

DOI:<https://doi.org/10.23925/2358-4122.72201>

Modelagem na Educação Matemática e a formação de um sujeito
complexo: reflexões sobre as práticas
*Modeling in Mathematics Education and the formation of a complex subject:
reflections on practices.*

Laynara dos Reis Santos Zontini¹
Isabela de Fátima Halila Marcondes²

RESUMO

Esse artigo apresenta resultados de uma pesquisa qualitativa fenomenológica orientada pela pergunta: O que se mostra dos elementos da complexidade nas práticas com Modelagem Matemática? Essa pergunta nos levou a pesquisar sobre Modelagem na Educação Matemática (MEM), em especial na Educação Básica, e por isso trazemos elementos da perspectiva de Burak (2004). Ela também questiona sobre a teoria da complexidade, que fundamenta o tipo de sujeito que queremos formar. Além disso, a pergunta chama pelas vivências com a MEM. A prática aqui relatada teve como tema a Copa do Mundo e foi desenvolvida por estudantes de um 9º ano do Ensino Fundamental, de um colégio cívico militar do estado do Paraná. A produção de dados se deu por meio de caderno de campo, áudios gravados durante as atividades e entrevista com os estudantes. Os dados foram analisados qualitativamente permitindo concluir que ao assumir a MEM como metodologia de ensino, conseguimos (re)construir pensamentos que permeiam o ensino de Matemática e os modos de ensinar Matemática. A vivência mostrou vários elementos de formação de um sujeito complexo, como: conhecimento matemático, habilidades de comunicação, pensamento crítico e resolução de problemas, criatividade e pensamento original e colaboração e trabalho em equipe.

Palavras-chave: Modelagem Matemática, Sujeito Complexo, Educação Básica.

ABSTRACT

This article presents results from a qualitative phenomenological research guided by the question: What is revealed about the elements of complexity in practices with Mathematical Modeling? This question led us to research Mathematical Modeling in Mathematics Education (MEM), especially in Basic Education, and therefore we bring elements from Burak's perspective (2004). It also questions the theory of complexity, which grounds the type of subject we aim to form. Furthermore, the question calls for experiences with MEM. The practice reported here had the World Cup as its theme and was developed by 9th-grade students of Elementary School from a civic-military school in the state of Paraná. Data were produced through a field notebook, audio recordings during the

¹ Doutora em Educação. Professora do Instituto Federal do Paraná - campus Irati e PPGEN Unicentro. E-mail: laynara.zontini@ifpr.edu.br Orcid: 0000-0001-5850-1025

² Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. E-mail: halilaisabela@gmail.com Orcid: 0000-0002-3813-1343

activities, and interviews with the students. The data were analyzed qualitatively, allowing us to conclude that, by assuming MEM as a teaching methodology, we were able to (re)construct thoughts that permeate Mathematics teaching and the ways of teaching Mathematics. The experience showed several elements of the formation of a complex subject, such as: mathematical knowledge, communication skills, critical thinking and problem-solving, creativity and original thinking, and collaboration and teamwork.

Keywords: *Mathematical Modeling, Complex Subject, Basic Education*

Introdução

Para enfrentar os desafios presentes no ensino e na aprendizagem da Matemática, têm surgido novas metodologias que buscam auxiliar os professores em sala de aula e favorecer a compreensão e a interação dos estudantes. De modo geral, nelas o professor assume o papel de mediador, incentivando os estudantes a perceberem a relevância da Matemática no cotidiano e sua integração com outras áreas do conhecimento. Consideramos fundamental estabelecer uma conexão entre os temas estudados e a realidade dos estudantes, para que compreendam a importância da Matemática em sua vida, possam entender fenômenos naturais e desenvolver a capacidade de prever acontecimentos por meio de fórmulas e modelos matemáticos. De modo geral, é importante que o estudante utilize seus conhecimentos para investigar e questionar as situações que emergem no dia a dia.

Nesse sentido, corroboramos Zontini e Burak (2022), ao compreender que a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, tal como difundida por Burak (2004, 2010), apresenta uma preocupação explícita com o tipo de sujeito que desejamos formar.

Nossa pesquisa foi orientada pela pergunta: **O que se mostra dos elementos da complexidade nas práticas com Modelagem Matemática?** Essa interrogação convoca pela busca dos elementos da complexidade presentes nas práticas com a MEM, levando-nos a aprofundar compreensões sobre o pensamento complexo de Morin (2006) e sobre o tipo de sujeito complexo que se almeja formar. Ela também interroga a Modelagem na Educação Matemática, buscando clareza acerca da perspectiva adotada e de suas contribuições para a formação dos sujeitos. Além disso, essa interrogação solicita o relato e a análise de uma vivência prática com a MEM.

