Sociedade Brasileira de Educação Matemática

RIPEM

Diálogos evidenciados em prática de Modelagem nos anos iniciais do Ensino Fundamental

Karen Ramos
Universidade Federal do ABC
Santo André, SP — Brasil
✉ karen.ramos@ufabc.edu.br
0000-0001-7233-6265

Regina Helena de Oliveira Lino Franchi
Universidade Federal do ABC
Santo André, SP — Brasil
✉ regina.franchi@ufabc.edu.br
0000-0002-9549-1134

CC BY NC SA

2238-0345 ISSN

10.37001/ripem.v14i4.3920 doi

Recebido • 18/03/2024
Aprovado • 13/05/2024
Publicado • 15/10/2024

Editor • Gilberto Januario

Resumo: Neste artigo busca-se identificar de que modo o diálogo pode ser evidenciado em uma prática de Modelagem Matemática, desenvolvida com o tema "poluição do ar", com alunos do quinto ano do Ensino Fundamental. Os dados foram obtidos a partir de anotações do caderno de campo da pesquisadora e gravações em áudio e vídeo. A análise foi feita mediante identificação e caracterização dos atos dialógicos de acordo com o Modelo de Cooperação Investigativa e análise das qualidades de comunicação segundo referenciais sobre diálogo em educação. Como resultados, foi possível evidenciar em todas as etapas do processo de modelagem elementos que qualificam a comunicação entre os participantes, estabelecem um ambiente de investigação dialógico e abrem possibilidades para cooperação e reflexão crítica sobre o tema estudado.

Palavras-chave: Educação Matemática. Modelagem Matemática. Diálogo. Educação Matemática Crítica.

Dialogues evidenced in Modelling practice in the Early Years of Elementary School

Abstract: In this paper, we aim to identify how the dialogue can be evidenced in a Mathematical Modelling practice about air pollution, developed with fifth-year elementary school students. The data were gathered from researcher's field notes and audio and video recordings. The analysis was made by identification and characterization of dialogical acts according to the Investigative Cooperation Model and analyzing the quality of communication according to references about dialogue in education. As results, we found that it was possible to highlight in every step of the modelling process, elements that qualify the communication among the participants, stablishing an investigative and dialogical environment, opening possibilities to cooperation and critical reflection about the theme studied.

Keywords: Mathematics Education. Mathematical Modelling. Dialogue. Critical Mathematics Education.

Diálogos evidenciados en la práctica de modelación en los primeros años de la escuela primaria.

Resumen: En este artículo buscamos identificar cómo se puede evidenciar el diálogo en una práctica de Modelación Matemática, desarrollada con la temática de la contaminación del aire, en el quinto año de la Educación Primaria. Los datos se obtuvieron de notas en el cuaderno de campo del investigador y de grabaciones de audio y video. El análisis se realizó identificando y caracterizando actos dialógicos según el Modelo de Cooperación Investigativa y analizando

las cualidades de la comunicación según referentes sobre el diálogo en educación. Como resultado, fue posible resaltar elementos en todas las etapas del proceso de modelación que califican la comunicación entre los participantes, estableciendo un ambiente dialógico de investigación, abriendo posibilidades para la cooperación y la reflexión crítica sobre el tema estudiado.
Palabras clave: Educación Matemática. Modelación matemático. Diálogo. Educación en Matemática Crítica.

1 Introdução

A Modelagem Matemática[1] tem sido praticada em contextos escolares e constitui área de pesquisa na Educação Matemática. Tem como característica a abordagem de situações ou problemas da realidade com uso da Matemática para representar e analisar as informações, buscando compreender o contexto e encontrar soluções para os problemas estudados.

Nas práticas de Modelagem a comunicação entre os participantes é importante. Como as atividades acontecem em grupos, ocorrem oportunidades de interação em vários momentos, desde a escolha do tema a ser investigado até a busca e análise das soluções encontradas para as problematizações levantadas. Isso pode ser observado em práticas de Modelagem desenvolvidas em diferentes contextos e níveis de ensino, como relatam os autores Ferruzzi e Almeida (2015) e Silva e Silva (2021). É importante que essa comunicação abra espaço para que participantes possam apresentar ideias e considerar as contribuições apresentadas para fazer suas escolhas e propor soluções, construindo conhecimento coletivamente. Assim a Modelagem pode favorecer a constituição de ambientes dialógicos em sala de aula.

A prática de Modelagem que abordamos neste artigo[2] é o projeto Poluição do Ar, desenvolvido no quinto ano do Ensino Fundamental, em 2022. Os estudantes tiveram acesso ao relatório da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), mediante o qual perceberam que, durante o isolamento social na pandemia de Covid-19, a qualidade do ar era boa na estação medidora próxima à escola. A quantidade de Material Particulado (MP), poluente eliminado no ar pelos automóveis, era baixa e aumentou após esse período. A partir dessa constatação, decidiram pesquisar alternativas para substituir os automóveis por outros meios de transporte que poluem menos.

Neste artigo buscamos responder à questão: *de que modo o diálogo pode ser evidenciado em práticas de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental?* Para tanto, propusemos como objetivos identificar e caracterizar diálogos ocorridos na prática em questão. Para a análise usamos referenciais da Modelagem Matemática, da Educação Matemática Crítica (EMC) e dos diálogos na Educação. Apresentamos a seguir uma síntese desses referenciais.

2 Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental

Há vários modos de entender e fazer a Modelagem no ensino (Menezes, Braga, Santo & Bairral, 2022). As concepções dos pesquisadores sobre Modelagem têm similaridades na essência de trazer para a sala de aula situações da realidade para serem investigadas, mas apresentam peculiaridades de acordo com a visão de cada autor. Levando em conta também aspectos apontados por outros autores em situações específicas e que não entram em conflito

[1] Usamos Modelagem e Modelagem Matemática com o mesmo significado.
[2] Este artigo compõe a dissertação de mestrado – em formato *multipaper*, escrita pela primeira autora e orientada pela segunda – defendida no Programa de Pós-Graduação em Ensino e História das Ciências e Matemática da Universidade Federal do ABC.

com a concepção utilizada, consideramos para este estudo a concepção de Franchi (2020, p. 201):

> Modelagem Matemática é uma proposta pedagógica caracterizada pela criação de um ambiente para investigação sobre um tema ou situação-problema, por meio da Matemática, que possibilita a aprendizagem da Matemática, o desenvolvimento das potencialidades do estudante, bem como de sua capacidade de reflexão crítica no contexto do tema ou situação-problema.

Quando pensamos na Modelagem especificamente nos anos iniciais do Ensino Fundamental, surgem vários questionamentos: como são as aulas de Matemática nesse ciclo? Quais são os objetivos? O que dizem os documentos curriculares? Seria a Modelagem uma alternativa para esse nível de ensino?

Nas práticas de sala de aula nos anos iniciais, há uma preocupação em introduzir conteúdos de matemática ligados às operações fundamentais, com a ideia de instrumentalizar os estudantes com o conhecimento dos respectivos algoritmos e do uso adequado dessas operações em problemas matemáticos. Podemos estabelecer um paralelo entre o ensino da leitura e da escrita e o ensino das operações matemáticas ou conceitos envolvendo números. Mais do que ensinar a ler e escrever, é preciso alfabetizar (em sentido amplo). Também não basta ensinar cálculos. É preciso buscar a alfabetização matemática, que envolve não apenas saber as operações, com compreensão, como também aplicá-las em contextos diversos, além da escola.

