


**EDUCAÇÃO AMBIENTAL MEDIANTE A MODELAGEM MATEMÁTICA DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS PARA A SUPERACÃO DA CONSCIÊNCIA INGÊNUA**


**ENVIRONMENTAL EDUCATION THROUGH MATHEMATICAL MODELING OF  
SOLID WASTE TO OVERCOME NAIVE CONSCIOUSNESS**

**EDUCACIÓN AMBIENTAL MEDIANTE MODELADO MATEMÁTICO DE  
RESIDUOS SÓLIDOS PARA SUPERAR LA CONCIENCIA NAÍVE**

**Daniana de Costa**

 0000-0002-8523-6156

**Edilson Pontarolo**

 0000-0002-6382-6403

**Edival Sebastião Teixeira**

 0000-0002-0712-8109

**Resumo**

Este artigo relata prática de Educação Ambiental desenvolvida em turmas do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do oeste catarinense mediante atividades de Modelagem Matemática que abordaram o tratamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). A professora de Matemática dessas turmas atuou como pesquisadora e, no decorrer das aulas, os dados foram coletados mediante diário de campo, os participantes responderam questionários semiestruturados e participaram de um grupo focal. A primeira atividade de Modelagem Matemática empregou dados secundários obtidos na empresa de coleta de resíduos sólidos da cidade, cabendo aos estudantes a resolução de uma situação-problema proposta pela professora. Para a realização da segunda atividade, os estudantes coletaram dados primários acerca dos RSU em suas próprias residências. Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Conteúdo de Laurence Bardin. Conclui-se que as atividades permitiram o favorecimento de uma melhor compreensão da temática socioambiental integrada à aprendizagem conceitual da Matemática, o que pode colaborar para mudanças de percepções – quiçá outrora calcada em uma consciência ingênua sobre tal temática – e atitudes por parte dos estudantes no tocante ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Meio ambiente. Ensino de Matemática. Ensino Fundamental. Transversalidade. Interdisciplinaridade.

**Abstract**

This paper reports the practice of Environmental Education developed in 9th-grade of elementary school classes at a public school in west of Santa Catarina through Mathematical Modeling activities that addressed the treatment of Urban Solid Waste (USW). The Mathematics teacher of these classes acted as a researcher and, during the classes, data were collected through a field diary, the participants answered semi-structured questionnaires and participated in a focus group. The first Mathematical Modeling activity used secondary data obtained from the solid waste collection company in the city, and the students were responsible for solving a problem-situation proposed by the teacher. To carry out the second activity, students collected primary data about USW in their own homes. The data obtained were submitted to Content Analysis by Laurence Bardin. It is concluded that the activities allowed for the promotion of a better understanding of the socio-environmental theme integrated to the

conceptual learning of Mathematics, which can contribute to changes in perceptions - perhaps once based on a naive awareness of this theme - and attitudes on the part of students in the concerning the environment.

**Keywords:** Environment. Mathematics teaching. Elementary School. Transversality. Interdisciplinarity.

### **Resumen**

Este artículo reporta la práctica de Educación Ambiental desarrollada en las clases de 9º grado de la escuela primaria de una escuela pública del occidente de Santa Catarina a través de actividades de Modelización Matemática que abordaron el tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). La profesora de las Matemáticas de estos grupos actuó como investigadora y, durante las clases, los datos fueron recolectados a través de un diario de campo, los participantes respondieron cuestionarios semiestructurados y participaron en un grupo focal. La primera actividad de Modelización Matemática utilizó datos secundarios obtenidos de la empresa de recolección de residuos sólidos de la ciudad, y los estudiantes fueron los responsables de resolver una situación-problema propuesta por el docente. Para realizar la segunda actividad, los alumnos recopilaron datos primarios sobre los RSU en sus propios hogares. Los datos obtenidos fueron analizados de acuerdo con la Content Analysis por Laurence Bardin. Se concluye que las actividades permitieron promover una mejor comprensión de la temática socioambiental integrada al aprendizaje conceptual de las Matemáticas, que puede contribuir a cambios en las percepciones - quizás alguna vez fundamentadas en una conciencia ingenua de esta temática - y actitudes sobre la parte de los estudiantes en lo concerniente al medio ambiente.

**Palabras clave:** Medio ambiente. Enseñanza de matemáticas. Ciclo Básico de Secundaria. Transversalidad. Interdisciplinaria.

## **1 INTRODUÇÃO**

A problemática ambiental pela qual passa a sociedade atualmente possui raízes antigas e profundas compostas por elementos engendrados nos modos pelos quais o homem e a natureza vêm se relacionando desde muitos séculos. Decorrente de tal relação, a noção de natureza foi concebida como fonte inesgotável de recursos, constituindo-se como meio primordial para sustentar a riqueza da sociedade e capaz de fundamentar o modelo técnico-industrial em que a humanidade está inserida (SEGURA, 2001).

Neste sentido, e ainda com base na autora citada, é muito coeso afirmar que tal problemática esteja enveredada no desenvolvimento do capitalismo, no consequente aumento do consumo baseado em um crescente dispêndio de recursos naturais por um lado; e, por outro, pela geração crescente de resíduos potencialmente perigosos, que também são considerados como fatores que corroboraram e que ainda persistem para o agravamento desta situação. Ademais, Moran (2011) traz à tona a dicotomia moderna homem-natureza, que impera nas sociedades ocidentais, como provocadora da ilusão de que é possível controlar a natureza para os propósitos humanos inerentes ao capitalismo.

Outros aspectos que permeiam esta problemática são a busca desenfreada pelo desenvolvimento científico e tecnológico e a dominação dos países do Norte em relação aos do Sul, no âmbito econômico e social, os quais são considerados, inclusive, como fatores que

contribuíram para a crise ambiental que põe a humanidade diante de um desafio ambiental entrelaçado a questões éticas, filosóficas e políticas (PORTO-GONÇALVES, 2012). Trata-se, pois, de um problema que tem implicado reflexões no âmbito da própria ciência, em especial no tocante aos limites para a sobrevivência do planeta enquanto espaço adequado para a vida humana (RAYNAUT, 2006).

O modo de conceber a natureza apenas como fonte de recursos teve e vem causando impactos que colocam em risco a própria condição da Terra como ambiente capaz de abrigar as diversas formas de vida. Posto isto, sugere-se que, no campo educacional – em espaços formais e não formais – sejam propiciadas e fomentadas reflexões que prezem pela tentativa de ver o meio ambiente sob perspectivas que intentam a superação dessa visão que culminou na situação limite ora relatada.

O presente artigo, baseando-se nessas considerações, apresenta resultados de uma pesquisa de mestrado que teve por objetivo investigar implicações da prática da Educação Ambiental na disciplina de Matemática por meio da Modelagem Matemática na Educação Matemática. Para este artigo, especificamente, são apresentadas duas práticas pedagógicas: a primeira consiste na resolução de uma atividade de Modelagem Matemática proposta pela professora e que é desenvolvida a partir de dados secundários obtidos na empresa de coleta de resíduos sólidos da cidade. Na segunda prática, os estudantes coletaram dados primários acerca dos resíduos sólidos em suas próprias residências.