Para realizar a pesquisa, tratamos de uma prática de Modelagem Matemática desenvolvida com estudantes do 9º ano em um colégio cívico-militar no interior do estado do Paraná.

A estrutura do estudo está organizada da seguinte forma: após esta introdução, apresentamos o embasamento teórico; em seguida, discutimos os procedimentos metodológicos; posteriormente, analisamos a intervenção da professora; e, por fim, refletimos sobre os resultados obtidos, seguidos das considerações finais.

A Modelagem Matemática na perspectiva de Burak

A Modelagem Matemática vem sendo sugerida aos professores como uma metodologia inovadora em diversos espaços formativos, tais como os propiciados pelo estado do Paraná em grupos de estudos semestrais para os professores da rede pública, com o intuito de melhorar a aprendizagem dos estudantes através dos conhecimentos adquirido pelos professores cursistas. Essa metodologia tem sido vista como um ambiente que favorece os estudantes a compreenderem o mundo a sua volta, procurando desenvolver o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e a capacidade para criar/elaborar e resolver problemas.

De um modo geral, a Modelagem Matemática busca descrever e analisar fenômenos de um problema real, identificando variáveis relevantes, estabelecendo relações matemáticas entre elas usando essa modelagem para prever comportamentos futuros sobre o fenômeno em estudo.

No campo acadêmico reconhecemos a existência de diferentes perspectivas de Modelagem Matemática, mas nesta pesquisa trabalharemos com a Modelagem na Educação Matemática (MEM), tal como defendida por Burak (1992, 2004, 2010).

Burak (1992, p. 62) aponta que:

A modelagem matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões.

O objetivo da Modelagem, segundo o autor, é estabelecer uma relação para explicar de uma maneira matemática, os fenômenos ocorridos no dia a dia do cidadão.

Segundo Burak (1992, 2004), para acontecer a Modelagem são adotados dois princípios: 1) partir do interesse do grupo de pessoas envolvidas; e 2) obter as informações e os dados no ambiente onde se localiza o interesse do grupo. Sob esta ótica, para conseguir sucesso no processo de ensino e aprendizagem, o grupo precisa estar motivado em relação ao tema trabalhado, buscando informações para a resolução dos problemas.

Em nosso trabalho usamos a MEM na perspectiva de Burak (2004), e um dos fatores importantes nessa escolha é sua preocupação com a Educação Básica, etapa escolar em que vamos trabalhar. Além de outras particularidades dessa perspectiva, também nos agrada os encaminhamentos das etapas de desenvolvimento. As etapas sugeridas por Burak (2004) são:

Escolha do tema: O tema para a atividade com MEM precisa ser de interesse dos estudantes, por isso os estudantes ou os grupos de estudantes fazem essa escolha, sendo o assunto derivados da matemática ou não. O professor entra como mediador, dando liberdade aos estudantes.

Pesquisa exploratória: Neste momento o professor direciona os alunos na busca por materiais que forneçam suporte teórico referente ao assunto a ser pesquisado.

Levantamento dos problemas: Após a pesquisa, serão retirados os dados, levantando conjecturas referente às informações matemáticas, que proporcionem o aprendizado dos conteúdos, tendo o pensar matemático, sendo fundamental para a formação do cidadão crítico e autônomo na percepção de diferentes problemáticas.

Resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema: Consiste no início da matemática, responder os problemas levantados através dos conteúdos matemáticos, de forma compreensível, na sequência, organizar e ensinar o conteúdo, a partir da necessidade de responder às questões levantadas.

Análise crítica das soluções: Este é o momento em que se discute as soluções matemáticas e de que maneira esses podem promover melhores decisões e atos, auxiliando para a formação de seres atuantes, que possam transformar a sua realidade, sendo um momento importante da prática educativa.

As etapas, sugeridas por Burak (2004) e Burak e Klüber (2008), não são rígidas e permitem que os estudantes recomecem, pensem e voltem a remodelar a situação problema proposta, de acordo com as necessidades do grupo, sendo esse um fator muito importante para o objetivo da nossa pesquisa.

Elementos da Complexidade

Entendemos que é preciso fazer uma educação mais integrada, que considere a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade como princípios pedagógicos, que valorize a diversidade de saberes e experiências e que tenha como objetivo formar pessoas hábeis para compreender o mundo de maneira vasta, crítica e reflexiva, desenvolvendo habilidades e atitudes que lhes permitam enfrentar os desafios e buscar soluções para os problemas complexos da sociedade, tendo na intencionalidade que a consciência nunca é autossuficiente, mas sempre está voltada para algo.

