



Uma abordagem de problemas ambientais por meio da Modelagem Matemática

Una aproximación a los problemas ambientales a través de la Modelación Matemática

Fernanda Braz de Lima¹

Secretaria de Educação do Município de Goioerê

Marli Schmitt Zanella²

Universidade Estadual de Maringá

Néryla Vayne Justino Alves³

Universidade Estadual de Maringá

RESUMO

Um dos caminhos para alcançarmos uma harmonização de convívio entre a sociedade e a natureza, apresenta-se no ambiente escolar, o qual possui papel fundamental na abordagem da Educação Ambiental. Nesse sentido, a pesquisa foi norteada pela questão: como trabalhar o tema transversal Meio Ambiente no contexto da Modelagem Matemática na Educação Matemática voltada para os anos iniciais do Ensino Fundamental? Tendo em vista os problemas que envolvem a Educação Ambiental e o ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, essa pesquisa teve como objetivo compreender, por meio de problemas ambientais apresentados em determinada comunidade escolar, de que forma a Modelagem Matemática potencializa discutir o tema transversal Meio Ambiente nesse nível de ensino. Este trabalho possui a caracterização da natureza qualitativa, com viés de observação participante e pesquisa de campo. Os dados coletados foram obtidos por meio da aplicação de uma situação-problema relacionada à resíduos sólidos, abordada por meio da Modelagem Matemática e dos registros elaborados pelos alunos de uma turma do quarto ano do Ensino Fundamental da rede municipal de Goioerê-PR, durante os meses de novembro e dezembro do ano 2021. A análise dos dados sucedeu-se de acordo com o embasamento teórico adotado, o qual nos auxiliou na compreensão da construção do conhecimento matemático durante o processo de pesquisa. A utilização de tal metodologia proporcionou um ambiente estimulador da busca por conhecimentos novos e observação crítica do ambiente. Além disso, essa pesquisa resultou em um Produto Educacional em forma de Caderno de Atividades, capaz de integrar dados, conceitos matemáticos e a conservação ambiental. Por fim, a proposta de aplicação da Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental mostrou-se vantajosa no sentido de proporcionar um ambiente instigador, tornando o aluno capaz de manipular dados, interpretar, propor resultados e elaborar hipóteses.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Ensino de Matemática; Resíduos sólidos; Anos Iniciais.

¹ Mestre em Ensino das Ciências Ambientais, Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professora dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Goioerê, Paraná, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1021-0167>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7419887179618532>. E-mail: fernandalima896@yahoo.com.br.

² Doutora em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá (UEM). Docente na Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1621-9934>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0294897833824760>. E-mail: mszanella@uem.br.

³ Doutora em Educação, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9338-6202>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1897661788902693>. E-mail: nerylaalves@yahoo.com.br.

RESUMEN

Uno de los caminos para alcanzar una armonización de la convivencia entre la sociedad y la naturaleza se presenta en el ámbito escolar, el cual desempeña un papel fundamental en el abordaje de la Educación Ambiental. En este sentido, la investigación fue orientada por la siguiente cuestión: ¿cómo trabajar el tema transversal Medio Ambiente en el contexto de la Modelización Matemática en la Educación Matemática dirigida a los años iniciales de la Educación Primaria? Considerando los problemas que involucran la Educación Ambiental y la enseñanza de la Matemática en los años iniciales de la Educación Primaria, esta investigación tuvo como objetivo comprender, a partir de problemas ambientales presentados en una determinada comunidad escolar, de qué manera la Modelización Matemática potencia la discusión del tema transversal Medio Ambiente en este nivel educativo.

El presente trabajo se caracteriza por una naturaleza cualitativa, con un enfoque de observación participante y de investigación de campo. Los datos recolectados se obtuvieron mediante la aplicación de una situación-problema relacionada con los residuos sólidos, abordada a través de la Modelización Matemática, así como por los registros elaborados por los estudiantes de un grupo de cuarto año de la Educación Primaria de la red municipal de Goioerê-PR, durante los meses de noviembre y diciembre de 2021. El análisis de los datos se realizó de acuerdo con el marco teórico adoptado, el cual contribuyó a la comprensión de la construcción del conocimiento matemático a lo largo del proceso de investigación. La utilización de dicha metodología proporcionó un ambiente estimulante para la búsqueda de nuevos conocimientos y para la observación crítica del entorno. Además, esta investigación dio como resultado un Producto Educativo en forma de un Cuaderno de Actividades, capaz de integrar datos, conceptos matemáticos y la conservación ambiental. Finalmente, la propuesta de aplicación de la Modelización Matemática en los años iniciales de la Educación Primaria se mostró ventajosa en el sentido de proporcionar un ambiente instigador, haciendo al estudiante capaz de manipular datos, interpretar, proponer resultados y elaborar hipótesis.

Palabras clave: Educación ambiental; Enseñanza de Matemáticas; Residuos sólidos; Primeros años.

INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais existentes decorreram de ações humanas, comportamentos inadequados, exacerbados e por falta de consciência em relação ao meio ambiente, evidenciando desse modo que é preciso haver uma relação harmônica entre o ser humano e a natureza, para que aconteça a valorização humana com o ambiente de forma mais sustentável (Silva; Sammarco, 2015).

Dessa maneira, um dos caminhos para o desenvolvimento da Educação Ambiental é o ambiente escolar, lugar legitimado para o desenvolvimento dos mais diversos conhecimentos, em que existem diversas oportunidades de socialização, contato com outras culturas e formas de pensamentos. De acordo com o capítulo VI da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, é necessário “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (Brasil, 2016, p. 131).