## **2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA INTERAÇÃO POSSÍVEL**

Desastres como a queda na produtividade agrícola na Europa e nos EUA em consequência da hiperexploração dos solos ainda no século XIX, as tragédias das guerras mundiais e as explosões atômicas em Hiroshima e Nagasaki suscitaram a ampliação da discussão sobre questões ambientais (CARSON, 2010). Diante desse contexto, a criação da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), em 1948, na França, propiciou a expansão da discussão da problemática ambiental, assegurando que tal assunto adquirisse “uma institucionalidade cada vez mais consolidada” (MORAES, 2005, p. 112).

Além disso, na década de 1950, começaram a se tornar públicas consequências da contaminação por mercúrio na Baía de Minamata, causada por uma indústria química japonesa, desde 1930. Na década seguinte, em 1962, veio à tona o impacto da publicação do livro Primavera Silenciosa, no qual Rachel Carson denunciou a contaminação das águas, dos

ares e dos solos por DDT (dichloro-diphenyl-trichloroethane) (CARSON, 2010), um pesticida que posteriormente foi largamente utilizado na Guerra do Vietnã pelos EUA.

Contudo, os debates que vinham ocorrendo desde fins da década de 1940 só se tornaram amplamente conhecidos após a realização da Primeira Conferência Mundial do Meio Ambiente Humano, organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) e realizada em Estocolmo em 1972. O relatório da conferência considera que a defesa e a melhoria do meio ambiente para as gerações presentes e futuras constituem um objetivo urgente da humanidade (ONU, 1972) e recomenda a implementação de programas de Educação Ambiental como uma das estratégias de combate à crise ambiental.

Em conformidade com Dornfeld (2019), a Educação Ambiental é uma expressão composta por um substantivo e um adjetivo que envolvem o campo da Educação e o do ambiente (Ambiental). O substantivo confere a essência do vocábulo Educação Ambiental, pois define os fazeres pedagógicos necessários a esta prática educativa, enquanto o adjetivo Ambiental anuncia o contexto desta prática, ou seja, o enquadramento motivador da ação pedagógica. Além disso, o adjetivo designa as características que qualificam a prática educativa diante da crise ambiental que o mundo vivencia.

Da conferência organizada pela ONU em 1972, ainda resultou a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), em 1973, cuja finalidade é coordenar esforços multilaterais em torno de um plano de ação mundial relacionado à gestão ambiental e a medidas de Educação Ambiental.

Por meio de tais acontecimentos, começaram a surgir os marcos legais da Educação Ambiental, definidos pelos países signatários da ONU. Na Conferência de 1975, em Belgrado, foi aprovada a proposição de que a meta desta educação consiste na formação de uma população mundial consciente e preocupada com o meio ambiente e com os problemas associados a ele, e que tenha conhecimento, aptidão, atitude, motivação e compromisso para trabalhar individual e coletivamente na busca de soluções para os problemas existentes e para a prevenção de novos (TOZONI-REIS, 2008).

De acordo com Grün (1996), no encontro de Belgrado foram definidos os princípios e as diretrizes básicas para um programa internacional de Educação Ambiental, com a finalidade de suscitar a adoção de uma nova ética global e ecológica na busca de soluções para os problemas ambientais, tais como fome, miséria, analfabetismo, exploração humana e degradação dos bens naturais.

Na Carta de Belgrado foram expressos os objetivos da Educação Ambiental, bem como a proposição de que esta educação seja um processo contínuo, permanente e de caráter

interdisciplinar (GRÜN, 1996; TOZONI-REIS, 2008). As conferências subsequentes, promovidas pela ONU, tais como as de Tbilisi em 1977, Moscou em 1987 e Rio de Janeiro em 1992 reafirmaram os compromissos e princípios traçados em Belgrado para a Educação Ambiental, dentre os quais a importância da ação interdisciplinar (GRÜN, 1996; BRASIL, 1997; MACHADO; VELASCO; AMIM, 2006; TOZONI-REIS, 2008; LEFF, 2010; PIRES, 2012). Além disso, na conferência do Rio de Janeiro (Rio-92) foi proposta uma reorientação para o desenvolvimento sustentável, conforme explicitado na chamada “Agenda 21”.

Os marcos legais da Educação Ambiental no Brasil foram desenvolvidos a partir de 1990 (PIRES, 2012). Em 1997, o Ministério da Educação publicou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os quais sugerem o tratamento das questões ambientais de modo transversal no Ensino Fundamental (BRASIL, 1997). No ano de 1999 foi aprovada a Lei Nº 9795, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) para o avanço da Educação Ambiental no contexto educacional. De acordo com esta 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). Em 2012 foram estabelecidas as Diretrizes Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) para reafirmar a relevância e a obrigatoriedade da Educação Ambiental na Educação Básica e Superior, além de evidenciar, novamente, o seu enfoque interdisciplinar (BRASIL, 2012).

Não obstante a ampla difusão da importância da Educação Ambiental no Brasil, sobretudo seu caráter interdisciplinar, diversos estudos têm apontado que a problemática ambiental tem sido desenvolvida por meio de projetos pontuais, sem continuidade, ou quase que exclusivamente por determinadas disciplinas. Tal constatação foi confirmada, por exemplo, na pesquisa de Avila (2015), realizada com professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental da Rede Municipal de São Lourenço do Oeste (SC). Segundo a autora, as ações relacionadas com a Educação Ambiental estão presentes em todas as escolas da Rede Municipal daquele município, porém se mostram insuficientes, pois acontecem de modo esporádico e com pouca relevância.

Pesquisas desenvolvidas em escolas da Região Sudoeste do Paraná apresentaram resultados semelhantes. Sander (2012) e Saccol (2012), em estudos com população distinta, identificaram que as práticas pedagógicas de Educação Ambiental no Ensino Fundamental da Rede Municipal de Pato Branco (PR) são esporádicas, superficiais e ocorrem com maior frequência nas disciplinas de Ciências e Geografia e em datas comemorativas. Da mesma forma, Kus (2012) identificou que as práticas pedagógicas de Educação Ambiental dos professores do Ensino Médio da Rede Estadual do município de Clevelândia (PR) são

pontuais e as disciplinas apontadas pela população pesquisada como sendo as mais adequadas para a realização de tais práticas são Biologia, Química e Geografia.

Diferentemente do que apontam as pesquisas mencionadas, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) sugerem que a temática ambiental seja tratada de modo transversal, o que significa que pode – e deve – permear a concepção e a prática das diferentes áreas, conteúdos e orientações didáticas. Além disso, pressupõem uma integração das áreas do conhecimento (BRASIL, 1997). Conforme a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA, Lei Nº 9795/99), a Educação Ambiental, como já mencionado, deve estar presente de maneira articulada, contínua e com viés interdisciplinar em todos os níveis e modalidades de ensino formal e não formal.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) reafirmam a relevância e a obrigatoriedade da Educação Ambiental na Educação Básica e Superior, além de evidenciar o seu enfoque interdisciplinar (BRASIL, 1999; 2012). Por outra parte, no que tange à Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017) e comparando-a com os documentos citados, Branco et al. (2018) afirmam que tal proposta não apresenta novidades significativas em relação à Educação Ambiental, não apresentando componentes para que seja mais bem valorizada e efetivamente consolidada na Educação Básica e na formação de professores.