Com enfoque similar, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC – (Brasil, 2018, p. 266, menciona o termo "letramento matemático":

> O Ensino Fundamental deve ter compromisso com o desenvolvimento do **letramento matemático**, definido como as competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas. É também o letramento matemático que assegura aos alunos reconhecer que os conhecimentos matemáticos são fundamentais para a compreensão e a atuação no mundo e perceber o caráter de jogo intelectual da matemática, como aspecto que favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, estimula a investigação e pode ser prazeroso (fruição).

Quanto aos anos iniciais do Ensino Fundamental,

> No que diz respeito ao cálculo, é necessário acrescentar, à realização dos algoritmos das operações, a habilidade de efetuar cálculos mentalmente, fazer estimativas, usar calculadora e, ainda, para decidir quando é apropriado usar um ou outro procedimento de cálculo.
>
> Portanto, a BNCC orienta-se pelo pressuposto de que a aprendizagem em Matemática está intrinsecamente relacionada à compreensão, ou seja, à apreensão de significados dos objetos matemáticos, sem deixar de lado suas aplicações. Os significados desses objetos resultam das conexões que os alunos estabelecem entre eles e os demais componentes, entre eles e seu cotidiano e entre os diferentes temas matemáticos (Brasil, 2018, p. 276).

Tortola (2016, p. 44) levanta questionamentos acerca da formação matemática dos estudantes nos anos iniciais e aponta necessidade de mudanças: “Será que temos proporcionado condições para que eles não apenas estudem os conteúdos, mas possam utilizar a matemática para além do contexto escolar e, além disso, sejam capazes de produzir novos conhecimentos matemáticos e científicos?”. Para ele, “olhar para a Modelagem Matemática nesse período escolar, contudo, requer um (re)pensar sobre questões que abarcam sua prática e seu entendimento” (p. 43).

Nos anos iniciais, muitos conceitos matemáticos são trabalhados, porém as metodologias nem sempre vão ao encontro do aprender para vida. Tortola (2016, p. 238) argumenta: “Como esperamos que nossos alunos identifiquem problemas, seja no âmbito escolar ou fora da escola, se eles sempre receberam problemas prontos e bem definidos, com todos os dados e informações disponíveis em seus enunciados?”.

Possibilidades de mudanças nas práticas pedagógicas também são apontadas por Silva (2018, p. 9), quando apresenta a Modelagem de forma específica aos pedagogos em formação, ou seja, futuros docentes dos anos iniciais:

> A Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática, concebida como metodologia de ensino, tem sido apontada, no âmbito da Educação Básica, como uma mudança em relação às práticas educativas vigentes, correspondendo a ações mais dinâmicas, atraentes e de estabelecimento de relações entre a Matemática e o cotidiano dos educandos.

É importante que estudantes tenham oportunidades além daquelas com problemas já formulados, dados apresentados e elaborados para serem resolvidas com informações fornecidas. Isso pode ser conseguido abordando questões do cotidiano do aluno, como a ida ao supermercado. Para saber se o dinheiro que possui é suficiente para comprar dois chocolates, ele terá que investigar o valor, verificar se há dinheiro suficiente e se haverá troco. A operadora de caixa não perguntará se ele tem dinheiro suficiente. Esse é um dos diferenciais da Modelagem. A problematização, os dados, as relações com tratamento das informações e a solução partem dele. A iniciativa para solucionar questões rotineiras do estudante é estimulada, incentivada e apoiada pelo grupo e pela docente.

Na Modelagem, após coletarem informações a respeito do problema, os estudantes conversam, opinam, analisam, elaboram estratégias e decidem coletivamente sobre possíveis soluções para a questão problematizadora. Dessa forma utilizam a criticidade, já que a tomada de decisão é baseada nos critérios que os estudantes avaliam e indicam. Tortola (2016, p. 42) apresenta essa questão no uso da Modelagem nos anos iniciais, relacionando-a com a atuação na sociedade:

> A Modelagem Matemática é proposta como uma alternativa para as práticas pedagógicas associadas à sala de aula, práticas que visam promover o ensino e a aprendizagem de matemática e uma formação na qual os alunos são preparados para atuar de forma crítica e autônoma na sociedade.

De acordo com Ramos e Franchi (2024), durante o processo de Modelagem, os estudantes utilizam conceitos matemáticos que já possuem ou buscam conceitos ainda não conhecidos, mas necessários para a resolução. Assim, a Modelagem favorece a aprendizagem de conceitos matemáticos, que adquirem significado com a necessidade de utilização na prática. Isso pode ser interessante para a fase na qual os conceitos estão sendo construídos. Jocoski

(2020, p. 21), quando caracteriza a Modelagem nessa etapa de ensino, destaca essa importância: "nessa faixa etária a Modelagem Matemática na Educação Matemática preocupa-se em proporcionar a formação de conceitos pelas crianças".

Outro aspecto interessante é o caráter interdisciplinar dessas práticas, apontado por autores como Borgo e Burak (2011); Franchi (2020); e, falando dos anos iniciais, Teodoro e Kato (2021). Na Modelagem é importante haver uma postura interdisciplinar, pois, para a solução dos problemas investigados, podem ser necessários conhecimentos de diferentes áreas. Nos anos iniciais, o docente que ministra a Matemática ministra também outras disciplinas. Desse modo, o professor polivalente, atuando como mediador e desafiando os estudantes a buscar respostas, pode estimulá-los a olhar para diferentes aspectos dos problemas e considerar conhecimentos diversos. Tendo liberdade para gerir o planejamento e desenvolvimento das aulas, pode trabalhar conteúdos de disciplinas relacionados aos problemas em estudo.

Pode haver diferentes objetivos ao desenvolver uma prática de Modelagem. Entre eles podemos dizer dos que têm como referência a EMC, cujo principal nome é Ole Skovsmose. A EMC preocupa-se com o papel sociopolítico da Educação Matemática e sua influência nas relações de poder na sociedade. Um de seus principais pilares é a educação para a democracia (Skovsmose, 2013). Quando a Modelagem é desenvolvida conforme a EMC, dizemos que está de acordo com a perspectiva sociocrítica da Modelagem (Kaiser & Sriraman, 2006). Tem como objetivo a compreensão crítica do mundo, de modo a promover o desenvolvimento de competências críticas para atuação na sociedade e a cidadania. Desenvolver práticas de Modelagem na perspectiva sociocrítica está em consonância com as orientações da BNCC (Brasil, 2018) para o Ensino Fundamental, principalmente sobre o letramento matemático, que propicia aos estudantes o reconhecimento da importância dos conhecimentos matemáticos para compreensão e atuação na sociedade.

Nas práticas de Modelagem, em especial nas desenvolvidas na perspectiva sociocrítica, destaca-se a comunicação entre os participantes. Por ser uma prática realizada em grupos, o diálogo se faz presente como forma de comunicação respeitosa e democrática, oportunizando a construção coletiva do conhecimento. Apresentamos a seguir referenciais a respeito do diálogo em educação.

3 O diálogo em práticas pedagógicas

Nas relações entre professores e estudantes, podem existir diferentes padrões de comunicação. Um deles, que nem sempre se estabelece nas aulas ditas tradicionais, mas que pode acontecer em práticas investigativas como a Modelagem, é o diálogo. As comunicações dialógicas têm características específicas que pretendemos enfatizar e que dizem respeito à forma democrática e respeitosa como é conduzida a comunicação entre todos.

A comunicação dialógica é importante para conhecer o pensamento, a visão de mundo e os questionamentos do estudante, possibilitando a conversa *com o outro*, em um movimento de troca e aceitação. Para Ambrósio (2013, p. 1078),

> Se considerar o pensamento do aluno, ouvi-lo e deixar que ele conjecture a sua maneira, ao invés de impor um modo de pensar já estabelecido, o professor dá aos aprendizes a oportunidade de construir o próprio conhecimento, que será muito mais significativo e duradouro. Daí a importância do respeito, da humildade e da confiança.