Segundo a Lei Nº 9.795/99 (Brasil, 1999, p. 4) que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), “A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino

formal”. Além disso, “A educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino”.

Partindo dessa conjuntura, a proposta metodológica da Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática mostra-se adequada, também, para o nível dos anos iniciais do Ensino Fundamental, oportunizando a abordagem de problemas relacionados ao cotidiano das crianças (Tortola, 2016). Além disso, a Modelagem Matemática proporciona a interação e estimula a resolução de situações advindas da realidade, mobilizando os conhecimentos matemáticos que os estudantes possuem (Zanella, 2016).

Nesta pesquisa, a abordagem de problemas ambientais por meio da Modelagem Matemática pode proporcionar reflexões e o estudo de tópicos da Matemática – a qual é contemplada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) – para o tratamento de aspectos ambientais com os alunos do quarto ano do Ensino Fundamental.

Essa pesquisa abordou alguns dos problemas ambientais existentes em Goioerê-PR, município em que a pesquisa foi desenvolvida, sendo eles: Resíduos Sólidos, Dengue e Esgotamento Sanitário. Para respaldar nossa investigação estabelecemos a seguinte questão de pesquisa: “Como trabalhar o Tema Transversal Meio Ambiente no contexto da Modelagem Matemática na Educação Matemática voltada para os anos iniciais do Ensino Fundamental?”. Deste modo, definimos como objetivo compreender por meio de problemas ambientais apresentados em determinada comunidade escolar, de que forma a Modelagem Matemática potencializa discutir o tema transversal Meio Ambiente nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

A presente pesquisa possui correlação com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), mais especificamente o quarto objetivo que visa: “Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos” (ONU, 2018, p. 18). Além disso, a meta 4.6 propõe “Até 2030, garantir que todos os jovens e uma substancial proporção dos adultos, homens e mulheres estejam alfabetizados e tenham adquirido o conhecimento básico de matemática” (ONU, 2018, p. 19).

UMA ABORDAGEM DE PROBLEMAS AMBIENTAIS POR MEIO DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Os Temas Contemporâneos Transversais (TCT) fazem parte da BNCC e visam a contextualização dos assuntos abordados em sala de aula, discutindo temas que contribuem para o desenvolvimento do aluno como cidadão. Dessa maneira, os TCT relacionam os diferentes componentes curriculares com a realidade dos estudantes, trazendo contexto e contemporaneidade (Brasil, 2017).

No desenvolvimento de tais temas o professor estará garantindo o acesso a conhecimentos previstos na legislação da Educação Básica, possibilitando a formação para a democracia, o trabalho e a cidadania, respeitando a diversidade regional e local, da economia e cultura da população de sua instituição.

Defendendo como principal objetivo “que o estudante não termine sua educação formal tendo visto apenas conteúdos abstratos e descontextualizados, mas que também reconheça e aprenda sobre os temas que são relevantes para sua atuação na sociedade” (Brasil, 2017, p. 7). Assim, os assuntos elencados permitem aos alunos a compreensão e desenvolvimento de habilidades relacionadas a utilização adequada do dinheiro, cuidados com a saúde, uso de tecnologias, direitos e deveres, respeito às diversidades e cuidado com o planeta em que vive, tais temas justificam a inclusão do termo contemporaneidade atribuído aos TCT.

Portanto, são temas presentes na realidade escolar, vivenciados pela comunidade, estudantes, família e educadores que acabam influenciando o desenvolvimento das atividades escolares. Em nossa pesquisa os temas escolhidos estão atrelados ao Meio Ambiente, trazendo reflexões pertinentes á problemas ambientais identificados em uma comunidade escolar dos anos iniciais do Ensino Fundamental, a saber: resíduos sólidos, dengue e esgotamento sanitário. Nesse artigo relatamos apenas as discussões referentes ao trabalho relacionado à resíduos sólidos.

Além disso, o tema transversal é compreendido como algo que perpassa o contexto educacional, sendo definido como “aqueles assuntos que não pertencem a uma área do conhecimento em particular, mas que atravessam todas elas, pois delas fazem parte e a trazem para a realidade do estudante” (Brasil, 2017, p. 7). Sendo assim, o desenvolvimento dos TCT não deve ocorrer de modo paralelo, mas sim trazidos para os conteúdos e metodologias

didáticas pedagógicas a perspectiva dos mesmos, relacionando de forma integrada os conteúdos do componente curricular.

Desse modo, escolhemos a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática, como metodologia de ensino, pois, orienta todo o processo didático; envolve uma sequência estruturada de etapas; redefine os papéis de professor e estudantes; articula investigação, construção de modelos, validação e interpretação de resultados.

Nesta pesquisa adotaremos a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática apresentada por Biembengut (2013, p. 12), a qual explicita que modelar é um processo que envolve a obtenção de um modelo, dependente do conhecimento matemático que é dominado pelo sujeito. Deste modo “um modelo pode ser formulado em termos familiares, utilizando-se expressões numéricas ou fórmulas, diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações algébricas, tabelas, programas computacionais etc.”

Para Biembengut (2013, 2019) a utilização da Modelagem Matemática como metodologia de ensino é denominada como “modelação matemática”, a qual é um método de “ensino com pesquisa”. Dessa forma, o professor que opta por utilizar tal método de ensino, instiga a turma a aprender essa arte de modelação, abre um caminho para que seus alunos criem interesse pela matemática ainda desconhecida, “isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problema por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu senso crítico” (Biembengut, 2013, p. 18).

