciplinar, apontaram para a necessidade de maior conhecimento sobre o assunto, e que este é importante, ou não justificaram a resposta.

Sobre as "Implicações do tratamento da temática ambiental na matemática", 36% estão atrelados à categoria *comportamentos relacionados ao cuidado com o ambiente*, os quais estão voltados para a preservação e a valorização do ambiente, mostrando que o foco em mudanças de comportamentos ainda está bastante arraigado nos estudantes: "Que temos que cuidar cada dia mais e reduzir o lixo." (E12). A categoria *clareza da magnitude dos problemas ambientais devido à quantificação* apresentou 34,7%: "Olhamos para o meio ambiente e só sabemos que o prejudicamos muito, agora temos cálculos, resultados, coisas concretas do que fazemos

ao ambiente.” (E13). Outros citaram aspectos relacionados à modelagem, à compreensão de meio ambiente, aos conteúdos matemáticos ou atestaram pouca coisa ou nada além do que já sabiam.

No que tange às “Contribuições do tratamento da temática ambiental”, 53,3% referem-se à categoria *indicaram mudanças na percepção quanto à problemática ambiental e/ou fez refletir*, cujos registros mencionam mudanças de pensamento a respeito do assunto, melhor compreensão e a importância de a temática ser considerada com mais seriedade; também apontaram para a reflexão, conforme a perspectiva crítica de educação ambiental: “Ajudou a refletir, nos trouxe problemas que nem imaginávamos que existia” (E14), “Contribuíram por meio de pesquisas que me deixaram curiosa e surpreendida ao ver que as pessoas produzem muito lixo” (E15) ou disseram que fazia tempo que o assunto não era abordado em sala de aula. Os registros em que os pesquisados não souberam responder ou não entenderam a questão compuseram a categoria *não elucidativo*, 14,7%; e 12% citaram a categoria *informações sobre a temática ambiental*: “Me fez ter mais conhecimento e não jogar lixo, como papel de bala, por exemplo” (E16). Para as demais categorias, afirmaram que elas facilitaram a compreensão da matemática ou que pouco contribuíram. A categoria *implicações das ações humanas no ambiente* apresentou 17,2% (DC) e 12,9% (GF). Para reflexões das ações humanas no ambiente, o total foi de 8,6% para ambos os instrumentos de coleta de dados.

Categorias concernentes à modelagem matemática

As unidades temáticas apresentadas foram extraídas do QF. Sobre a “Contribuição das atividades frente aos problemas ambientais”, para a categoria *propiciaram a reflexão e/ou debate*, 58% responderam que as atividades os ajudaram a pensar sobre os problemas ambientais: “Debatemos sobre as dificuldades com o meio ambiente, pensamos mais, fizemos vários gráficos com os dados que tínhamos” (E17). Na categoria *alertaram para os cuidados com o ambiente*, 29% ressaltaram aspectos da destruição do ambiente, da falta de recursos naturais no futuro, das implicações para a saúde, da qualidade de vida e apresentaram diferentes opiniões. O restante pertence à categoria *não provocaram interesse e/ou não há relação entre matemática e meio ambiente*.

No tocante ao “Gosto pela temática ambiental na matemática”, a categoria *implicações positivas para o processo ensino e aprendizagem* (56%) indicou que os estudantes aprenderam matemática de modo diferente do que estavam acostumados, mais dinâmico e inovador, conforme (Barbosa, 2001). Em contrapartida, na categoria *confuso ou estranho* (25%), afirmaram não gostar da temática ambiental, alegando que o fato de a temática ambiental ter sido tratada em todas as atividades ficou repetitivo, que tratar desta temática é desnecessário ou que não aprenderam a “verdadeira matemática” (E18). Para a categoria *a temática ambiental conduziu ao debate e a reflexão/conscientização* (18%), responderam: “Porque nos fez refletir sobre o que estamos fazendo com ele.” (E19).