Freire (1993, p. 42) afirma que o diálogo se apresenta como uma exigência da existência humana, pois por meio dele apresentamos nossa visão de mundo ao outro:

> O diálogo é o encontro entre os homens, mediatizados pelo mundo, para designá-lo. Se ao dizer suas palavras, ao chamar ao mundo, os homens o transformam, o diálogo impõe-se como o caminho pelo qual os homens encontram seu significado enquanto homens; o diálogo é, pois, uma necessidade existencial.

Para Freire e Shor (1986) é através do diálogo que caminhamos para nos reconhecer como seres sociais, culturais e históricos, pertencentes à determinada sociedade, repleta de cultura construída historicamente. Por isso, "o diálogo deve ser entendido como algo que faz parte da própria natureza histórica dos seres humanos. É parte de nosso progresso histórico do caminho para nos tornarmos seres humanos" (p. 64).

A democracia também é citada por Freire (1993) quando discorre a respeito do diálogo. Diz ser necessário saber falar, ouvir, dar voz a todos os envolvidos, compreendendo assim a visão de mundo do outro, trocando conhecimentos e agindo para a transformação da sociedade em um ambiente mais democrático. A educação, algo especificamente humano, torna-se uma intervenção no mundo.

O diálogo é um dos pontos-chave para uma pedagogia libertadora e crítica, proposta por Freire (1993). Reconhecer nossa condição humana em constante transformação possibilita agir para transformar o mundo. Por parte dos estudantes esse diálogo mostra-se como uma abertura ao mundo do outro e possibilita que troquem informações, se instruam e construam conhecimento novo. Freire aponta alguns elementos que são necessários para a constituição do diálogo: amor ao mundo e aos homens; humildade; esperança; fé; confiança; e pensar verdadeiro. Para Streck, Redin e Zitkoski (2010, p. 237), "o desafio freiriano é construirmos novos saberes a partir da situação dialógica que provoca a interação e a partilha de mundos diferentes, mas que comungam do sonho e da esperança de juntos construirmos nosso ser mais".

Nos ambientes de aprendizagem apresentados por Alrø e Skovsmose (2010), o trabalho coletivo e a comunicação são destaque. Em alguns deles, os chamados Cenários para Investigação, são evitadas atividades pautadas em exercícios de repetição, chamadas pelos autores de paradigma do exercício. Atividades de investigação, geralmente organizadas a partir de projetos, são abertas e vão se constituindo conforme as necessidades durante seu desenvolvimento. O estudante é protagonista.

Os autores apresentam os atos dialógicos – comunicações com certas qualidades que possibilitam a aprendizagem e podem aparecer em Cenários para Investigação – e levantam alguns desses atos no Modelo de Cooperação Investigativa (Modelo CI), porém indicam que outros também podem ocorrer. São eles: entrar em contato, perceber[3], reconhecer, posicionar-se, pensar alto, reformular, desafiar e avaliar. A seguir apresentamos situações em que esses atos podem surgir.

No Modelo CI, no início da investigação, estudantes e professores *entram em contato* iniciando a cooperação. Nesse movimento, o professor *percebe* o entendimento dos estudantes e o modo como transformam questões da realidade a serem resolvidas com o uso das ferramentas da matemática. *Reconhece* o posicionamento deles frente aos problemas a serem investigados.

Os estudantes *posicionam-se* expondo ideias, ponderando opiniões e gerando novos encaminhamentos na investigação. Ao *pensarem alto*, eles apresentam espontaneamente suas

[3] Ao utilizar o Modelo CI, usamos termos idênticos aos descritos por Alro & Skovsmose (2010) para nomear atos dialógicos. Na versão em língua inglesa, um deles foi alterado: o termo *perceber*, utilizado pelos autores como *location* na língua inglesa, foi substituída por perceiving, por melhor se adequar ao significado usualmente atribuído nas publicações em língua portuguesa e às análises feitas no artigo.

ideias, que podem ser validadas ou investigadas para possíveis encaminhamentos e levar à *reformulação* da compreensão do grupo e do professor e à alteração do percurso da investigação em busca de alternativas. Com essas informações o professor consegue *desafiar*, questionando e propondo possibilidades. Pode também *avaliar* encaminhamentos e junto com os estudantes definir novos caminhos para busca de soluções. "Os atos de comunicação inclusos no modelo de cooperação investigativa trazem os alunos e suas perspectivas para o centro do palco do processo educativo. Novos instrumentos de aprendizagem passam a estar disponíveis, e novas qualidades de aprendizagem tornam-se possíveis" (Alrø & Skovsmose, 2010, p. 72).

Segundo Dalvi, Rezende e Lorenzoni (2020, p. 21), "a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica favorece a comunicação dialógica". No processo de investigação há necessidade de comunicação entre os participantes, que precisam mostrar seus pontos de vista acerca do tema estudado, ouvir opiniões dos colegas, analisar informações de que dispõem e buscar estratégias para alcançar seus objetivos – agem em cooperação, constroem conhecimento e refletem criticamente sobre as soluções e implicações no contexto estudado. Assim, além das características dialógicas, o ambiente favorece a reflexão e a crítica, contribuindo para o desenvolvimento da cidadania.

Neste artigo analisamos os diálogos em uma prática de Modelagem no projeto Poluição do Ar. Para isso utilizamos o Modelo CI proposto por Alrø e Skovsmose (2010) e os referenciais sobre Modelagem Matemática, EMC e diálogos em Educação. Na próxima seção apresentaremos os procedimentos metodológicos.

4 Contextualização e procedimentos metodológicos

O projeto Poluição do Ar, no qual a prática de Modelagem Matemática está inserida, foi realizado na sala do quinto ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental Darcy Ribeiro, localizada na cidade de Santo André, estado de São Paulo. As atividades de todo o projeto foram realizadas nas aulas regulares da docente da turma, que também é a pesquisadora, totalizando 15 encontros de 90 minutos cada, entre os meses de maio e setembro de 2022. Participaram 30 estudantes com idade aproximada de 10 anos, trabalhando em grupos.

Os dados foram obtidos a partir das transcrições das gravações em áudio dos trabalhos de um dos grupos e das intervenções da professora quando esteve nesse grupo para acompanhamento e orientação. Compõem o grupo quatro estudantes: Ma, Mi, Mu e Ro. Buscamos identificar diálogos ocorridos entre os estudantes e também entre os estudantes e a docente; e caracterizar esses diálogos de acordo com o Modelo CI apresentado por Alrø e Skovsmose (2010). Para evidenciar os termos usados nesse modelo – *entrar em contato*, *perceber*, *reconhecer*, *posicionar-se*, *pensar alto*, *reformular*, *desafiar* e *avaliar* – eles foram destacados em itálico.

Em trabalho anterior (Ramos & Franchi, 2023) analisamos diálogos evidenciados nos dados relativos a esse grupo em apenas uma das etapas da Modelagem. Aqui, buscamos evidenciar os diálogos em todo o projeto desenvolvido, numerando as etapas conforme ocorreram:

Etapa 1 - Investigação inicial e escolha do tema.

Etapa 2 - Problematização.

Etapa 3 - Pesquisa investigativa para a escolha de possíveis soluções.

Etapa 4 - Escolha do grupo sobre a proposta de solução a ser investigada.

Etapa 5 - Investigação e coleta de dados sobre a proposta de solução feita pelo grupo.