Quanto ao ensino de Matemática, Madeira (2016), fundamentando-se em Fazenda (2003), discute que é possível consolidar uma interação entre a Matemática e a Educação Ambiental por meio da resolução de problemas, pelo “ato de resolver problemas” (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 75), por exemplo, o que está alinhado com a corrente resolutiva da Educação Ambiental<sup>1</sup>, conforme identificação de Sauv  (2005).

Além da possibilidade de um trabalho de Educação Ambiental no ensino de Matemática por meio da resolução de problemas, outras estratégias metodológicas podem ser utilizadas para esse fim. Na pesquisa de Cunha e Latini (2014), os conteúdos matemáticos foram ensinados sob a perspectiva da pedagogia de Paulo Freire a partir do tema gerador * gua* em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental pertencente a uma escola da rede pública localizada na periferia do Complexo da Maré, no Rio de Janeiro (RJ). Segundo os autores, a prática pedagógica foi facilitadora para o aprendizado significativo da Matemática e propiciou a amplia o do tema água, promovendo a supera o da consciência ing nuo do assunto em

---

<sup>1</sup> A corrente resolutiva de Educa o Ambiental   uma das correntes tradicionais de Educa o Ambiental que compreende o meio ambiente como problema, portanto objetiva desenvolver habilidades de resolu o de problemas do diagnóstico   a o via estudos de casos, análise de situa es-problema ou experiência de resolu o de problemas associada a um projeto (SAUVÉ, 2005).

direção a um processo de conscientização, alicerçado por bases que integram aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais.

Já Liell e Bayer (2018) desenvolveram uma pesquisa calcada na construção de jogos matemáticos sobre a temática da água, dos resíduos sólidos, da poluição, fauna, vegetação, energia, das áreas de preservação permanente. Tais jogos envolveram os conteúdos de regra de três, porcentagem, proporção, operações com números naturais, perímetro, áreas e medidas de comprimento, massa e volume. Os jogos foram aplicados nos Anos Finais do Ensino Fundamental das redes municipal e estadual de São Sebastião do Caí (RS) e contribuíram para o desenvolvimento da consciência ambiental dos estudantes frente aos problemas ambientais locais, influenciando também as práticas dos educadores em relação aos temas ambientais, pois trabalharam com atividades que relacionavam situações cotidianas com o ensino formal em suas aulas.

Na pesquisa de Paraizo (2018) foi utilizada a Modelagem na perspectiva sociocrítica ambiental para sustentabilidade por meio de atividades de elaboração de vídeos didáticos pelos estudantes do Ensino Médio de uma escola pública de Minas Gerais, o que promoveu a aprendizagem da Matemática e contribuiu para que os estudantes tivessem a oportunidade de formação pela apropriação crítica de conhecimentos científicos, culturais, políticos e sociais.

Estes trabalhos demonstram que a Educação Ambiental no ensino de Matemática possibilita a superação de uma consciência ingênua em direção à crítica no tocante ao meio ambiente, porque, ao tratar das questões ambientais, ali estão imbricados não somente elementos da natureza, mas inclusive da cultura - que pode ser compreendida como “[...] o conjunto dos modos de vida criados, adquiridos e transmitidos de uma geração para a outra, entre os membros de determinada sociedade” (ABBAGNANO, 2007, p. 228) - das relações sociais e, de forma muito abrangente, da existência humana.

Quando se trata da inserção de temas ambientais no meio escolar num processo interdisciplinar, Madeira (2016) afirma que, embora as “[...] correntes da Educação Ambiental e da Educação Matemática tenham objetivos e princípios diferenciados [,] há um potencial de interdisciplinaridade” (MADEIRA, 2016, p. 49). Ela salienta que a Educação Ambiental e a interdisciplinaridade são exigências legislativas, sociais e mundiais, portanto os níveis de viabilização e dificuldades precisam ser analisados tendo em vista melhorias no sistema de ensino e na promoção da qualidade ambiental.

Além da Educação Ambiental permitir um trabalho pedagógico interdisciplinar, ela possibilita, concomitantemente, a transversalidade por meio de temas transversais.

A complexidade dos *temas transversais* decorre da natureza interdisciplinar ou transdisciplinar das questões que lhes possibilitam *atravessar, permear ou imbricar-se* os/nos diferentes campos do conhecimento para que possam ser compreendidos, para que se tenha ideia de sua amplitude e significação, e se possa efetivamente compreendê-la (NEVES, 2009, p. 27, grifos do autor).

Frente à interdisciplinaridade, transversalidade e/ou a multidisciplinaridade presentes em trabalhos de Educação Ambiental, há uma complexidade consequente desses temas presentes nas questões que compreendem a Educação Ambiental, as quais precisam ser consideradas. Desse modo, ao permear as diversas áreas do conhecimento, os diferentes saberes permitem uma melhor compreensão da Educação Ambiental ou possibilitam sua visualização de acordo com as lentes que aquele saber permite visualizá-la, discuti-la de forma própria e compreendê-la.

Sobretudo, é importante considerar que os temas transversais estabelecem elos entre a realidade e o conhecimento científico,

[...] o que é chamado de “conhecimento comum ou vulgar” e o “conhecimento científico”. Isto se refere à conexão do conhecimento acadêmico com a realidade, resultando em um conhecimento significativo nas aprendizagens, tornando-os ricos suportes pedagógicos para aproximar a escola dos conteúdos do mundo real (NEVES, 2009, p. 31).

Nesse contexto, dentre outras pesquisas, ainda é possível mencionar o trabalho de Fantinel et al. (2014), que trata do consumo de água via Modelagem e em que foi objetivado responder como seria possível economizar água ao tomar banho, ao lavar louças e ao escovar os dentes e, se caso não fosse economizado, o que aconteceria. Os dados foram coletados com o auxílio de uma bacia transparente com capacidade de armazenamento de até 20 litros de água na residência dos pesquisadores. Concluíram que a Modelagem é um meio para trabalhar com os estudantes que pode possibilitar a apreensão tanto da conscientização ambiental como dos conteúdos matemáticos.

### 3 MATERIAIS E MÉTODO

A pesquisa de que se trata neste artigo foi realizada na Escola Básica Municipal Irmã Cecília, localizada na zona urbana do município de São Lourenço do Oeste, em Santa Catarina. As práticas pedagógicas apresentadas foram desenvolvidas nas aulas regulares da disciplina de Matemática durante o segundo semestre letivo de 2016, em quatro turmas do 9º ano do Ensino Fundamental, com 79 alunos entre 13 e 17 anos.

A professora de Matemática das turmas investigadas atuou como pesquisadora. O “ambiente natural” de investigação da pesquisa foi, assim, a sala de aula em turmas nas



quais a professora de Matemática assumiu também o papel de pesquisadora participante (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). O projeto foi aprovado 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.