Sobre o "Ensino da matemática e meio ambiente", 66,7% disseram que *despertou a atenção e o interesse pela matemática* porque os conteúdos foram relacionados com coisas simples de entender: "apresentou maneiras simples e práticas de resolver questões onde o tema abordado já era de nosso conhecimento" (E20). Contudo, 30,7% responderam que *dificultou a compreensão da matemática* e disseram ser um tanto difícil "entender meio ambiente nos conteúdos matemáticos" (E21). Outros afirmaram que o conteúdo matemático não ficou claro ou que não perceberam a diferença. Ao considerar o DC, o *interesse e gosto pelas atividades e a dificuldade quanto ao conteúdo matemático*, ambas apresentaram 7,8%. Quanto ao GF, 12,9% se referem a *melhor compreensão da matemática e reflexão sobre o meio ambiente* e 7,1% *dificultou a aprendizagem da matemática*.

Em relação às "Situações reais na matemática", 57% pertencem à *percepção da matemática em situações reais*, pois relataram ter percebido a matemática tanto em um problema pequeno quanto em um maior, portanto ela é essencial, "é muito mais do que eu imaginava" (E22); e *não elucidativo* recebeu 22,7% dos estudantes que não souberam responder ou não compreenderam a questão. Outros afirmaram que não aprenderam tanta matemática quanto gostariam ou citaram aspectos da temática ambiental.

No que tange à "aprendizagem da matemática e as atividades realizadas", 42,7% responderam que *tornaram as aulas mais prazerosas*, pois as atividades ficaram mais interessantes, despertaram o gosto pelo conteúdo, pois houve maior aprendizagem e incentivou o estudante: "chama mais atenção dos alunos, a aula não fica tão cansativa" (E23). Em contrapartida, *diminuíram o interesse e/ou dificultaram a aprendizagem* recebeu 29,3% e *despertaram o gosto pela matemática* recebeu 20%. Outros participantes mencionaram que facilitou a compreensão da matemática, e os demais registros constituíram a categoria *não elucidativa*.

Considerações finais

O objetivo do artigo foi apresentar e discutir as implicações da prática da educação ambiental na disciplina de Matemática em turmas do 9º ano do ensino fundamental à luz das perspectivas conservadora e crítica da educação ambiental e de aspectos teórico-metodológicos da modelagem matemática.

Antes da realização das atividades, foi constatado que a compreensão de meio ambiente dos participantes evidenciava os elementos naturais em detrimento dos aspectos socioambientais, indicando uma aproximação com a compreensão naturalista de meio ambiente, o que estabelece uma relação de poder que destaca e centraliza o ser humano em relação ao ambiente.

Os registros obtidos após a realização das atividades indicaram que a compreensão de meio ambiente dos estudantes não priorizou apenas os elementos da natureza, mas também os aspectos socioambientais, o que remete a uma compreensão muito próxima da compreensão globalizante de meio ambiente. Porém, chama a atenção o fato de que parte dos estudantes

colocam o problema ambiental como quase sempre sendo um problema do outro.

No tocante ao tratamento da temática ambiental no contexto escolar, embora uma quantidade expressiva de estudantes tenha afirmado que a temática necessita ser tratada com mais frequência e por mais disciplinas do currículo escolar dos anos finais do ensino fundamental, conforme sugerido pela Política Nacional de Educação Ambiental (Pnea) e pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (Dcnea), em uma quantidade expressiva de registros, foram mencionadas as ciências e a geografia como suficientes para o tratamento da questão ambiental.

No tocante à educação ambiental, antes da prática pedagógica, foram observadas características da perspectiva conservadora em vários registros referentes a comportamentos voltados para o cuidado com a natureza e a conscientização, o que também está presente nas políticas educacionais concernentes à educação ambiental, principalmente nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Ainda sobre a educação ambiental, depois das práticas pedagógicas, os estudantes afirmaram que houve mudança no modo de pensar, e as atividades conduziram à reflexão e propiciaram maior clareza frente à problemática ambiental, o que corrobora aspectos da perspectiva crítica da educação ambiental. Apesar disso, houve uma quantidade significativa de registros com menção a comportamentos em relação ao ambiente. Embora não desejado, esse resultado era esperado depois de um único semestre de trabalho pedagógico com foco mais reflexivo e em uma única disciplina do currículo escolar. Em vista disso, ainda deve ser levada em conta a faixa etária e o grau de maturidade dos participantes da pesquisa.

Quanto à modelagem, ficou clara uma melhor compreensão da matemática, o despertar do interesse e da atenção dos estudantes, a percepção da matemática no cotidiano, a reflexão sobre os problemas ambientais e as aulas mais prazerosas.