A autora sugere alguns procedimentos objetivam a interação da Matemática com a situação real escolhida para o estudo, tais momentos são compostos por três etapas principais, sendo que cada uma encontra-se subdividida em duas sub-etapas, sendo elas: (a) Interação: reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado – referencial teórico; (b) Matematização: formulação do problema – hipótese e resolução do problema em termos do modelo; (c) Modelo matemático: interpretação da solução e validação do modelo – avaliação.

Na primeira etapa temos a fase da interação, é o momento onde cabe ao professor expor o tema – o qual pode ser escolhido tanto pelo professor, quanto pelos alunos - e familiarizar a turma com a situação a ser investigada. Cabe ressaltar que, “a forma como o professor demonstra seu conhecimento e interesse sobre o tema em questão pode contribuir,

significativamente, para a motivação dos alunos” (Biembengut, 2013, p. 20). Em seguida, temos a matematização, que segundo Biembengut (2013, p. 14) “é aqui que se dá a ‘tradução’ da situação-problema para a linguagem matemática”, essa fase é composta pela formulação e resolução do problema, e o objetivo é obter um conjunto de representações, como expressões aritméticas, equações algébricas, gráficos, entre outros, “a resolução da questão ‘norteadora’ faz com que o aluno retorne ao problema e verifique novamente a matemática como uma ‘ferramenta’ importante” (Biembengut, 2013, p. 22). A etapa do modelo matemático, onde será realizada a interpretação, análise dos resultados obtidos, verificação e adequação, sempre retornando a situação-problema abordada inicialmente e avaliando a relevância e validade dos resultados (Biembengut, 2013).

Utilizar a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática, proporciona um conjunto de oportunidades para uma prática conectada com aspectos da realidade e aprendizagem dos conceitos matemáticos. Trabalhar a consciência ambiental não é uma tarefa fácil, mas é possível proporcionarmos momentos de reflexão e reconhecimento como elemento na relação homem e natureza (Silva; Sammarco, 2015).

A articulação entre os TCT (Brasil, 2017) e a Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental fundamenta-se na compreensão de que a aprendizagem matemática deve ocorrer de forma contextualizada, significativa e socialmente referenciada. Os TCT, ao abordarem questões como meio ambiente, consumo, educação financeira, saúde e cidadania, demandam práticas pedagógicas que extrapolam a abordagem conteudista, favorecendo a problematização de situações do cotidiano dos estudantes. Nesse sentido, a Modelagem Matemática aproxima-se dos pressupostos da BNCC ao propor a investigação de problemas oriundos da realidade dos estudantes, possibilitando que conceitos matemáticos sejam construídos a partir da análise, da representação e da interpretação de situações concretas, compatíveis com o nível cognitivo dos anos iniciais (Zanella, 2016).

Além disso, a Modelagem Matemática justifica-se como uma abordagem potente para o desenvolvimento das competências gerais e específicas da Matemática previstas na BNCC, especialmente aquelas relacionadas ao raciocínio lógico, à resolução de problemas, à argumentação e à tomada de decisões fundamentadas (Brasil, 2017).

Nos anos iniciais, a utilização de situações-problema vinculadas aos TCT, mediadas por processos de modelagem, contribui para que os estudantes mobilizem conhecimentos matemáticos de maneira integrada e progressiva, respeitando suas experiências e formas de pensar (Zanella, 2016). Dessa forma, a aproximação entre TCT e Modelagem Matemática configura-se como uma possibilidade metodológica coerente com os objetivos formativos da Educação Básica, ao promover a aprendizagem matemática articulada à formação cidadã desde os primeiros anos de escolarização.

PERCURSO METODOOLÓGICO DA PESQUISA

Essa pesquisa tem abordagem qualitativa, que de acordo com Lüdke e André (2013), se desenvolve em uma situação natural, rica em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada.

Dessa forma, ser um investigador qualitativo é estabelecer estratégias e procedimentos que lhe permite vivenciar a realidade do meio, é frequentar o local de estudo se preocupando com o contexto, ou seja, se inserir no ambiente de forma a entender as circunstâncias, que em nosso caso, configurou-se no ambiente escolar, em uma turma de 4º ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Antes da realização da pesquisa, solicitamos a autorização da Secretaria Municipal de Educação e direção da escola participante. Os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termos de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), foram apresentados e assinados por meio de uma reunião com os pais ou responsáveis, juntamente a equipe pedagógica. A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (COPEP) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), conforme disposto na Resolução no 196/96-CNS e complementares, encontra-se protocolada sob o número CAAE 52104221.0.0000.0104.

Com o objetivo de construir dados para identificação dos problemas ambientais existentes no município de Goioerê, foi realizada uma entrevista semiestruturada com a Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos do município participante da pesquisa, momento que se mostrou vantajoso por proporcionar informações e

reflexões acerca da realidade local. A entrevista é um momento de contato direto, ocasião vantajosa para obtenção de dados que importam à investigação (Gil, 2008).

Com base nessa entrevista, emergiram os seguintes temas ambientais: Resíduos Sólidos, Dengue e Esgotamento Sanitário, que foram contextualizados à realidade dos estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

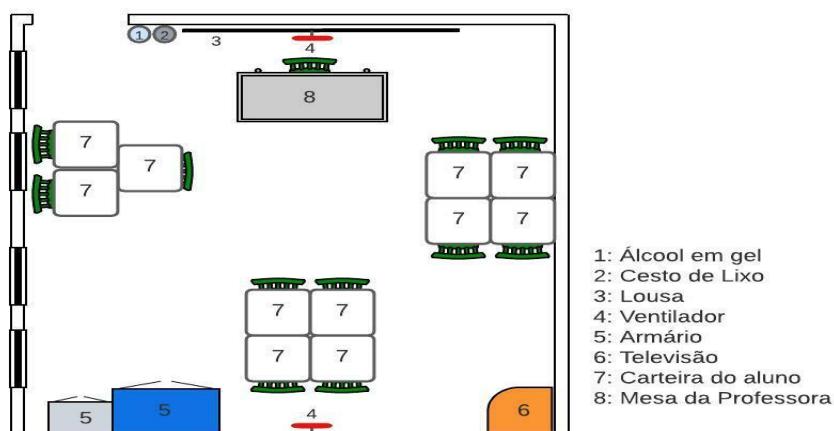
A produção de dados de nossa pesquisa ocorreu em três momentos (encontros), com uma turma do quarto ano do Ensino Fundamental, composta por onze alunos (faixa etária entre 9 e 10 anos), no período vespertino de uma escola da rede municipal⁴ de Goioerê-PR, sendo que a pesquisadora atuava como professora polivalente da turma.