Etapa 6 - Registro sobre os dados investigados e justificativas para a escolha.

Etapa 7 - Plenária para apresentação das soluções dos grupos e reflexão crítica sobre o tema.

Essas etapas correspondem a uma adaptação das 5 etapas descritas por Burak (2004): escolha do tema, pesquisa investigativa, levantamento de problemas, resolução de problemas e análise crítica de soluções. A adaptação que fizemos visa retratar o que efetivamente ocorreu em sala de aula durante o desenvolvimento do projeto de Modelagem. As etapas abarcam idas e vindas em um processo de modelagem que não é linear (Burak, 2004).

Ao final fazemos uma análise global dos diálogos caracterizados, considerando também, além do Modelo CI, outros referenciais a respeito do diálogo em práticas pedagógicas, como Faustino (2018), Freire (1993) e Freire e Shor (1986).

Apresentamos a seguir a análise dos diálogos evidenciados na prática de Modelagem.

5 Identificação e caracterização de diálogos evidenciados na prática

Analisamos momentos da comunicação entre os participantes da prática de Modelagem. Consideramos esses momentos como diálogos, pois neles as relações são horizontais – estudantes e professores têm igual importância, todos se pronunciam com respeito e escutam os pontos de vista do outro: "escutar, no sentido aqui discutido, significa a disponibilidade permanente por parte do sujeito que escuta para a abertura à fala do outro, ao gesto do outro, às diferenças do outro" (Freire, 1993, p. 61). Além disso, representam momentos em que se busca "construir novos significados em um processo colaborativo de investigação" (Alrø & Skovsmose, 2010, p. 120). Contemplam também os três aspectos ideais levantados pelos autores para relacionar o diálogo à aprendizagem: "1- realizar uma investigação; 2- correr riscos e 3- promover a igualdade" (p. 123). Correr risco diz respeito à imprevisibilidade dos desdobramentos que podem ocorrer decorrentes da natureza da atividade e da forma democrática da comunicação.

O tema do projeto Poluição do Ar surgiu do interesse sobre doenças no aparelho respiratório, a partir do estudo de conteúdo do livro didático. Os alunos decidiram estudar sobre poluição do ar e seus efeitos na nossa saúde. Nessa etapa todos os grupos investigaram inicialmente (Etapa 1) os tipos de poluição e fizeram registros dos dados obtidos. Posteriormente, a partir de informações sobre a grande quantidade de material particulado no ar, proveniente da fumaça dos carros, escolheram o tema (Etapa 1) "poluição do ar produzida pelo uso de automóveis para locomoção". Entendemos que houve uma delimitação do tema geral escolhido inicialmente. Solicitou-se aos grupos que fizessem um registro escrito sobre o que tinham pesquisado. Por se tratar do início do projeto, os estudantes tinham alguma resistência para trabalhar em grupo e dificuldade para tomar decisões considerando a opinião de todos. Auxiliando-os e passando informações sobre o registro escrito, a professora *estabelece contato* e *percebe* que os estudantes estão tomando a decisão de dividir a escrita em partes (parágrafos) que ficariam a cargo de cada um do grupo. Busca então orientar a escrita para que o texto não fique fragmentado e estimula a participação de todos.

> Professora: *O que é a poluição do ar? Você vai escrever sobre o que é a poluição do ar. Qual era o segundo?* [referindo-se ao assunto a ser abordado]
> Mu: *O segundo era a poluição dos carros.*

Professora: *Então, como a poluição dos carros acontece? O que afeta? É um texto com as informações que vocês já coletaram, que tá tudo aqui ó. Certo?!* [refere-se às anotações dos estudantes na pesquisa investigativa inicial sobre o tema]
Mu: *Certo! Poluição do ar...*
Mi: *Então gente, a gente vai começar o texto. Poluição do ar diminui a expectativa de vida. Causadores da poluição. Poluição dos veículos.*
Mi: *Sim. E vai começar pelo nosso amigo Mu. Primeiro parágrafo e depois sou eu.*
Ro: *Então Mu, a gente vai começar por onde?*
Mu: *A poluição do ar diminui a expectativa de vida, causadores da poluição e a poluição dos veículos.*
Mu: *Primeiro a gente vai fazer o texto e depois a gente vai ler.*
Ma: *A gente começou, cada um é para fazer um parágrafo?*
Professora: *Não. O texto é em grupo, não é individual. Vocês vão escrever juntos, vão decidir juntos o que vai ser escrito.*
Mi: *Ah, entendi.*

Notamos nesse diálogo que os participantes também *estabelecem contato* com a docente, levam em consideração o que é dito por ela e *se posicionam* sobre os conteúdos a serem colocados no texto. Também *se posicionam* sobre a forma de construção do texto planejada por eles. Interpretamos que, ao dizer "*Ah, entendi*", estão considerando a possibilidade de *reformular* a maneira de construir o texto a partir das intervenções feitas.

Na Etapa 2 **(**Problematização) os estudantes examinam os relatórios da Cetesb sobre a qualidade do ar no período de junho de 2021 a junho de 2022, para comparar as alterações na qualidade do ar durante o isolamento social devido à pandemia de Covid-19 e depois dele. Solicitou-se que elaborassem questionamentos a respeito de um problema para o qual deveriam procurar soluções. Esse tipo de solicitação difere do que eles estão habituados a realizar em sala de aula, e é perceptível a dificuldade em organizar as informações e fazer questionamentos. Em diversos momentos os estudantes *pensam alto* na estrutura da pergunta e, em seguida, começam a responder. No entanto, apesar da dificuldade, o grupo consegue estabelecer um diálogo, com respeito às diferentes opiniões.

Ma: *O que a gente tem que fazer?*
Mi: *A gente tem que fazer uma super conta da pandemia de 2021, exato? Igual de 2022, como que era, como mudou, não é isso? Ou era pra escrever dos carros, como que era de 2021? Em 2021 os carros eram menos movimentados e hoje tem mais, por isso a poluição.*
Professora: *Selecionei a diferença de um ano para que possam comparar. Melhorou, piorou, está igual? O que causou isso? Como eu posso fazer uma pergunta que se refira a isso? Então tentem começar a escrever a pergunta e podem me chamar que eu ajudo igual eu fiz ali com o grupo do Ra.*
Mi: *Vamos fazer como? Estava pensando no que a professora falou. Vamos começar dos carros. A poluição foi assim. Vamos escrever Ro. É você que vai escrever? Então põe assim…*
Mi: *A poluição do ar mudou muito entre 2021 e 2022. Em 2021 era menos poluição, muito diferente por causa da pandemia.*
Mi: *Então, a pandemia, deixa eu ver… Professora a gente vai fazer uma pergunta como se a gente tivesse perguntando...*
Mi: *Então a gente pode pôr assim: 1- Mudou muito entre 2021 e 2022?*
Ma: *Mudou muito por causa dos carros, diminuiu porque não tinha carros nas ruas.*
Mi: *Sobre a poluição do ar, que diminuiu muito em 2021, estava muito baixa. Entendeu Ma? Em 2022 aumentou mais, entendeu? O Ro colocou assim: em 2021 a poluição baixou muuuuuito, porque, por causa dos carros, motos e caminhões. Não estava mais na rua, mas estava guardado.*
Mi: *Porque em 2022, por que a poluição aumentou? Porque a pandemia começou a ficar mais fraquinha, os carros começaram a voltar e foi aumentando.*

Mi: *A pandemia estava ficando mais baixa. Conforme os carros foram saindo aumentou a poluição.*
Ro: 2- *Porque em 2022 a poluição está voltando tanto?*

Percebemos que os estudantes *pensam alto*, *reconhecem* as diferentes contribuições, *se posicionam* e *reformulam* até encontrar uma questão que consideram satisfatória.