No decorrer das práticas foram feitos registros em diário de campo. Os participantes da pesquisa responderam a questionários semiestruturados sobre as atividades e participaram de entrevista de grupo focal. Os dados coletados foram analisados por meio da Técnica da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016).

As práticas pedagógicas apresentadas foram subsidiadas pela Modelagem na perspectiva de ambiente de aprendizagem (BARBOSA, 2001) e levando em consideração as fases propostas por Almeida, Silva e Vertuan (2012) para a elaboração dos modelos matemáticos.

#### **4 AS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E MODELAGEM MATEMÁTICA**

A Modelagem Matemática na Educação Matemática pode ser compreendida como uma estratégia para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática que objetiva a construção de modelos matemáticos, sendo que tais modelos representam, valendo-se da linguagem matemática – conjunto de símbolos, números, tabelas, gráficos ou diagramas, por exemplo –, um problema ou fenômeno empírico presente no cotidiano do estudante (BIEMBENGUT; HEIN, 2011).

Tortola e Almeida (2013, p. 624) consideram que a própria dinâmica das aulas com Modelagem<sup>2</sup> fortalece “[...] o desenvolvimento de múltiplos aspectos favoráveis à aprendizagem, incluindo-se a autonomia na resolução de problemas matemáticos característicos da realidade e a apreciação crítica do uso da Matemática [...]”, refletindo na atuação mais ampla do sujeito na sociedade.

Caldeira (1998) discorre que, ao usar as questões ambientais como pano de fundo para ensinar Matemática, o professor vai muito além de apenas fornecer ao estudante o instrumental matemático para a compreensão de um fenômeno em estudo, pois o leva a perceber seu verdadeiro papel como cidadão e possível transformador social. Para o autor, é necessário aprender a enxergar a Matemática de maneira mais significativa, a fim de considerá-la como uma ciência abrangente, não isolada, e que poderá, inclusive, fornecer uma visão mais crítica e elaborada quanto à sobrevivência do ambiente.

---

<sup>2</sup> No decorrer do texto usa-se o termo Modelagem para se referir à Modelagem Matemática.

O autor advoga que a interação entre a Matemática e a Educação Ambiental é possível, 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 da visão política que consiste em “[...] fazer com que os alunos percebam que a realidade social não é só deles, mas também de todos” (CALDEIRA, 1998, p. 23).

No que tange ao modo de perceber e denominar a Modelagem, Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 20) se valem da expressão “atividades de Modelagem”, que podem ser desenvolvidas a partir de um problema definido (situação inicial), o qual não precisa ser necessariamente matemático, e um modelo matemático (situação final). Para passar da situação inicial para a final, há procedimentos necessários, as chamadas fases. A primeira fase é a da inteiração, momento em que o estudante entra em contato com a situação-problema de maneira direta ou indireta, mediante a coleta de dados; a segunda fase é a da matematização, que consiste no processo em que ocorre a transformação da situação-problema da linguagem natural para a linguagem matemática; a terceira fase é a da resolução, na qual o modelo matemático é construído; por fim, na quarta fase, que é a da interpretação de resultados e validação, são analisadas as respostas obtidas para o problema em diferentes contextos.

Já Barbosa (2001) compreende e denomina a Modelagem como ambiente de aprendizagem. Como tal, está atrelado à problematização (ato de criar perguntas e/ou problemas) e à investigação (busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas), o que leva ao campo do conhecimento reflexivo (BARBOSA, 2004) e à formação crítica do estudante (BARBOSA, 2001).

Além disso, o autor supracitado convencionou classificar o uso da Modelagem em sala de aula em três casos, ou seja, “três regiões de possibilidades” (BARBOSA, 2001, p. 8), de acordo com as limitações e possibilidades oferecidas pelo contexto escolar e a flexibilização do seu uso na escola. No caso 1, o professor apresenta a situação-problema com os dados já coletados, cabendo aos estudantes o processo de resolução. No caso 2, o professor apresenta a situação-problema, cabendo 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.

O presente artigo trata especificamente da interação entre Educação Ambiental e ensino de Matemática por meio da Modelagem. As práticas pedagógicas de Modelagem realizadas nesta pesquisa, e que ora se relata, estiveram de acordo com a concepção de ambiente de aprendizagem (BARBOSA, 2001) e os modelos matemáticos foram balizados pelas fases propostas por Almeida, Silva e Vertuan (2012). Portanto, as práticas de

Modelagem estiveram calcadas em elementos teóricos de Barbosa (2001; 2004) e Almeida, Silva e Vertuan (2012).

A primeira prática objetivou introduzir o conteúdo matemático Estatística Descritiva. A atividade esteve de acordo com o caso 1 de Modelagem (BARBOSA, 2001), de modo que a professora pesquisadora apresentou a situação-problema com os dados já coletados e coube aos estudantes o processo de resolução com o auxílio da docente pesquisadora.

O problema se delimitou em investigar os dias da semana em que houve maior percentual de coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no município de São Lourenço do Oeste (SC), considerando o período de 4 a 11 de julho de 2016.

Na fase da inteiração, foram utilizados dados secundários, extraídos de uma parte do relatório de coleta de RSU fornecido pela empresa responsável pela coleta de resíduos sólidos no município no período mencionado. Na fonte de dados constava as datas de coleta de RSU no município, a placa do caminhão que realizou a coleta, o número do *ticket* da coleta, a massa do caminhão e dos RSU (massa bruta) e massa bruta acumulada.

Na fase de matematização e resolução, os dados foram organizados em tabela de distribuição de frequência. Para tanto, foi necessário calcular as frequências absoluta e relativa, o que permitiu explorar a adição com números inteiros, a divisão e multiplicação com números decimais.

A Figura 1 apresenta uma tabela de distribuição de frequência com a quantidade de RSU coletados em cada um dos dias do período considerado. Da esquerda para a direita, na primeira coluna da tabela, consta a data de coleta dos resíduos. Na segunda coluna consta a quantidade total (frequência absoluta -  $fa$ ) de RSU coletado naquele dia, e na terceira coluna consta o percentual (frequência relativa -  $fr$ ) de resíduos coletados em cada dia. A frequência relativa é o quociente obtido entre a frequência absoluta em cada um dos dias e a quantidade total de RSU no período considerado.