Objetivando garantir o anonimato dos alunos participantes de pesquisa constituiu-se a nomenclatura de uma letra maiúscula seguida por um número natural, por exemplo: aluno A1, integrante do Grupo 1. Assim sendo, o Grupo 1, composto por quatro alunos, teve seus integrantes representados por A1, A2, A3 e A4. Da mesma maneira, esse padrão se manteve para os demais grupos.

O tempo aproximado para cada encontro foi de quatro horas-aula. As atividades foram desenvolvidas em grupos compostos por três (máximo quatro) alunos, os quais foram reorganizados no decorrer das situações planejadas. É importante enfatizar que tais momentos seguiram a norma exigida pelo protocolo de enfrentamento à pandemia da Covid-19. A Figura 1 representa a organização estrutural do ambiente e a disposição dos grupos.

⁴ A instituição participante alcançou média de 6,7 no IDEB do ano 2019, atende nas modalidades da Pré-Escola e anos iniciais do Ensino Fundamental no turno vespertino, possui 132 alunos matriculados. Em relação à infraestrutura, é composta por biblioteca, laboratório de informática, pátio coberto, quadra de esportes, parque infantil, acesso à internet, sala dos professores, secretaria, diretoria, refeitório, (INEP, 2020).

Figura 1 - Representação da sala de aula e disposição dos grupos durante o desenvolvimento das atividades de Modelagem.



Fonte: Autores da pesquisa (2022)

Os encontros ocorreram entre os meses de novembro e dezembro de 2021. No decorrer das atividades propostas os participantes da pesquisa realizaram registros escritos, orais e visuais. Durante a aplicação das atividades, realizamos gravações em áudio e vídeo. Segundo Loizos (2008, p. 149), a utilização do registro em vídeo é necessária “sempre que algum conjunto de ações humanas é complexo e difícil de ser descrito comprehensivamente por um único observador, enquanto este se desenrola”, como por exemplo no ambiente da sala de aula.

ANÁLISES E RESULTADOS

A pesquisadora iniciou a aula projetando slides, contendo informações pertinentes à temática e questionando-os sobre o que são Resíduos Sólidos, problematizando a situação a partir do contexto e vivência dos alunos. A descrição completa desta atividade de Modelagem e respectivos recursos estão disponíveis no produto educacional, intitulado “Caderno de Atividades: Modelagem Matemática e Problemas Ambientais⁵”.

A fase da interação foi realizada por meio de um debate inicial, a fim de proporcionar uma familiarização com o tema, tendo como apoio a apresentação de slides, onde os alunos

⁵ O “Caderno de Atividades: Modelagem Matemática e Problemas Ambientais” é um produto educacional desenvolvido junto ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (PROFCIAMB) da Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Goioerê, Paraná, e teve por objetivo abordar os problemas ambientais por meio da Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Disponível em: <https://oercommons.org/courses/caderno-de-atividades-modelagem-matem%C3%A3tica-e-problemas-ambientais>. Acesso em 16/12/25.

foram levados a refletir sobre os seguintes tópicos: despejo irregular dos resíduos sólidos em nosso município, coleta seletiva, logística reversa, aterro sanitário, rejeitos e resíduos. Além disso, a turma assistiu um vídeo disponível no canal Programa Água Brasil⁶ no YouTube, o qual aborda o ciclo dos resíduos sólidos que descartamos, e iniciativas para reduzir o impacto ambiental no Brasil.

Nessa etapa foi observado que, por mais que o termo “Resíduos Sólidos” não faça parte do vocabulário dos alunos, o tema é algo presente no cotidiano deles, fazendo com que por meio das fotos eles fossem capazes de interagir e familiarizar-se com o assunto da aula.

A partir das falas dos alunos é possível observar a relação do tema com o dia a dia desses estudantes, como por exemplo, quando o aluno A4 apresenta a sugestão de atear fogo em resíduos sólidos, o que pode ocorrer no município. Além disso, as fotos recordaram lugares/lembranças que a turma identificou como próximo às suas casas ou de familiares, como quando o aluno B2 aponta para uma área isolada.

Após a discussão inicial a turma assistiu o vídeo disponível no canal Programa Água Brasil, que tinha por objetivo abordar o ciclo dos resíduos sólidos que descartamos e as iniciativas que devemos pôr em prática para reduzir os impactos ambientais. Sendo assim, as ideias apresentadas tornaram-se importantes no sentido de aprofundar as informações.

Ao final desse momento de familiarização quando questionados sobre “o que realmente não pode ser reciclado?” o aluno A1 respondeu: “papel higiênico, fraldas.” e quando a pesquisadora questiona: “o que podemos fazer com o resto da comida?” o aluno responde B1: “dar para os porcos!” o C1: “usar na horta”, podemos observar a realidade aos quais estão inseridos e como o assunto apresenta-se de maneira contextualizada. Por fim, a pesquisadora pergunta: “o que pode haver no aterro?” o aluno A1 responde: “rejeitos”.