Em contrapartida, foram observadas dificuldades na aprendizagem da matemática, o estranhamento dos estudantes quanto ao modo como as aulas foram conduzidas e a falta de clareza quanto ao conteúdo matemático. Assim alguns alunos afirmaram não ter aprendido tanta matemática quanto gostariam e que se sentiram desmotivados. Além disso, os registros mostraram que alguns deles são resistentes a mudanças.

Apesar de a professora pesquisadora ter se deparado com obstáculos para proceder com o processo de modelagem e ter apresentado dificuldade para problematizar de maneira crítica as situações tematizadas, é possível afirmar que foram identificadas diferenças em relação à compreensão de meio ambiente dos estudantes quanto a aspectos da relação homem-ambiente e foram evidenciados traços críticos da educação ambiental. Além disso, a modelagem foi promissora para esse fim, pois tornou as aulas mais dinâmicas, despertou o interesse dos estudantes pela matemática e trouxe clareza e reflexão quanto à problemática ambiental.

Diante dos resultados obtidos, é importante que o professor reflita sobre como tratar e inserir a educação ambiental em uma perspectiva crítica

na sua prática pedagógica, a fim de fomentar a reflexão e a criticidade de seus educandos em relação aos problemas do ambiente. Sobretudo, há de se pensar como tratar da problemática ambiental de modo mais frequente no contexto escolar, de tal modo que venha a romper as barreiras impostas pelas disciplinas que compõem o currículo escolar.

Referências

ADAMS, B. G. A importância da Lei 9.795/99 e das Diretrizes Curriculares Nacionais da educação ambiental para docentes. *Monografias Ambientais*, Santa Maria, v. 10, n. 10, p. 2148-2157, out./dez. 2012.

ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. *Modelagem matemática na educação básica*. São Paulo: Contexto, 2012.

AVILA, A. M. *Representações sociais sobre educação ambiental e objetivações em práticas pedagógicas no ensino fundamental*. 95 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

BARBOSA, J. C. Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. *Anais...* Caxambu: Anped, 2001. p. 1-30.

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática na sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. *Anais...* Recife: ENEM, 2004. p. 1-10.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

BERNARDES, M. B. J.; PRIETO, E. C. Educação ambiental: disciplina versus tema transversal. *Remea: Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, Porto Alegre, v. 24, n. 1, p. 173-185, jan./jun. 2010.

BIEMBENGUT, M.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Fundamental (SEF). *Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente*. Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. 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. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a educação ambiental. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 18 jun. 2012. Seção 1, p. 70.

BOMFIM, A. M. et al. Parâmetros curriculares nacionais: uma revisita aos temas transversais meio ambiente e saúde. *Trabalho, Educação e Saúde*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 27-52, jan./abr. 2013.

CALDEIRA, A. D. *Educação matemática e ambiental: um contexto de mudança*. 1998. 553 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

FARIA, J. S.; CRISTÓVÃO, E. C. Um olhar crítico sobre as tendências em educação ambiental frente à crise do capital. In: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 8., 2015, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: EPEA, 2015. p. 1-9.

FERREIRA, D. H. L. *O tratamento de questões ambientais através da modelagem matemática: um trabalho com alunos do ensino fundamental e médio*. 496 f. 2003. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

GRÜN, M. *Ética e educação ambiental: a conexão necessária*. 11. ed. Campinas: Papirus, 1996. (Coleção Magistério Formação e Trabalho Pedagógico).

GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). *Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 25-35.

GUIMARÃES, M. Armadilha paradigmática na educação ambiental. In: LOUREIRO, C. F. B. et al. (Org.). *Pensamento complexo, dialética e educação ambiental*. São Paulo: Cortez, 2006. p. 15-29.

GUIMARÃES, R. P. A ética da sustentabilidade e a formulação de políticas de desenvolvimento. In: VIANA, G.; SILVA, M.; DINIZ, N. (Orgs.). *O desafio da sustentabilidade: um debate socioambiental no Brasil*. São Paulo: Perseu Abramo, 2001. p. 43-71.

KUS, H. J. *Concepções de meio ambiente de professores de educação básica e práticas pedagógicas em educação ambiental*. 83 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2012.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. Mapeando as macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental contemporânea no Brasil. In: ENCONTRO "PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL" A PESQUISA

EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A PÓS-GRADUAÇÃO NO BRASIL, 6.,
2011, Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto: EPEA, 2011. p. 1-15.