Como desdobramento das atividades, tendo discutido em conjunto na sala sobre as questões apresentadas, eles concluíram que o aumento da circulação de carros gerou o aumento da poluição. Foram *desafiados* a propor alternativas que pudessem diminuir a circulação de carros nas ruas. Embora não escrito de forma explícita, havia um novo problema formulado (Etapa 2 - Problematização). Para decidir sobre que tipo de meio de transporte o grupo apresentaria como alternativa, foi necessária nova pesquisa (Etapa 3 - Pesquisa investigativa para a escolha de possíveis soluções).

O trecho a seguir refere-se ao momento de transição entre a Etapa 3 (Pesquisa investigativa para a escolha de possíveis soluções) e a Etapa 4 (Escolha do grupo sobre a proposta de solução a ser investigada). Enquanto os outros grupos rapidamente decidem sobre uma proposta de solução, esse grupo demora a decidir. Os estudantes conversam com a professora sobre as alternativas que estavam pesquisando. Para ajudá-los a tomar a decisão sobre qual seria a escolha do grupo, ela *estabelece contato* e busca conhecer suas ideias, *percebe* as opiniões de cada participante e estimula a reflexão sobre todas elas.

Professora*: Vamos lá. Qual foi a solução levantada pelo grupo?*
Mi: *A gente tava pensando em trem.*
Professora*: Trem é uma solução. Não utiliza combustível que polui, é elétrico.*
Mi: *A gente tava pensando no trem pra falar sobre ele. O Ma falou sobre o avião também.*
Professora: *É ótimo, adoraria andar de avião, mas como faço pra ir do aeroporto até minha casa? Precisaria de outro carro?*
Mi: *O Ro falou de motocicleta. Eu falei de moto.*
Professora: Motocicleta e moto são a mesma coisa. Eles poluem menos que o carro?
Mi: *Acho que não.*
Professora: *Ro, foi você que colocou a moto? Por que você acha que a moto é uma boa opção?*
Ro: *Eu acho que ela polui menos que o carro.*
Professora: *Mas vocês vão pesquisar isso ainda?*
Mi: *Tem que pesquisar.*
Mi: *Acabei de consultar, a moto polui 16 x mais que o carro. Eu coloco a moto.*
Professora: *Mi, ela polui 16 vezes mais, é isso?*
Mu, Ro, Ma [riem e respondem]: *Sim. Risca essa. Passa um X aqui que essa tá fora da lista.*
Professora: *Essa opção continua aqui?*
Mi: *Moto não...*

Notamos que o aluno Ro propõe, sem muita reflexão, a moto como opção. Ele *pensa alto* e apresenta opinião. A professora *desafia* os estudantes a justificar essa proposta. Após pesquisas, eles avaliam e *reconhecem* sua inviabilidade. Com base nos dados obtidos, todos do grupo *posicionam-se* contra.

O grupo continua suas discussões e pensa no carro elétrico como alternativa. Em determinado momento o aluno Ma *percebe* a necessidade de fazer comparações entre os dados e se *posiciona.*

Ma: *Primeiro a gente pode pesquisar assim: o quanto um carro polui? Aí, depois a gente compara com o trem e pesquisa: o quanto que um trem polui?*
Ma: *Coloca ali só, quanto um carro elétrico polui.*
Mi: *Um carro elétrico produz 25g de* CO_2.
Mu: *O carro elétrico afeta menos o meio ambiente.*
Mi: *A gente tem que comparar, entendeu? Porque tipo assim, desde ontem a gente estava querendo comparar isso. Então a gente tem que comparar. Se o trem polui mais ou se o carro polui mais.*

Há nesse momento certa confusão sobre o tipo de comparação que teriam que fazer para defender o trem como a alternativa inicialmente pensada pelo grupo, e a professora intervém.

Ma: *A gente estava comparando o carro elétrico com o trem.*
Professora: *Não é carro elétrico, é carro normal.*
Mi: *Sim. Ah, é verdade, é carro normal.*

A intervenção foi no sentido de esclarecer que tinham que comparar a alternativa proposta pelo grupo com o tipo de carro que estava circulando, o carro com motores a combustão. O estudante *reconhece*.

A professora *percebe* o encaminhamento do grupo para o trem como alternativa e estimula os participantes a buscar dados que possibilitem fazer comparação (Etapa 5 - Investigação e coleta de dados sobre a proposta de solução feita pelo grupo), *desafiando-os* a comparar a quantidade de passageiros por viagem no trem e no carro.

Professora: *Vocês sabem quantas pessoas cabem no carro e no trem?*
Mi: *Muitos.*
Professora: *Não é muitos, precisamos de números para poder comparar.*
Mi: *Peraí.* [O aluno para e vai pesquisar a informação na internet]
Mu: *No carro cabem 5.*
Professora: *Olha lá, escrevam isso, por favor, gente! Registrem.*
Professora: *Quantos cabem num carro?*
Ma: *5.*
Professora: *Então eu posso dizer que um trem tira quantos carros da rua?*
Mi: *Vários.*

Nesse momento o aluno Mi *pensa alto***,** sem muita reflexão. Mas, em seguida, a professora o *desafia* a estabelecer parâmetros para a comparação.

Professora: *Não são vários, precisa da quantidade, como você compara com vários?*
Ma: *5 até 7. Professora, de 5 até 7 pessoas cabem dentro do carro, depende porque tem carro que é grande.*
Mi: *Uma coisa boa, o trem é bom.*
Mi*: Quais os meios de transporte que mais poluem?*
Ma: *Automóveis, ônibus, caminhões, e veículos motorizados são a maior causa de poluição nas cidades do mundo.*
Ma: *Deviam fazer o trem no meio da cidade. Um trem tem capacidade para 250 passageiros e para levar esse mesmo número de pessoas seriam necessárias 3 horas com 50 carros e geralmente o trânsito não tem capacidade. Por isso é viável o transporte sobre trilhos.* [fazendo referência a informações obtidas da internet]
Mi: *de 250* [passageiros].
Mu: *Não, tudo.*
Mi: *Tira 50 carros ou 3 ônibus.*
Mi: *Vamos chamar a professora. Professora, você sabia disso?*

No diálogo anterior vemos momentos em que os estudantes *pensam alto*, emitindo opiniões (como quando Mi diz que o trem é bom). Mas seguem procurando informações. Ma encontra a informação e a apresenta ao grupo. Ao *reconhecerem* que a informação foi encontrada, os alunos querem apresentá-la à professora para informá-la a respeito dos dados encontrados e não simplesmente para validá-los. A docente é vista como integrante do grupo e não como alguém que avalia.

Iniciando a Etapa 6 (Registro sobre os dados investigados e justificativas para a escolha), os estudantes consultam as anotações, confrontam as informações obtidas com aquilo que conhecem sobre a cidade, com dados numéricos e com as contas que fizeram a partir dos dados e ponderam sobre a escolha do grupo. É perceptível a preocupação em apresentar as informações corretas. No diálogo a seguir notamos que os estudantes *avaliam* as informações e *reformulam* o registro sobre a malha ferroviária de Santo André e sobre o nome das estações. Um deles *pensa alto* sobre os nomes das estações e compara-os com as informações obtidas, o que o deixa intrigado.