Dessa forma, as respostas obtidas caracterizam o reconhecimento do tema proposto e da situação a ser trabalhada. A conversa informal serviu como "termômetro" para que a pesquisadora avaliasse o que e quanto os alunos conheciam do conteúdo a ser trabalhado (Biembengut, 2013). Por outro lado, houve a oportunidade de aprender assuntos novos, como

⁶ O vídeo pode ser acessado por meio do link: <https://www.youtube.com/watch?v=MiuIckYJfQY>. Acesso em: 16 dez. 25.

por exemplo: logística reversa, aterro sanitário, cronograma de coleta de recicláveis e orgânicos do município.

Após essa discussão inicial os alunos foram divididos em grupos e foi entregue uma folha sulfite, régua e a atividade impressa “Resíduos Sólidos”. Em seguida, com a atividade sendo projetada, fizemos a primeira leitura compartilhada das informações.

No momento da matematização os alunos foram divididos em grupos e receberam folhas sulfite quadriculadas e a atividade impressa para leitura das informações e resolução da questão. Organizamos a proposta a partir do encaminhamento apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Informações a respeito do tema Resíduos Sólidos

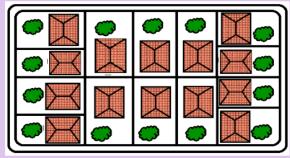
Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos são considerados um dos maiores problemas ambientais da nossa sociedade. A população e o consumo crescem e, junto com eles, a quantidade de resíduos e rejeitos produzidos. Na maioria das vezes, eles não são descartados de maneira correta e pode resultar em diversos problemas para o meio ambiente, como contaminação da água, do solo e até mesmo do ar. Os resíduos sólidos podem surgir de diversas atividades, como por exemplo: domiciliares, limpezas urbanas, comércios, indústrias, minerações, construções civis, serviços públicos de saneamento básico, saúde e transporte.

A seguinte tabela representa a quantidade de produção de resíduos durante uma semana, por uma família, sendo dois adultos e duas crianças.

	Volume Total	Peso Aproximado
1º Dia	09/10/2018 26,460 cm ³	1,750 kg
2º Dia	10/10/2018 39,690 cm ³	2,210 kg
3º Dia	11/10/2018 40,320 cm ³	3,100 kg
4º Dia	12/10/2018 18,900 cm ³	0,959 kg
5º Dia	13/10/2018 22,680 cm ³	1,100 kg
6º Dia	14/10/2018 79,380 cm ³	4,600 kg
7º Dia	15/10/2018 105,840 cm ³	7,700 kg
Total	16/10/2018 333,27 cm ³	19,410 kg

Observe abaixo a ilustração de uma quadra residencial, parecida com as quadras das proximidades da nossa escola:



Quanto lixo você acha que pode ser acumulado pelos moradores dessa quadra, no período de 30 dias?

Fonte: Autores da pesquisa (2022)

A pesquisadora auxiliou os grupos, incentivando-os a compreensão, pesquisa e registros dos modelos matemáticos (gráficos, expressões, desenhos, entre outros). As resoluções das questões ocorreram por diferentes caminhos, utilizando os dados da tabela referente a geração dos resíduos pela família.

Na fase da Matematização o Grupo A iniciou representando a situação por meio de um desenho, logo após definiram a quantidade de habitantes por residência, tal ideia foi proposta pelo aluno A1 por meio da seguinte fala: “Primeiro vamos fazer o desenho das casas?”, todos

os integrantes concordaram e começaram a definir a quantidade de habitantes, como demonstra as seguintes falas:

- A1: *Quantas pessoas moram nessa?*
A2: *Coloca três, igual na minha casa!*
A1: *E nessa?*
A3: *Cinco.*

Assim, é possível observarmos que o Grupo A chegou no total de 42 habitantes, após os cálculos o grupo solicitou apoio da pesquisadora:

- A1: *"Professora, e agora?"*
Pesquisadora: *Muito bem! Agora que vocês já sabem quantas pessoas têm nessa quadra, qual será o próximo passo?*
A2: *Quanto lixo?*
Pesquisadora: *Sim, a quantidade de lixo. Vamos voltar lá na folhinha e ver?*

Nesse momento, pode-se perceber que o grupo apresentou dificuldades em relação à continuidade da “tradução da situação-problema para a linguagem matemática” (Biembengut, 2013, p. 14). No entanto, após a realização da leitura mais cautelosa da tabela, surgiu a seguinte fala do aluno A1: “isso quer dizer que em uma semana quatro pessoas junta isso aqui de lixo?” (apontando para o resultado de 19,410 kg), a pesquisadora respondeu: “sim, uma família com dois adultos e duas crianças!”.

Dessa maneira, o grupo utilizou a informação presente na tabela e decidiram aproximar a produção para 20 kg a cada quatro pessoas, no período de uma semana, podemos perceber por meio do diálogo:

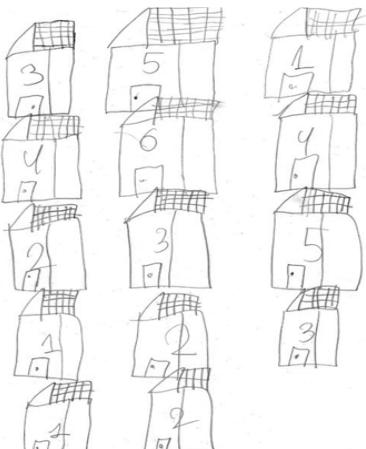
- A3: *E agora? Como vamos fazer?*
A1: *Vamos juntar de quatro em quatro e ver quanto dá!*
A4: *Professora, a gente pode usar 20kg?*
Pesquisadora: *Pode!*

É possível observarmos que a ideia de agrupar vem de encontro com a habilidade EF04MA06 presente na BNCC:

Resolver e elaborar problemas envolvendo diferentes significados da multiplicação (adição de parcelas iguais, organização retangular e proporcionalidade), utilizando estratégias diversas, como cálculo por estimativa, cálculo mental e algoritmos (Brasil, 2017, p. 291).