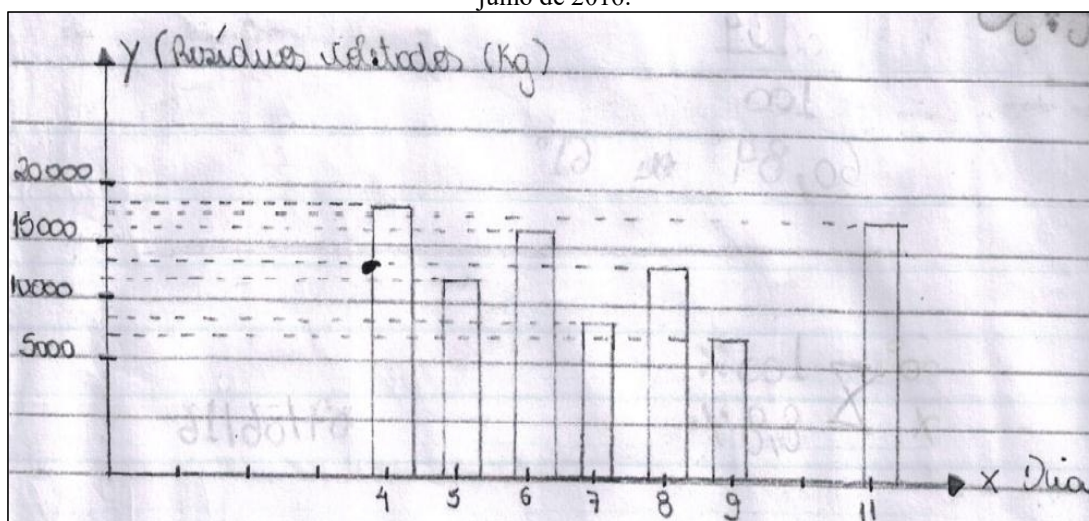
Figura 1 – Tabela de frequência absoluta e relativa elaborada a partir do relatório da coleta de RSU.

Data	Frequência absoluta (kg de RSU)	Frequência relativa (%)
04/06/16	19 588	$19\,588 \div 95\,464 \times 100\% = 20,5\%$
05/06/16	11 360	$11\,360 \div 95\,464 \times 100\% = 11,9\%$
06/06/16	16 208	$16\,208 \div 95\,464 \times 100\% = 16,9\%$
07/06/16	8 484	$8\,484 \div 95\,464 \times 100\% = 8,8\%$
08/06/16	13 078	$13\,078 \div 95\,464 \times 100\% = 13,7\%$
09/06/16	7 954	$7\,954 \div 95\,464 \times 100\% = 8,3\%$
11/06/16	18 792	$18\,792 \div 95\,464 \times 100\% = 19,7\%$
Total de resíduos coletados (kg) coletados no período	95 464	Total % = 99,8

Fonte: Participantes da pesquisa (2016).

Cabe ressaltar que a frequência absoluta total apenas se aproxima de 100%, pois nas frequências relativas os estudantes utilizaram apenas uma casa decimal após a vírgula e se valeram do arredondamento. Ainda na fase da matematização, os estudantes construíram gráficos de colunas (Figura 2) e de setores (Figura 3) para representação dos dados.

Figura 2 – Gráfico de colunas que apresenta a quantidade de resíduos (fa) coletados no período de 4 a 11 de julho de 2016.



Fonte: Participantes da pesquisa (2016).

No gráfico de colunas construído por um dos grupos de estudantes (Figura 2), o eixo x apresenta os dias da semana e o eixo y apresenta a quantidade total de RSU coletada em cada um dos dias.

Para a construção do gráfico de setores (Figura 3) foi necessário revisar a Regra de Três Simples para que fossem calculados os graus referentes a cada fatia do gráfico.

Figura 3 – Gráfico de setores com o percentual de RSU ( $f_r$ ) coletados no período de 4 a 11 de julho de 2016.



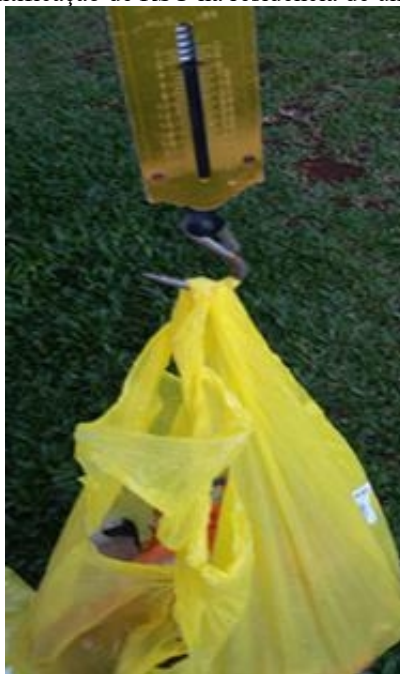
Fonte: Participantes da pesquisa (2016).

Para a realização dessa atividade de Modelagem, a professora pesquisadora, enquanto mediadora no processo de ensino e aprendizagem, precisou intervir de modo bastante frequente, a fim de revisar conteúdos matemáticos já estudados em anos anteriores e para auxiliar tanto no processo de interpretação dos dados utilizados como na matematização. Na fase de interpretação e validação, foram analisadas as respostas obtidas pelos estudantes, as quais também foram extrapoladas para diferentes contextos.

A segunda atividade consistiu na análise de como se processa o tratamento dos RSU nas residências dos próprios estudantes participantes da pesquisa. Neste caso, os alunos utilizaram dados primários, coletados por eles mesmos, com orientação da professora. Assim, esse procedimento esteve de acordo com o caso 2 de Modelagem (BARBOSA, 2001).

Na fase da inteiração, cada grupo de estudantes verificou quem dentre eles se disponibilizaria a coletar os dados, que consistia em separar o RSU na sua residência e quantificá-lo no período de uma semana. Para realizar a atividade, eles utilizaram diferentes tipos de balança e os dados foram organizados em tabelas com data e quantidade de cada tipo de resíduo produzido na residência. Durante essa etapa, os estudantes realizaram registros fotográficos diários, os quais eram enviados ao *e-mail* da professora pesquisadora para que ela pudesse acompanhar o desenvolvimento das atividades. A Figura 4 apresenta os resíduos separados e sendo quantificados por um estudante.

Figura 4 – Quantificação de RSU na residência de um dos estudantes.



Fonte: Participante da pesquisa (2016).

Na fase de matematização e resolução, os dados foram organizados em tabela de frequência absoluta e relativa (Figura 5). Nesta atividade os cálculos foram realizados sem o auxílio da professora pesquisadora.

Figura 5 – Tabela de frequência absoluta ( $fa$ ) e relativa ( $fr$ ).

Tipo de resíduo	$fa$ (kg)	$fr$ (%)
orgânico	5,485	41,93% = 41,9%
papel	3,135	22,72% = 22,7%
plástico	2,98	21,60% = 21,6%
metal	1,595	10,71% = 10,1%
vidro	0,50	3,62 = 3,6%
resíduo sujo	0	0
TOTAL	13,795	99,9%

Fonte: Participantes da pesquisa (2016).