> Mi: *Mu, você está escrevendo sobre o quê? Sobre os trilhos né?! A gente já escreveu isso, a gente tem que escrever outro tipo de coisa.*
> Mu: *É, eu vou botar aqui Santo André tem 174,8 e não 140 km.*
> Mi: *Tem o quê?*
> Mu: *174 km.*
> Ma: *O que ele falou que eu não entendi?*
> Mu: *Que Santo André tem 174,8 quilômetros de trilhos.*
> Ma*: Ah, entendi.*
> Mu: *Quantas estações a cidade de Santo André tem? Prefeito Celso Daniel…*
> Mu: *Prefeito Saladino, Pirelli, Utinga. Vou pôr isso aqui, na nossa cidade temos 4 estações de trem.*
> Mi: *Você não achou estranho estar escrito Pirelli aí?*
> Ma: *É estação. Não é marca de pneu.*
> Mi: *Onde você viu isso, tem certeza?*

Após esse questionamento os estudantes voltam à escrita do registro, questionam sobre cada item que julgavam necessário estar escrito e voltam ao questionamento principal que seria justamente a solução proposta pelo grupo: substituir os carros com motor à combustão por trem. Colocam o tamanho da malha ferroviária e a quantidade de estações de trem, e isso deixa o estudante Mu em dúvidas sobre se seria viável o uso do trem. Ele *avalia* a quantidade de estações na cidade, *percebe* que o número de estações é insuficiente e se *posiciona* dizendo que "*teria que ter mais estações*". Para o estudante não seria possível que todos chegassem até as estações, devido à distância e ao tamanho da cidade. Ele *percebe* que, talvez sozinha, a escolha do grupo não atenda à necessidade de transporte de pessoas, sem utilização dos automóveis.

> Ma: *você colocou tudo aí? As contas e o que estava escrito?*
> Mu: *As contas do carro, as contas dos trilhos.*
> Mi: *A gente já fez as contas dos trilhos, dos carros, tá tudo feito.*
> Mu: *As estações de trem não são suficientes. Se uma pessoa mora longe, ela tem que usar o carro ou automóveis.*
> Ma: *Tá, não tem conta.*
> Mu: *3, 4, estações só, se mora longe, como é que ela vai andar tanto para chegar na estação de trem? Tem que ter mais estação de trem.*
> Mi: *Mostra pra professora. Coloca o ponto depois de Utinga.*

Na Etapa 7 (Plenária para apresentação das soluções dos grupos e reflexão crítica sobre o tema) cada grupo expõe suas investigações e conclusões. Para isso, a professora adota a dinâmica de entrevistar os grupos, buscando garantir que todos os aspectos pesquisados e as respostas às problematizações levantadas sejam apresentados para a sala e possibilitem reflexões sobre os temas pesquisados. Ela estabelece um diálogo com os grupos para ajudá-los a apresentar seus dados, refletir sobre eles e se *posicionar*. Os estudantes do grupo 3 se *posicionam* para toda a turma, apresentam os pontos positivos e negativos da escolha de solução feita por eles e *avaliam* sua viabilidade. Não conseguem concluir se a opção do grupo é adequada. *Reconhecem* que o trem poderia substituir os carros, mas que essa solução apresenta dificuldades, pois seriam necessárias mais estações e mais investimentos que, segundo informações do próprio grupo, seriam altos.

Professora: *Agora nós temos aqui o grupo 3 e gostaria de perguntar qual é a opção de vocês para resolver o problema?*
Mu: *A nossa opção é o trem.*
Ma: *A gente descobriu que o trem consegue carregar 250 pessoas e consegue tirar 50 carros das ruas.*
Mi: *E a gente pensou também sobre o quilômetro da ferrovia e pensando nessa solução do trem como é bem caro, talvez não seja uma solução muito boa, porque o custo da linha férrea é de seis milhões por quilômetro, então não é uma boa solução por ser bem cara.*
Mu: *Eu vou falar o ponto negativo, não tem muitas estações de trem pela cidade, então a gente precisa melhorar isso, porque quando a pessoa mora longe ela vai ter que utilizar o automóvel que polui o ar, então não vai adiantar nada usar o automóvel que polui o ar e ir para o trem, porque ele vai poluir o ar.*
Professora: *Do mesmo jeito...*
Mu: *Do mesmo jeito...*
Professora: *Eu queria perguntar para o Mi. Mi, na nossa cidade tem quantas estações de trem?*
Mi: *São 4.*
Professora: *São 4 estações de trem. Será que só essas 4 estações conseguem fazer todos os moradores da nossa cidade usarem o trem?*
Professora: *Nós temos 4 estações de trem na nossa cidade, Prefeito Saladino, Prefeito Celso Daniel, Utinga e Capuava. Cada estação dessa está num bairro diferente, algumas mais próximas como é Utinga de Prefeito Saladino que não são estações distantes, mas elas transportam paro um bairro. Como o Mu disse, não transportam para muito longe. Existe alguma opção, por exemplo, para que quando sair na estação Prefeito Celso Daniel, lá do centro de Santo André, eu consiga chegar em casa sem usar carro? Vamos supor que sua casa é aqui no bairro. É perto? É longe? Seria um problema? Seria uma solução?*
Mi: *Seria um problema, porque é longe e o carro, tipo, que leva mais rápido para a casa, então, não seria uma solução muito boa.*
Professora: *Não seria uma solução muito boa?*
Mi: *Sim.*
Mu: *E o trem, como não tem muitas estações, você tem que andar às vezes muito para chegar aonde você quer, porque, tipo, sua casa é ali e o trem é aqui, aí ele vai passar assim, depois assim, tipo, vai demorar para ele chegar.* [O estudante se refere a fazer baldeação]
Professora: *Eu entendi, ele passa em outros lugares antes, é isso?*
Ma: *a passagem do trem é mais barata do que comprar um carro e você tem que levar para a sua casa para poder andar.*
Professora: *E qual é o problema de levar para casa? Não entendi esta questão.*
Ma: *Porque muita gente não tem condição de comprar um carro.*
Mi: *A passagem do trem é bem mais barata, custa de 4 a 5 reais.*
Mu: *Como aumentou o preço da gasolina, muitas pessoas têm dificuldade, na pandemia também está difícil, a gente precisa utilizar mais o trem para não poluir*

> *muito o ar, é mais barato que você comprar um carro e ir lá abastecer e você anda mais.*

É possível perceber pelo diálogo que os estudantes *avaliam* a viabilidade da solução proposta por eles, validando ou não a solução para condições específicas da realidade (Etapa 7 - Reflexão crítica sobre o tema).

> Professora: *o grupo fecha a possibilidade que vocês pesquisaram que o trem é uma solução viável para a nossa cidade?*
> Mi: *Não muito, mas por que...*
> Professora: *Nós precisamos responder com sim ou não.*
> Mi: *É...*
> Professora: *Ela resolve o problema dos automóveis?*
> Mi: *Sim.*
> Professora: *Ela resolve a locomoção da casa para o trabalho?*
> Mi: *Não.*