O grupo considerou 40 pessoas, pois $40:4=10$ é uma divisão exata. Dessa maneira, como 4 pessoas produzem 20 kg, utilizaram o algoritmo da multiplicação $20 \times 10 = 200$ kg em um período de uma semana. Por fim, como a pergunta era em trinta dias, consideraram em seu modelo que um mês possui 4 semanas, finalizando com $200 \times 4 = 800$ kg, ou seja, seguindo o modelo proposto pelos estudantes, em um mês poderia ser acumulado por quarenta moradores dessa quadra um total de 800 kg de lixo. Na Figura 3 temos os registros produzidos pelo Grupo A.

Figura 3 – Registros da fase matematização da situação Resíduos Sólidos do Grupo A.

Número de habitantes por residência	Cálculos
	$ \begin{array}{r} 3 \\ + 5 \\ + 1 \\ + 4 \\ \hline 120 \text{ KG} \end{array} $ $ \begin{array}{r} 20 \\ \times 10 \\ \hline 200 \end{array} $ $ \begin{array}{r} 200 \\ \times 4 \\ \hline 800 \text{ KG} \end{array} $ $ \begin{array}{r} 3 \\ + 5 \\ + 3 \\ + 2 \\ + 1 \\ + 5 \\ + 3 \\ + 2 \\ + 4 \\ \hline 42 \end{array} $

Fonte: Autores da pesquisa (2022)

No decorrer desta resolução, pode-se perceber que o Grupo A, necessitou de apoio da pesquisadora, em relação à interpretação da situação e na transcrição para a linguagem matemática, também ficou evidente a insegurança no desenvolvimento dos cálculos, sempre precisando do consentimento da pesquisadora para a continuidade. Este grupo representou por meio de registros simbólicos a quantidade de moradores em cada casa, utilizando-se de desenhos, e indicando valores aleatórios em cada casa. Verifica-se a manifestação dos processos aditivos para resolver essa situação.

O Grupo B, conduzido pelo aluno B3, optou por considerar que em todas as casas moravam dois adultos e duas crianças, pois, de acordo com os dados da tabela, em uma semana esses moradores acumulariam em média 19,410 kg de lixo, como verificamos no diálogo: “B3: Vamos fingir que em cada casa moram quatro pessoas igual essa aqui?”, e os demais alunos do grupo responderam: “B1 e B2: Vamos!”.

Logo de início decidiram realizar quatorze somas sucessivas do número 19,410, porém encontraram dificuldades para os cálculos, como podemos observar nas seguintes falas B2: “Nossa é muito grande!”, B3: “Mas como vamos fazer aqui?”. Nesse momento, a pesquisadora interveio mediando o Grupo por meio do diálogo:

Pesquisadora: Olha só, quantas vezes esse número tem aqui?

B3: Quatorze.

Pesquisadora: Então você tem quatorze vezes esse número. Como podemos fazer?

B3: Continha de vezes?

Pesquisadores: Tenta fazer.

Assim sendo, resolveram adotar o algoritmo da multiplicação para a resolução do problema, concluindo que $19,410 \times 14 = 271,740$ kg em um período de uma semana. No modelo desenvolvido pelo Grupo B podemos perceber a estratégia de um dos significados da multiplicação: adição de parcelas iguais (Brasil, 2017, p. 291). Vale ressaltar que para desenvolver a multiplicação com números decimais, houve o seguinte questionamento B3: “Professora, e essa vírgula?”, nesse momento a pesquisadora se posicionou frente a lousa, solicitou a atenção de todos e explicou o processo de contagem das casas decimais.

Por último, visando descobrir quantas semanas teriam trinta dias realizaram o cálculo $7 \times 5 = 35$, o grupo optou por considerar que um mês tem 5 semanas, B3: “Como uma semana tem sete dias e $7 \times 4 = 28$ é pouco, $7 \times 5 = 35$ dá certo, então é só fazer a conta.”. Efetuaram assim o último cálculo $271,740 \times 5 = 1.358,700$ kg. De acordo com o Grupo B, poderia ser acumulado por cinquenta e seis pessoas dessa quadra um total de 1.358,700 kg no período de um mês. Na Figura 4 ilustramos as respostas do Grupo B.

Figura 4 – Registros da fase matematização da situação de Resíduos Sólidos do Grupo B.

Somas sucessivas	Algoritmo da Multiplicação	Cálculos
$ \begin{array}{r} 1 \\ 19,410 \\ 19,410 \\ 19,410 \\ 19,410 \\ 19,410 \\ 19,410 \\ 19,410 \\ 19,410 \\ +19,410 \\ 19,410 \\ 19,410 \\ 19,410 \\ 19,410 \\ \hline 40 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 1 \\ 19,410 \\ \times 14 \\ \hline 177,640 \\ 19410 \\ \hline 271,740 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 7 \times 5 = 35 \\ \hline 271,740 \\ \times 5 \\ \hline 1358,700 \end{array} $

Fonte: Autores da pesquisa (2022)

O Grupo C com a iniciativa do aluno C1 começou a fase da matematização com o desenho da quadra composta pelo número de habitantes por residência, em seguida, utilizaram os dados da tabela e assim como o Grupo A arredondaram o valor de 19,410 kg para 20 kg, assim sendo, consideraram que cada pessoa produziria 5 kg de lixo por semana, que segundo a fala de C1: “Como quatro pessoas juntas têm 20 quilos, então separadas cada uma tem 5”.