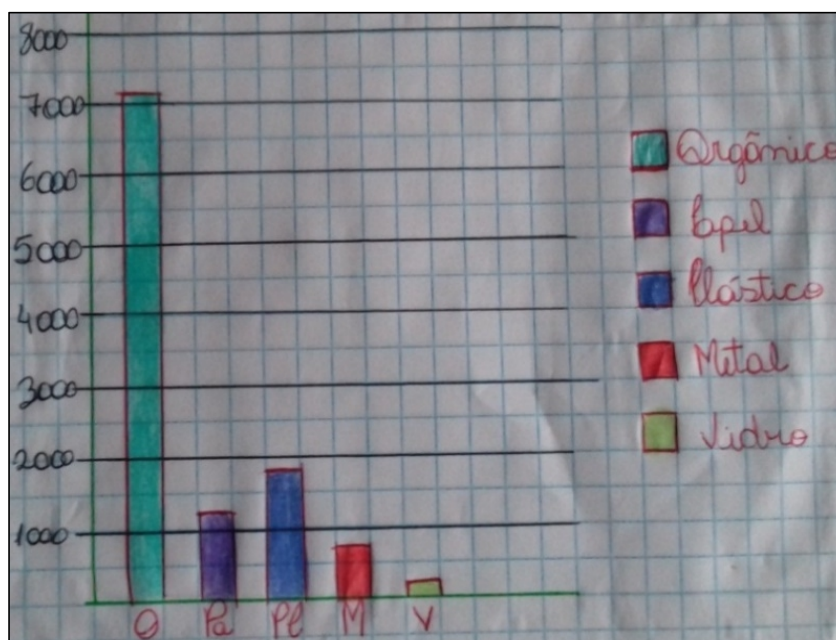
Na Figura 5 está apresentada a tabela com os dados coletados por um grupo de estudantes. Da esquerda para a direita, na primeira coluna há o tipo de resíduo, na segunda coluna a frequência absoluta ( $fa$ ), ou seja, a quantidade total de cada tipo de RSU coletado

durante o período do experimento. Na última coluna está a frequência relativa (*fr*), isto é, o percentual de cada tipo de RSU coletado durante o período estipulado.

Chama atenção que na coluna da *fa*, os estudantes utilizam vírgula para separar as classes do número. Esse grupo de estudante utilizou de modo errôneo a vírgula para separar as classes das unidades simples da classe das unidades de milhar, fato que poderá ser analisado e discutido com mais profundidade a partir de outros estudos.

Para a construção do gráfico de colunas (Figura 6), elaborado por um grupo de estudantes, foi utilizado papel quadriculado para realizar a construção e legenda. No eixo x estão os tipos de resíduos coletados e no eixo y a *fa* de cada tipo de resíduo coletado no período de realização do experimento.

Figura 6 – Gráfico de colunas da distribuição dos RSU registrados.



Fonte: Participantes da pesquisa (2016).

A Figura 7 explicita como foi realizado o cálculo para obtenção do ângulo para cada fatia do gráfico de setores, via Regra de Três Simples. Para tanto, foi estabelecida uma correspondência entre a porcentagem e os graus da circunferência. Ainda na Figura 7 é apresentado o gráfico de setores elaborado por um dos grupos.

Figura 7 – Regra de Três Simples e Gráfico de Setores com o percentual de diferentes tipos de RSU produzidos na residência de um dos estudantes durante uma semana.



Fonte: Participantes da pesquisa (2016).

Segundo os estudantes, para essa atividade, a coleta de dados foi “trabalhosa” pelo fato de terem que separar e quantificar os RSU. Então, compreende-se que a expressão “trabalhosa” demonstra que a separação de resíduos ainda não era algo habitual para grande parte dos estudantes participantes da pesquisa. Portanto, separar os resíduos ainda não fazia parte da rotina dessas famílias. Por outra parte, no tocante à matematização, eles tiveram mais facilidade e, portanto, autonomia, pois houve aprendizagem do conteúdo matemático necessário para a segunda atividade já na primeira atividade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os Quadros 1 e 2 apresentam as unidades temáticas (UT) e, para cada uma destas, apenas as categorias que apresentaram percentuais mais significativos na análise de conteúdo referente à UT. As demais categorias, cujos percentuais foram menores, não constam nos Quadros 1 e 2, mas são mencionadas ao longo do texto.

O Quadro 1 refere-se à análise da prática da Educação Ambiental na disciplina de Matemática que foi organizada em cinco UT, rotuladas de UT1 à UT5 e o Quadro 2 refere-se à análise do uso da Modelagem Matemática nas práticas pedagógicas, organizada em cinco UT, rotuladas de UT6 à UT10.



Quadro 1 – Categorização relativa à prática da Educação Ambiental na Matemática.

Unidade Temática	Categoria	Percentual
Compreensão de meio ambiente (UT1)	Entorno e o ser humano.	76,0%
Importância do tratamento da temática ambiental na Matemática (UT2)	Contribui para o ensino e a aprendizagem da Matemática.	34,8%
	Não é pertinente tratar do meio ambiente na Matemática.	29,3%
Implicações do tratamento da temática ambiental na Matemática (UT3)	Comportamentos relacionados ao cuidado com o ambiente.	36,0%
	Clareza da magnitude dos problemas ambientais devido à quantificação.	34,7%
Tratamento da temática ambiental nas disciplinas (UT4)	Todas/quase todas as disciplinas.	40,0%
Contribuições do tratamento da temática ambiental (UT5)	Indicaram mudanças na percepção quanto à problemática ambiental e/ou fez refletir.	53,3%

Fonte: Elaboração própria (2017).

A categoria pertencente à Unidade Temática 1 (UT1) indica que os estudantes compreenderam que o meio ambiente não é apenas uma questão de ordem da natureza, mas que inclui o próprio ser humano e o produto das interações entre sociedade e natureza. Essa compreensão apresentada por eles é contrária a uma tendência que Fortunato (2014) afirma ser quase que institucionalizada e até oficial, que é observada em folhetos educativos, propagandas e campanhas ecológicas, em que o meio ambiente é considerado à parte do ser humano.

Os estudantes consideraram que foi importante tratar da temática ambiental nessa disciplina (UT2), pois as aulas foram diferentes e facilitaram a aprendizagem da Matemática. Por outra parte, foi mencionado que o assunto não tem relação com a Matemática e que deve ser estudado somente o conteúdo matemático. Nas categorias com percentuais menores consta que tratar do meio ambiente promoveu a reflexão e conscientização e que é necessário conhecer mais sobre este assunto para cuidar melhor do ambiente.

Quanto às implicações do tratamento da temática ambiental na Matemática (UT3), os registros estiveram concentrados em mudanças de comportamentos. Isso está bastante arraigado no pensamento dos estudantes, visto que também está de acordo com documentos concernentes à Educação Ambiental, como a Carta de Belgrado e os PCN. Na primeira, os objetivos da Educação Ambiental são “[...] conscientização, conhecimentos, atitudes, habilidades, capacidade de avaliação e participação” (TOZONI-REIS, 2008, p. 2). Quanto aos PCN, Cunha (2007) questiona se nesses documentos as concepções de atitudes estariam restritas à noção de comportamentos ambientalmente corretos ou a uma tendência mental para

perceber as coisas de certa maneira, conduzindo a uma reflexão quanto ao tipo de Educação Ambiental ali preconizada.