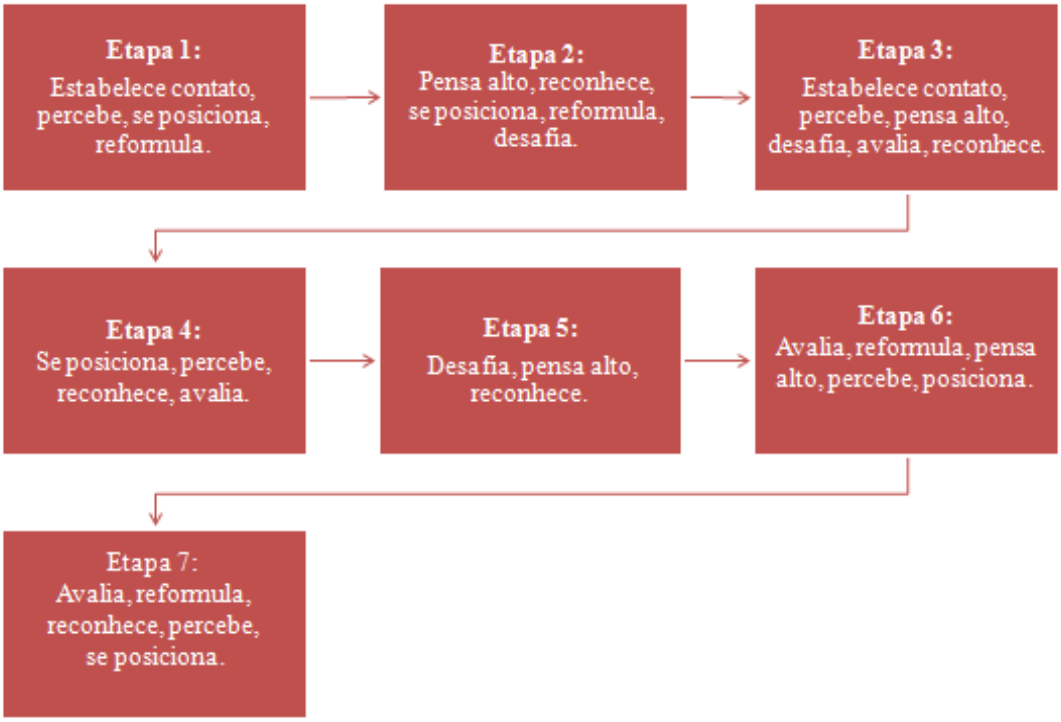
É perceptível a mudança de postura dos estudantes ao longo de todo o processo. Inicialmente eles se *posicionam* com base em opiniões pessoais, sem critérios ou dados que as confirmem. Ao longo da investigação os estudantes, desafiados a fundamentar suas afirmações com dados e argumentos, muitas vezes *percebem* que suas impressões iniciais nem sempre estão corretas. Passam a considerar as informações, as opiniões dos colegas, *reconhecem* e *reformulam* suas percepções.

A seguir apresentamos uma análise global dos diálogos evidenciados e caracterizados, considerando também, além do Modelo CI, outros referenciais a respeito do diálogo em práticas pedagógicas.

6 Análise global dos diálogos evidenciados

Para evidenciar e caracterizar os diálogos apresentados anteriormente, baseamo-nos no Modelo CI apresentado por Alrø e Skovsmose (2010). Utilizamos os atos dialógicos (*pensar alto, estabelecer contato, perceber, reconhecer, avaliar, desafiar, reformular* e *posicionar-se*) para evidenciar as qualidades desses diálogos em relação à aprendizagem. Percebemos que todos esses atos dialógicos ocorreram em algum momento, apareceram nas falas dos estudantes e da professora, evidenciando a qualidade da comunicação. Notamos também que os atos dialógicos aconteceram em todas as etapas do projeto. Na Figura 1 apresentamos os que foram identificados em cada etapa, conforme já descrito e analisado no texto.

Figura 1: Atos dialógicos presentes por etapa



Fonte: dados da pesquisa (2022)

Interpretamos que a presença dos atos dialógicos tem relação com a intervenção da professora que requereu, em alguns momentos, a emergência de alguns desses atos. Sempre atenta aos trabalhos dos grupos e aberta a ouvir, ela identificou momentos em que foi necessário esclarecer; incentivou a participação; estimulou a problematização; e desafiou a buscar informações, a justificar os posicionamentos e respostas. Ao final, na plenária, procurou estratégias para garantir que todos os resultados dos grupos fossem apresentados e discutidos, possibilitando a reflexão e o posicionamento dos estudantes de forma respeitosa.

Assim, ao realizar a investigação, o diálogo foi estabelecido e foi possível ter uma visão mais fundamentada do problema e da solução. A fundamentação ocorreu a partir da obtenção dos dados e das análises feitas com base nos diálogos nos grupos, usando muitas vezes ferramentas matemáticas. Para Alrø e Skovsmose (2010, p. 133), "participar de um diálogo é também uma forma de ação e produção de significado mediante o uso da linguagem. Dialogar significa agir em cooperação".

Identificamos ao longo do projeto, por meio da comunicação estabelecida, os elementos apontados por Freire (1993) para caracterizar o diálogo: amor ao mundo e aos homens, humildade, esperança, fé, confiança e pensar verdadeiro. Na busca de propostas para melhorar a qualidade do ar, os estudantes demonstram amor ao mundo e aos homens ao procurar transformar o local que vivem em um ambiente melhor e mais saudável. Mostraram um pensar verdadeiro ao apresentar ao grupo suas ideias sobre a realidade e colocá-las em discussão, ouvindo e levando em consideração as opiniões dos outros. Atuaram com confiança, fundamentando suas propostas, demonstrando a fé, a humildade e a esperança de quem tenta transformar a realidade e não se contenta em apenas esperar – mas, ao mesmo tempo, revelaram ter consciência de suas limitações.

Nos dados coletados do grupo 3 encontramos particularidades que vão ao encontro das ideias de Freire (1993, p. 67) quando afirma que "o diálogo antecede a ação no planejamento, fornece dados para a problematização, fundamenta e alicerça a reflexão levando os homens para a ação transformadora". No projeto Poluição do Ar, os estudantes mostraram, por meio do diálogo, que buscavam mudanças em seu ambiente e para isso organizaram suas ideias, investigaram e se basearam nessas informações para levantar possibilidades de melhoria na sua cidade, ou seja, "para alcançar os objetivos da transformação, o diálogo implica responsabilidade, direcionamento, determinação, disciplina, objetivos" (p. 67). Foi possível visualizar esses elementos ao longo do projeto.

A relação dialógica também ocorreu entre a professora e os estudantes. Eles viam a professora como integrante do grupo. Os envolvidos tinham espaço de fala e escuta, o que está de acordo com Faustino (2018, pp. 48-49): "A escuta ou a fala não são tarefas exclusivas de um dos sujeitos do processo educativo. Ambos participam do processo; por isso professor e estudante podem dizer, podem escutar, podem dialogar".

Desse ambiente dialógico pode surgir a busca pela transformação social, como afirmam Freire e Shor (1986, p. 65): "o diálogo sela o relacionamento entre os sujeitos cognitivos, podendo, a seguir, atuar criticamente para transformar a realidade". Essa busca pela transformação ficou evidente nos diálogos dos integrantes envolvidos na busca de informações para a escolha correta da proposta para melhorar a qualidade do ar na cidade.

O diálogo, segundo Freire e Shor (1986, p. 28), pode gerar mobilização: "se os estudantes se envolvem uns com os outros em um diálogo crítico, encaro isso como um ato de mobilização, porque decidiram tornar-se seres humanos que investigam juntos sua própria realidade". Essa mobilização pode acompanhar os estudantes quando atuam fora da escola: "se o processo for libertador, os estudantes e os professores empreenderão uma transformação que inclui o contexto fora da sala de aula" (p. 27).

Devido ao tema poluição do ar envolver questões ambientais, um estudante disse que poderia ajudar de outras maneiras e distribuiu sementes que, segundo ele, "*ajudaria a melhorar a quantidade de oxigênio no ar*". Assim, buscou maneiras de amenizar o problema atuando em seu meio para transformar – nesse caso, possibilitando aumentar o número de árvores no bairro.

Essa participação condiz com as ideias de Freire e Shor (1986, p. 60) sobre a participação dos estudantes: "eles realmente aprendem a participar. Mas o que é impossível é ensinar participação sem participação. É impossível só falar sem experimentá-la. [...] Democracia é a mesma coisa: aprende-se democracia fazendo democracia".