Dessa forma, realizaram a soma dos quilos acumulados em cada residência o que resultou em 160 kg, porém se analisarmos os registros vemos que na realidade seriam 180 kg, para efeito dos cálculos tal erro não interfere, pois diminuiria apenas o número de habitantes.

Para responder a questão norteadora, o grupo realizou os cálculos de quantas semanas teriam trinta dias: $7 \times 4 = 28 + 2 = 30$ dias, logo consideraram que um mês tem quatro semanas, realizando o algoritmo $160 \times 4 = 640$ kg. Na Figura 5 ilustramos as respostas do Grupo C.

Figura 5 – Registros da fase matematização da situação de Resíduos Sólidos do Grupo C.

Número de habitantes por residência	Cálculos

Fonte: Autores da pesquisa (2022)

Podemos observar que os grupos adotaram estratégias distintas, porém em todos os casos houve a compreensão e registros da resolução da questão norteadora apresentada. O momento proporcionou o desenvolvimento do raciocínio lógico, classificação das informações mais relevantes e utilização dos algoritmos matemáticos.

É importante destacar que houve momentos em que foi necessário o apoio da pesquisadora para a continuidade da resolução, como por exemplo, no algoritmo da multiplicação com números decimais. Nesse instante, seguiu-se a proposta de Biembengut (2013), de interromper e desenvolver a matemática necessária, isto é, apresentar à turma como se dá o processo, e assim sanar as dúvidas para dar sequência a resolução.

Na etapa do modelo matemático cada grupo realizou uma apresentação para os demais, explicando o raciocínio desenvolvido, como solucionaram a pergunta da atividade e os resultados obtidos. Nesse momento a pesquisadora questionou os grupos sobre o que eles poderiam concluir em sua realidade com os dados matemáticos obtidos, no sentido de fazer uma reflexão sobre a geração dos resíduos em situações mais amplas quando comparadas a uma quadra residencial, ou seja, fazendo com que os estudantes refletissem sobre o seu bairro, município, estado, país e mundo.

Em seguida, cada representante do grupo se posicionou em frente à lousa para comparar os resultados obtidos e validar os modelos matemáticos. Esse momento tornou-se significativo para os estudantes, pois eles puderam expor suas soluções e aprender com os outros grupos caminhos distintos para a resolução do problema, além disso, puderam concluir que “se continuar assim, daqui a pouco não tem mais lugar pra tanto lixo” (C2).

Para finalizar, com a colaboração da turma, a pesquisadora retomou os momentos vivenciados desde o início da aula, relembrando as principais informações e conhecimentos

adquiridos, enfatizando a importância da matemática para entender e procurar soluções para os problemas ambientais presentes na sociedade.

Enfim, na atividade sobre resíduos sólidos pode-se perceber que houve participação, cumprimento das tarefas e espírito comunitário, além disso, verificou-se a produção e conhecimento matemático; produção de um trabalho de modelagem em grupo; extensão e aplicação do conhecimento (Biembengut, 2013).

Do mesmo modo que desenvolveram a capacidade de colaboração no grupo, a abordagem do tema transversal Meio Ambiente contribuiu para a compreensão de noções básicas referentes ao meio ambiente, colaborando para mudanças de comportamentos e hábitos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abordar problemas ambientais que ocorrem em nosso cotidiano, como por exemplo, a geração de resíduos sólidos, o desperdício de água, a poluição, etc., apresenta-se adequado para trabalharmos conceitos matemáticos presentes nos conteúdos estruturantes, como também o desenvolvimento de capacidades de interpretação, levantamento de hipóteses, cálculos, representações, oralidade, oportunizando um ensino de Matemática mais contextualizado, favorecendo uma aprendizagem com maior significado aos estudantes.

A Modelagem Matemática articula conteúdos curriculares com a Educação Ambiental contextualizado o ensino de Matemática, tornando-o significativo e socialmente referenciado, utilizando problemas da realidade dos estudantes como ponto de partida para a aprendizagem. A principal forma de articulação é feita por meio dos TCT - Meio Ambiente.

Deste modo, esta pesquisa apresenta contribuições da Modelagem Matemática para o ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: (i) contextualização de problemas reais; (ii) integração curricular e conceitos matemáticos: os estudantes são levados a mobilizar conhecimentos matemáticos (como a adição de parcelas iguais, proporcionalidade, cálculo por estimativa e algoritmos) de maneira integrada e progressiva. A metodologia exige a tradução da situação-problema real para a linguagem matemática, utilizando expressões numéricas, fórmulas, diagramas, gráficos ou tabelas; (iii) desenvolvimento de competências: a utilização da MM em temas ambientais é potente para o desenvolvimento de competências gerais e específicas da Matemática previstas na BNCC, como o raciocínio lógico, a

argumentação, a resolução de problemas e a tomada de decisões fundamentadas. A metodologia favorece a problematização de situações do cotidiano dos estudantes, extrapolando a mera abordagem conteudista; (iv) processo instigador e crítico: a aplicação da MM proporciona um ambiente instigador e estimulador da busca por novos conhecimentos e da observação crítica do ambiente. Ao trabalhar a consciência ambiental por meio da Modelagem, os alunos são levados a refletir e a se reconhecer como elementos na relação homem e natureza, culminando na reflexão sobre a relevância do saber matemático e científico para as práticas socioambientais.