LEFF, E. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Petrópolis: Vozes, 2001.

LOUREIRO, C. F. B. *Trajatória e fundamentos da educação ambiental*.
4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens
qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, R. F. O.; VELASCO, F. C. G.; AMIM, V. O encontro da
Política Nacional da Educação Ambiental com a Política Nacional do
Idoso. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 162-169, set./dez.
2006.

PIRES, M. M. Cartografando o sentido da educação ambiental.
In: TOFFOLO, G.; FRANCISCHETT, M. N. (Orgs.). *Educação ambiental na
perspectiva da pesquisa qualitativa*. Cascavel: Ed. da Unioeste, 2012. p.
263-286.

RAYNAUT, C. *Atrás das noções de meio ambiente e de desenvolvimento
sustentável: questionando algumas representações sociais*. Curitiba,
2006. Texto que subsidiou conferência realizada em Curitiba, no
Programa de Pós graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento -
MADE/UFPR em agosto de 2006. Disponível: <https://www.academia.edu/37197181/ATR%C3%81S_DAS_NO%C3%87%C3%95ES_DE_MEIO_AMBIENTE_E_DE_DESENVOLVIMENTO_SUSTENT%C3%81VEL_QUESTIONANDO_ALGUMAS_REPRESENTA%C3%87%C3%95ES_SOCIAIS> Acesso em: 31 jan. 2019.

REVISTA MEIO AMBIENTE INDUSTRIAL E SUSTENTABILIDADE
(RMAI). *Brasil gera lixo como primeiro mundo, mas o tratamento ainda é
de nação subdesenvolvida*. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://rmai.com.br/brasil-gera-lixo-como-primeiro-mundo-mas-o-tratamento-ainda-e-de-nacao-subdesenvolvida>>. Acesso em: 9 ago. 2016.

SACCOL, A. L. *Educação ambiental e representações sociais: um
estudo com professoras do ensino fundamental*. 88 f. 2012. Dissertação
(Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Pato Branco, 2012.

SANDER, L. *Representações sociais de professores(as) a respeito de meio
ambiente e suas práticas pedagógicas escolares em educação ambiental*.
86 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) –
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2012.

SANTANA, T. S.; BARBOSA, J. C. A intervenção do professor em um ambiente de modelagem matemática e a regulação da produção discursiva dos alunos. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 991-1020, jul./set. 2012.

SOUZA, D. C. *A educação ambiental crítica e sua construção na escola pública: compreendendo contradições pelos caminhos da formação de professores*. 354 f. 2014. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2014.

TEIXEIRA, L. A.; TOZONI-REIS, M. F. C. A educação ambiental e a formação de professores: pensando a inserção da educação ambiental na escola pública. In: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 7., 2013, Rio Claro. *Anais...* Rio Claro: EPEA, 2013. p. 1-16.

TEIXEIRA, L. A.; TOZONI-REIS, M. F. C.; TALAMONI, J. L. B. A teoria, a prática, o professor e a educação ambiental: algumas reflexões. *Olhar de Professor*, Ponta Grossa, v. 14, n. 2, p. 227-237, jan./jul. 2011.

TOZONI-REIS, M. F. C. *Educação ambiental: natureza, razão e história*. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

TOZONI-REIS, M. F. C. Educação ambiental na escola básica: reflexões sobre a prática dos professores. *Revista Contemporânea de Educação*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 14, p. 276-288, ago./dez. 2012.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. *Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná: Parecer nº 1.628.131, de 7 de julho de 2016*. Curitiba, 2016.

VALDANHA NETO, D. V.; KAWASAKI, C. S. “Meio ambiente” é um tema transversal nos documentos curriculares nacionais do ensino fundamental? *CAMINE: Caminhos da Educação*, Franca, v. 5, n. 1, p. 1-27, jan./jun. 2013.

WILENSKY, U. *NetLogo*. Evanston: Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, 1999. Disponível em: <<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>> Acesso em: 20 jan. 2017.

Recebido em 24 de maio de 2018.

Aprovado em 23 de novembro de 2018.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da licença Creative Commons do tipo BY-NC.