Dessa forma podemos afirmar que o projeto Poluição do Ar, em que a prática de Modelagem estava inserida, conseguiu por meio do diálogo promover "a manutenção dos princípios democráticos" (Faustino, 2018, p. 201), o que ocorreu por intermédio de respeito, aceitação de ideias dos outros, apresentação das próprias ideias, da fala e da escuta, argumentação sobre as estratégias matemáticas, pensamento e posicionamento crítico que favoreceram a democracia. Os estudantes tiveram possibilidades de utilizar o diálogo, o conhecimento matemático e o trabalho em grupo. No dizer de Faustino, quando crianças aprendem matemática de forma dialógica, "aprendem a trabalhar em grupo, a ajudar um ao outro e a se engajar e resolver colaborativamente as atividades. Sendo assim, a partir de uma interação dialógica, as crianças aprendem não só matemática, mas aprendem a interagir de forma democrática" (p. 20).

7 Considerações

Neste artigo apresentamos e analisamos dados da pesquisa de mestrado intitulada *O diálogo em práticas de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: suas manifestações e contribuições para a formação do estudante*. Os dados foram coletados pela pesquisadora-docente ao longo do projeto Poluição do Ar, no qual a prática de Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica estava inserida. Buscamos responder à questão norteadora "*De que modo o diálogo pode ser evidenciado em práticas de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental?*". Os diálogos foram evidenciados por meio da caracterização da comunicação entre participantes de acordo com o Modelo CI apresentado por Alrø e Skovsmose (2010). Foram também identificados na prática, considerando as etapas do desenvolvimento do projeto; e analisados, de modo global, considerando referenciais a respeito do diálogo em práticas pedagógicas como Faustino (2018), Freire (1993) e Freire e Shor (1986).

A poluição do ar é uma questão ambiental global que preocupa também a população da cidade. Na prática de Modelagem, os estudantes puderam coletivamente refletir sobre essa situação, problematizar a partir da realidade deles, investigar informações confiáveis, propor soluções, refletir de forma crítica a respeito das alternativas de solução propostas e decidir, assim, sobre a viabilidade ou não da solução no contexto estudado.

Buscar informações confiáveis e analisar dados permite aos alunos não somente a matematização através do tratamento da informação, mas também relacionar os dados de forma prática a acontecimentos do dia a dia. Nesse caso que analisamos, os estudantes indicaram a substituição de carros a combustão por trens como meio de transporte, argumentando que isso teria como consequência a diminuição da poluição. Porém reconheceram que essa alternativa não seria, de forma isolada, adequada para resolver o problema de transporte na cidade.

Esse tipo de projeto possibilita a abordagem de conteúdos do currículo escolar de forma interdisciplinar. E isso pode ser facilitado nos anos iniciais pela mobilidade e dinamismo que o professor polivalente tem para planejar e desenvolver práticas particulares (Teodoro & Kato, 2021). Na prática que analisamos foi possível a abordagem de temas de: geografia, ao estudar mobilidade urbana; ciências, ao estudar a composição e a emissão dos poluentes; linguagem oral e escrita, ao registrar e expor essas informações; história, ao pesquisar fatos sociais em épocas diferentes; e artes, para visualmente representar os dados e os resultados. Ao final do projeto foi realizado um debate no qual os estudantes defenderam suas propostas, o que evidenciou, pelas práticas orais, o conhecimento construído não apenas para cumprir as exigências da escola, mas também para a vida dos estudantes.

As atividades em sala de aula aconteceram de maneira a privilegiar os diálogos entre todos os envolvidos e tomadas de decisões coletivas. Foi fundamental que os diálogos acontecessem entre todos os estudantes e entre os estudantes e a docente para que se atingissem os objetivos relacionados à aprendizagem dos conteúdos curriculares e para a formação de cidadãos críticos e ativos para uma sociedade democrática, como interessa à EMC.

Para próximos estudos, sugerimos como aprofundamento desta pesquisa uma investigação sobre o diálogo na etapa da problematização, dando atenção às dificuldades apresentadas pelos estudantes.

Referências

Alrø, H. & Skovsmose, O. (2010). *Diálogo e aprendizagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte, MG: Autêntica.

Ambrósio, A. C. S. (2013, Julho-Dezembro). O diálogo em Paulo Freire: contribuições para o ensino de matemática em classes de recuperação intensiva. *Colloquium Humanarum*, *10*(Especial), 1072-1078.

Borgo, V. T. K. & Burak, D. (2011). Modelagem matemática: da interdisciplinaridade à transdisciplinaridade. In: *Anais da VII Conferência Nacional de Modelagem em Educação Matemática* (pp. 1-14). Belém, PA.

Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF.

Burak, D. (2004). Modelagem Matemática e a sala de aula. In: *Anais do I Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática* (pp. 1-23). Londrina, PR.

Dalvi, S. C.; Rezende, O. L. T. & Lorenzoni, L. L. (2020). Comunicação dialógica na articulação dos conhecimentos matemático, tecnológico e reflexivo a partir de uma prática de modelagem na educação básica. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, *13*(3), 277-285.

Faustino, A. C. (2018). "*Como você chegou a esse resultado?*"*: o diálogo nas aulas de matemática dos anos iniciais do Ensino Fundamental*. 224f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual de São Paulo. Rio Claro, São Paulo.

Ferruzzi, E. C. & Almeida, L. M. W. de. (2015). Diálogos em modelagem matemática. *Ciência e Educação, 21*(2), 377-394.

Franchi, R. H. de O. L. (2020). A abordagem de conteúdos de Matemática em práticas de Modelagem e as implicações para o currículo. *Com a palavra, o professor, 5*(11), 199-219.

Freire, P. (1993). *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra.

Freire, P. & Shor, I. (1986). *Medo e ousadia: o cotidiano do professor* (10. ed.). Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra.

Jocoski, J. (2020). *Modelagem Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: possibilidades para o ensino de matemática*. 100f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná.

Kaiser, G. & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *The International Journal on Mathematics Education*, *38*(3), 302-310.

Menezes, R.; Braga, R. M.; Santo, A. O. E. & Bairral, M. A. (2022). Tarefas de Modelagem Matemática em um curso online e síncrono no Virtual Math Teams com GeoGebra (VMTcG). *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 12*(4), 1-21.

Ramos, K. & Franchi, R. H. de O. L. (2023). Qualidades do diálogo identificadas em uma prática de modelagem matemática. In: *Anais da XII Conferência Nacional de Modelagem na Educação Matemática* (pp. 1-14). Porto Alegre, RS.

Ramos, K. & Franchi, R. H. de O. L. (2024). Investigação sobre o uso de máscaras na pandemia e contribuições para a formação do aluno nos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Caderno Pedagógico, 21*(6), e5120.

Silva, R. M. & Silva, K. A. P. (2021). Diálogos em atividades de modelagem matemática: uma análise à luz da educação matemática crítica. *Actio*, *6*(2), 1-22.

Silva, V. S. (2018). *Modelagem Matemática na formação inicial de pedagogos*. 189f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, PR.

Skovsmose, O. (2013). *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. Campinas, SP: Papirus.

Streck, D.; Redin, E. & Zitkoski, J. J. (Org.). (2010). *Dicionário Paulo Freire*. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2010.

Teodoro, F. P. & Kato, L. A. (2021). A prática pedagógica com Modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Revista EM TEIA*, *12*(3), 1-25.

Tortola, E. (2016). *Configurações de modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental*. 305f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, PR.