Durante o desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática, e com base nos diálogos e análises realizadas, pode-se concluir que a fase de interação foi essencial para a familiarização, os alunos foram participativos e capazes de relacionar os assuntos à sua realidade. Também ficou evidente que o maior obstáculo aos alunos se apresentou na fase da matematização, pois o momento necessitou a interpretação da situação proposta, trabalho em grupo, seleção de dados relevantes para a resolução da questão, linguagem e conceitos matemáticos. Finalmente a etapa do modelo matemático foi significativa, pois foram momentos oportunos para a contextualização, validação e avaliação dos resultados obtidos, sempre visando o desenvolvimento da educação ambiental e a abordagem do tema transversal Meio Ambiente.

Os três grupos, durante resolução da situação-problema sobre Resíduos Sólidos, mobilizaram principalmente conceitos de aritmética e um dos significados da multiplicação, conforme detalhado a seguir: (i) adição de parcelas iguais e somas sucessivas: esta estratégia, que é um dos significados da multiplicação, foi observada no Grupo B, que inicialmente optou por realizar quatorze somas sucessivas do número 19,410 para calcular o total de lixo em uma semana, antes de adotar o algoritmo da multiplicação. O Grupo A também utilizou processos aditivos para calcular o número de moradores por residência; (ii) multiplicação (algoritmo e significado): todos os grupos utilizaram o algoritmo da multiplicação para realizar os cálculos finais e intermediários. Foi necessário até mesmo que a pesquisadora explicasse à turma o processo do algoritmo da multiplicação com números decimais, devido a questionamentos do Grupo B; (iii) adição de parcelas iguais e proporcionalidade: o Grupo B, ao reconhecer que tinha o mesmo número quatorze vezes, passou a utilizar a multiplicação, exemplificando a estratégia de adição de parcelas iguais, uma habilidade prevista na BNCC. O Grupo A utilizou

a multiplicação para calcular a produção de lixo de 40 pessoas, demonstrando a aplicação do conceito de proporcionalidade; (iv) divisão: o Grupo A utilizou o cálculo de divisão exata para determinar quantos grupos de 4 pessoas havia em sua quadra; (v) cálculo por estimativa e arredondamento utilizado pelo Grupo C; (vi) números decimais: o número inicial de lixo produzido, 19,410 kg, envolve números decimais. Embora os Grupos A e C o tenham arredondado para um número inteiro (20 kg), o Grupo B trabalhou com o número decimal completo, e o desafio de realizar a multiplicação com números decimais surgiu durante a matematização; (vii) representação e raciocínio lógico: De forma geral, o momento proporcionou o desenvolvimento do raciocínio lógico, a classificação das informações mais relevantes e a utilização de algoritmos matemáticos. A tradução da situação-problema para a linguagem matemática envolveu a obtenção de expressões numéricas e o uso de registros simbólicos (como desenhos e indicações de valores aleatórios) para representar a quantidade de moradores em cada casa.

Esse estudo visou contribuir para o campo de pesquisa envolvendo a prática da Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, por meio de temas transversais, como e o caso dos resíduos sólidos. Dessa maneira, verificou-se que é possível utilizar tal metodologia por meio de problematizações acerca da realidade dos alunos, levando-os a observar de maneira crítica o ambiente os quais estão inseridos, sendo capazes de constatar a relevância do saber matemático e científico para as práticas socioambientais e modelando cenários futuros. Partindo desse viés, a transversalidade se faz vantajosa no sentido de proporcionar um ambiente instigador, estimulador da busca por conhecimentos novos, tornando o aluno capaz de manipular dados, interpretar, propor resultados e elaborar hipóteses.

Assim sendo, este trabalho contribui para a validação quanto à viabilidade da abordagem de problemas ambientais por meio da Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Conforme Biembengut (2013, p. 18), “pode valer como método de ensino-aprendizagem de Matemática em qualquer nível escolar, das séries iniciais a um curso de pós-graduação. Não há restrição!”.

O estudo resultou em um Produto Educacional em forma de Caderno de Atividades, capaz de integrar dados, conceitos matemáticos e a conservação ambiental, oferecendo um recurso prático para o ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Nesse contexto, a nossa pesquisa proporciona o desenvolvimento de futuras investigações, como por exemplo: formação do professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental; análise das diferentes modelações produzidas pelos alunos e professores; discussão acerca do tema transversal Meio Ambiente; desenvolvimento da Educação Ambiental nesse nível de ensino; elaboração de produtos educacionais no mestrado profissional; entre outras.

REFERÊNCIAS

- BIEMBENGUT, Maria S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 5. ed., 3. reimpr. São Paulo: Contexto, 2013.
- BIEMBENGUT, Maria S. **Modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: ciências e matemática**. 1. Ed. São Paulo: Contexto, 2019.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- LOIZOS, Peter. Vídeo, filme e fotografias como documentos de pesquisa. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Org.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 137-155.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2013.
- ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Nova York: ONU, 2018. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- SILVA, Keila C.; SAMMARCO, Yanina M. Relação ser humano e natureza: um desafio ecológico e filosófico. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 01-12, mai./ago. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.34019/2594-4673>.

<https://monografiasambientais.ufsm.br/index.php/amb/article/view/490>. Acesso em: 24 jun. 2025.

TORTOLA, Emerson. **Configurações de modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2016. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

ZANELLA, M. S. **Tarefas de modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental:** um estudo com alunos alemães e brasileiros. 2016. (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

HISTÓRICO

Submetido: 25 de junho de 2025.

Aprovado: 15 de dezembro de 2025.

Publicado: 16 de dezembro de 2025.