Os estudantes apontaram que os valores numéricos envolvidos nas situações-problema contribuíram para ter maior clareza quanto à problemática ambiental (CALDEIRA, 1998), conforme evidenciado em suas falas:

*[...] vimos que a quantidade de lixo que produzimos é bastante (Estudante1, E1).*

*Contribuíram por meio de pesquisas que me deixaram curiosa e surpreendida ao ver que as pessoas produzem muito lixo (E2).*

*[...] assim a gente pôde ter uma ideia da quantidade de lixo que produzimos (E3).*

*Olhamos para o meio ambiente e só sabemos que o prejudicamos muito, agora temos cálculos, resultados, coisas concretas do que fazemos ao ambiente (E4).*

Por conseguinte, esses indícios revelam que ocorreu mudança de percepção (UT5) sobre a dimensão da destruição ambiental, o rápido esgotamento dos recursos naturais devido às ações humanas e a extração de matérias-primas para o abastecimento da indústria (MORAN, 2011; RAYNAUT, 2006) e que, portanto, o meio ambiente deveria ser tratado em quase todas as disciplinas (UT4).

*[...] no passado as pessoas produziam menos lixo, pois compravam menos industrializados, existiam menos opções (E5).*

*Hoje em dia já existe tanto lixo, que até traficam lixo para outros países (E6).*

*E nas casas, o que a gente fez... A quantidade de lixo produzida em cada família (E7).*

As falas E6 e E7 manifestam que os dados coletados da realidade em investigação permitiram que os participantes da pesquisa constatassem que não é tão pequena a quantidade de RSU produzida em suas residências e também no município.

Os estudantes também citaram a importância de comprar somente o que é necessário (consumo consciente), do uso de sacola retornável, da reutilização de embalagens e do uso de refis de produtos. Eles também discutiram a respeito do consumismo no país, do crescimento da produção e da população como causas do aumento dos RSU. Segundo os participantes da pesquisa, atualmente, no Brasil, há grande produção e consumo de produtos industrializados, ao passo que no passado as pessoas geravam menos RSU, pois compravam menos industrializados, uma vez que existiam menos opções para compra. Além disso, era muito comum o plantio de alimentos para a própria subsistência humana, fato que hoje quase já não acontece mais. Ademais, há que se considerar que, com o avanço do capitalismo, as

peças são consumidas sem necessidade ou descartadas antes do tempo, o que acaba aumentando a produção de RSU.

No que tange à atividade de separação e quantificação de RSU nas residências, muitos deles relataram que ainda não tinham o hábito de separar os resíduos, “Separar o lixo e algumas coisas que eu não sei de Matemática” (E8). Assim, a atividade, além de ter favorecido a aprendizagem da Matemática, contribuiu para ensinar o processo de separação dos RSU.

Ainda, durante o desenvolvimento da prática pedagógica, os estudantes comentaram que nem todo o RSU produzido no município é coletado, pois há municípios que ainda não os separam e os colocam em sacos plásticos, assim os resíduos ficam soltos nas lixeiras, dificultando sua coleta, o que repercute negativamente na saúde pública e no meio ambiente.

O Quadro 2 apresenta, de modo sucinto, as unidades temáticas e categorias no tocante ao uso da Modelagem Matemática nas práticas pedagógicas.

Quadro 2 – Categorização relativa ao uso da Modelagem Matemática nas práticas pedagógicas.

<b>Unidade Temática</b>	<b>Categoria</b>	<b>Percentual</b>
Gosto pela temática ambiental na matemática (UT6)	Implicações positivas para o processo de ensino e aprendizagem.	56,0%
Ensino da Matemática e meio ambiente (UT7)	Despertou a atenção e o interesse pela Matemática.	66,7%
Situações reais na Matemática (UT8)	Percepção da Matemática em situações reais.	57,0%
Contribuição das atividades frente aos problemas ambientais (UT9)	Propiciaram a reflexão e/ou debate.	58,0%
Aprendizagem da Matemática e as atividades realizadas (UT10)	Tornaram as aulas mais prazerosas.	42,7%
	Diminuíram o interesse e/ou dificultaram a aprendizagem.	29,3%

Fonte: Elaboração própria (2017).

Sobre o tema meio ambiente na disciplina de Matemática (UT6), os participantes da pesquisa indicaram que tal relação facilitou a compreensão dos conteúdos matemáticos, que aprenderam de modo diferente e dinâmico, “[...] porque é diferente e podemos fazer cálculos, tabelas, gráficos sem fugir do conteúdo” (E9). “Os gráficos. [...] Ficou melhor para compreender” (E10), “Eu aprendi equações e estatística. Não sabia nada” (E11).

Em relação à UT7, predominou a categoria *despertou a atenção e o interesse pela Matemática*, além disso, os estudantes perceberam a relação existente entre a Matemática e as situações simples da realidade, como apontado pela UT8.

Na UT9 foi preponderante que as atividades ajudaram a pensar (BARBOSA, 2001; 2004) sobre os problemas ambientais “[...] nos auxiliou e fez a gente pensar nas consequências que causamos quando vemos os valores nos gráficos” (E12), o que despertou a superação de uma consciência ingênua. Além do mais, as atividades de Modelagem tornaram as aulas mais prazerosas, conforme o maior percentual apresentado na UT10.

Em contrapartida, apesar de resultados positivos quanto à aprendizagem da Matemática, na UT6 estudantes mencionaram que o conteúdo matemático ficou confuso e que houve estranhamento frente às atividades, pelo fato de terem sido diferentes daquelas que eles estavam acostumados a fazer, conforme percentuais encontrados na UT7. Sobretudo, resultados da UT8 estão relacionados a relatos de alunos que não aprenderam tanta Matemática quanto gostariam, “[...] porque desde que começamos a estudar dessa forma eu fiquei com muita dificuldade para aprender, é confuso e diferente do que estou acostumada” (E13).

Ainda num contexto de resultados negativos frente ao que era esperado, mas com percentuais menores, estudantes afirmaram não ter gostado da temática ambiental porque a consideraram irrelevante, uma vez que consideraram já possuir muito conhecimento sobre o assunto (UT9) ou porque o tema dificultou a aprendizagem da Matemática (UT10): “Depende de cada um. Teve gente que entendeu bem o conteúdo, outros não, então para uns facilitou, e para outros não” (E14).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O intento deste artigo foi apresentar e analisar duas práticas pedagógicas realizadas na disciplina de Matemática em quatro turmas do 9º ano do Ensino Fundamental, cujo tema foi Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). O tema foi abordado de modo transversal e interdisciplinar, objetivando a Educação Ambiental mediante o uso da Modelagem Matemática na Educação Matemática.

Em relação à concepção de meio ambiente dos estudantes participantes da pesquisa, foram constatadas mudanças, pois passaram a compreender, por meio das atividades, de discussões e reflexões oriundas do processo pedagógico, que o ser humano é parte do ambiente. Então foi superada, em certa medida, a ideia da existência da relação dicotômica homem-ambiente nesse conjunto de participantes onde a pesquisa foi realizada.

Além disso, as aulas promoveram a conscientização sobre os problemas ambientais. Os dados coletados e os resultados obtidos nas atividades de Modelagem

Matemática possibilitaram mostrar de modo mais claro a problemática ambiental. Por conseguinte, é importante que os assuntos relacionados ao meio ambiente sejam tratados, inclusive, de modo multidisciplinar.

Os resultados oriundos do uso da Modelagem Matemática nas práticas pedagógicas facilitaram a compreensão da Matemática, tornaram as aulas diferentes, atrativas, prazerosas e estimularam a curiosidade dos estudantes.

Em contrapartida, para alguns participantes da pesquisa, o uso de situações da realidade nas práticas pedagógicas dificultou a aprendizagem do conteúdo matemático, pois, segundo eles, as atividades se tornaram mais complexas. Contudo, há de ser considerado que esses estudantes ainda não haviam participado de atividades de Modelagem em anos anteriores, de modo que a existência de algum tipo de estranhamento e, até mesmo, uma certa dificuldade frente ao que foi desenvolvido nas aulas tornam-se retornos esperados.

De maneira geral, foi constatado que práticas pedagógicas subsidiadas pela Modelagem Matemática são viáveis para a inserção da Educação Ambiental na disciplina de Matemática. As práticas proporcionam a reflexão, conscientização, mudança de concepção sobre o ambiente e sua problemática, modificam a dinâmica das aulas, favorecem a compreensão da Matemática por meio da relação que é estabelecida com a realidade e possibilitam a superação de uma consciência ingênua em direção à consciência crítica no que tange aos problemas socioambientais.

## **Referências.**

ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. 5 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ALMEIDA, L. W. de; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica**. 1ª ed. São Paulo: Contexto, 2012.

AVILA, A. M. **Representações sociais sobre Educação Ambiental e objetivações em práticas pedagógicas no Ensino Fundamental**. 95f. 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, 24ª, 2001, Caxambu. Anais...* Caxambu: ANPED, 2001. p. 1-30.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática na sala de aula. *In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, GT 10 – MODELAGEM MATEMÁTICA, VIII, 2004, Recife. Anais...* Recife: ENEM, 2004. p. 1-10.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1ª ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 5ª edição, São Paulo, Contexto, 2011.

BRANCO, E. P.; ROYER, M. R.; BRANCO, A. B. de G. A abordagem da Educação Ambiental nos PCNs, nas DCNs e na BNCC. **Nuances: estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 29, n. 1, p. 185-203, jan./abr., 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente**. Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. 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, 28 abr. 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Brasília: MEC, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

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

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.

CUNHA, M. M. da S. A temática ambiental na Educação Científica segundo as Políticas Curriculares Oficiais Brasileiras. **Linhas Críticas**, Brasília-DF, v. 13, n. 25, p. 219-234, jul./dez. 2007. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/3379/3063>. Acesso em: 21 jun. 2021.

CUNHA, A. da S.; LATINI, R. M. Pesquisa participante como abordagem metodológica no ensino aprendizado de matemática e Educação Ambiental. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 323-341, 2014.

DORNFELD, C. B. **Educação Ambiental: reflexões e desafios no Ensino Superior**. Resumo Executivo. Disponível em: <http://www.foar.unesp.br/Home/projetoviverbem/educacao-ambiental-reflexoes-e-desafios-no-ensino-superior---resumo.pdf>. Acesso em: 29 abr. de 2019.

FANTINEL, P. A.; BUZINARO, F. V.; TORTOLA, E.; MERLI, R. F.; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática e Educação Ambiental: economia de água em atividades do dia a dia. *In: VI ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EPMEM, 2014. p. 1-10.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: qual o sentido?** São Paulo, SP: Paulus, 2003.

FORTUNATO, I. Meio-ambiente ou (meio-ambiente): o desafio da educação frente ao paradoxo ambiental. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas-SP, v. 16, n. 3, p. 386-394, set./dez., 2014. Disponível em: <http://search.proquest.com/openview/34606ef8c8fcacf6911a9bbe3655661a/1?pq->

origsite=gscholar&cbl=2029534. Acesso em: 21 jun. 2021.

GRÜN, M. **Ética e Educação Ambiental**: a conexão necessária. 11ª ed. Campinas: Papirus, 1996. Coleção Magistério Formação e Trabalho Pedagógico.

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

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LIELL, C. C.; BAYER, A. Jogos matemáticos: uma alternativa para o trabalho com temas ambientais nas aulas de matemática. **Revista Paranaense de Educação Matemática**. Campo Mourão, v. 7, n. 13, p. 335-354, jan./jun., 2018.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, R. F. de O.; VELASCO, F. de La C. G.; AMIM, V. O Encontro da Política Nacional da Educação Ambiental com a Política Nacional do Idoso. **Saúde e Sociedade**, São Paulo-SP, v. 15, n. 3, p. 162-169, set./dez., 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/KfdYhkRKVC3xg7CKxj8wRxq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 jun. 2021.

MADEIRA, M. C. de A. **Educação Ambiental e Educação Matemática**: uma busca pela interação. 133f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, 2016.

MORAES, A. C. R. **Meio Ambiente e Ciências Humanas**. 4ª ed. São Paulo: Annablume, 2005.

MORAN, E. F. O desafio de pesquisa em interações homem ambiente. *In*: MORAN, E. F. **Meio Ambiente e Ciências Sociais**: interações homem-ambiente e sustentabilidade. São Paulo: Editora SENAC, 2011, p. 21-53.

NEVES, S. DO S. DE M. **A matemática no contexto da Educação Ambiental**: relações de aprendizagem. 128f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Pará. Belém, 2009.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema**, Rio Claro, v. 25, n. 41, p. 73-98, dez. 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano**. Estocolmo, Suécia, 5 a 15 de junho de 1972.

PARAIZO, R. F. **Aprendizagem pela Modelagem Matemática associada a questões ambientais num contexto de produção de vídeos no Ensino Médio**. 344f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Bauru, 2018.

PIRES, M. M. Cartografando o sentido da Educação Ambiental. *In*: TOFFOLO, G.;

FRANCISCHETT, M. N. (Orgs.). **Educação Ambiental na perspectiva da pesquisa qualitativa**. Cascavel: EDUNIOESTE, 2012. p. 263-286.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.

RAYNAUT, C. Conferência 1, 2006. **Atrás das noções de meio ambiente e de desenvolvimento sustentável: questionando algumas representações sociais**. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento – MADE/UFPR, Curitiba, 2006.

SACCOL, A. L. **Educação Ambiental e representações sociais: um estudo com professoras do Ensino Fundamental**. 88f. 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**. 86f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2012.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em Educação Ambiental. *In*: SATO, M.; CARVALHO, I. C. M. (Org). **Educação Ambiental**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 17-45.

SEGURA, D. de S. B. **Educação Ambiental na escola pública: da curiosidade ingênua à consciência crítica**. São Paulo: Annablume: Fapesp, 2001.

TORTOLA, E.; ALMEIDA, L. M. W. de. Reflexões a respeito do uso da modelagem matemática em aulas nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos (online)**, Brasília, v. 94, n. 237, p. 619-642, maio/ago., 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/F5Y6xyMxwkCYf69smDRRDyG/?lang=pt>. Acesso em: 21 jun. 2021.

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