A teoria da complexidade na educação, segundo Edgar Morin, propõe uma abordagem mais independente e integrada, que compreende a complexidade e a interdependência dos processos educativos. Isso implica em superar a fragmentação e a compartimentalização do conhecimento, e buscar uma visão mais sistêmica e holística da educação.

Nesse sentido, a teoria da complexidade na educação incentiva a adoção de abordagens pedagógicas mais interativas e participativas, que valorizem tanto a experiência prévia dos estudantes quanto a sua capacidade de reflexão e construção de conhecimentos.

Morin (2015, p. 106) esclarece que “devemos pensar o ensino a partir da consideração dos efeitos cada vez mais graves da hiperespecialização dos saberes e da incapacidade de articulá-los uns aos outros”. Além disso, o autor salienta para a realidade de que “os problemas essenciais jamais são parcelares e os problemas globais são cada vez mais essenciais”. (Morin, 2015, p. 107).

Morin (2015) propõe que a educação deve transcender a visão fragmentada e reducionista que prevalece na sociedade contemporânea, que divide o conhecimento em disciplinas e áreas isoladas. Ele defende a necessidade de uma abordagem transdisciplinar

e holística, que considere as múltiplas dimensões do ser humano, tais como a cognitiva, social, afetiva e ética.

O conhecimento pertinente é aquele capaz de situar qualquer informação em seu contexto e, se possível, no conjunto em que está inscrita. Podemos dizer até que o conhecimento progride não tanto por sofisticação, formalização e abstração, mas, principalmente, pela capacidade de contextualizar e englobar. (Morin, 2015, p.15).

Para Morin (2015), a educação deve considerar a complexidade da realidade, buscando integrar e relacionar diferentes conhecimentos e saberes, para que os estudantes possam desenvolver uma visão crítica e ampla da realidade. Essa perspectiva educacional deve estimular a criatividade, a interação e a cooperação entre os alunos, como forma de promover a aprendizagem significativa e a construção do conhecimento em grupo.

A teoria da complexidade destaca a necessidade de uma educação que promova a autonomia dos estudantes, como forma de estimular o pensamento crítico e a reflexão. Nesse contexto, se refere ao "sujeito complexo", sendo esse sujeito uma forma de conceber o indivíduo como um ser com múltiplas dimensões e com muitas habilidades em resolver tarefas diferenciadas, que não pode ser reduzido apenas a uma dimensão ou característica. Esse indivíduo é entendido como um ser em permanente interação com seu ambiente e sua cultura. Nesse sentido, Morin (2015) destaca a importância de compreender os seres humanos de maneira holística, considerando suas dimensões biológicas, psicológicas, sociais e culturais, e reconhecendo que todas essas dimensões estão articuladas e influenciam-se reciprocamente. Afinal, a capacidade de lidar com a complexidade e incerteza da realidade é fundamental para a formação de cidadãos críticos, conscientes e capazes de agir de forma responsável na sociedade.

Aspectos metodológicos

Temos aqui uma pesquisa qualitativa fenomenológica orientada pela pergunta: O que se mostra dos elementos da complexidade nas práticas com Modelagem Matemática? Alguns aspectos teóricos solicitados pela pergunta já foram tratados, aqui buscamos esclarecer especificamente os encaminhamentos metodológicos, tendo como foco apresentar a prática e as etapas da análise.

A fenomenologia é uma corrente filosófica, que nasceu no início do século XX na Alemanha, pelas mãos do filósofo Edmund Husserl, e desde então se desenvolveu em diferentes direções, se concentra no estudo da experiência humana como a experimentamos e como ela aparece em nossa consciência.

Zontini (2019, p. 26) explana que,

Diante de uma pretensa generalização da metodologia das ciências naturais para todos os domínios do conhecimento e da crise no paradigma dominante, a fenomenologia emerge como uma alternativa de abordagem das ciências humanas em pesquisa, como oposição ao positivismo.

A pesquisa fenomenológica é uma abordagem qualitativa que visa descrever as experiências vividas pelos sujeitos de pesquisa. Zontini (2014), expõe que a fenomenologia pode ser entendida como reflexão sobre o que se mostra.

Segundo Bicudo (2011, p.37):

Conforme nossa compreensão, o caráter qualitativo da pesquisa assim efetuada advém das vivências percebidas e expressas, as quais carregam consigo, já em sua estrutura, a hermenêutica, na medida em que se auto interpreta e dá-se, pela linguagem, à interpretação. Por serem duradouras, elas se expandem em possibilidades históricas as quais se materializam na temporalidade, espacialidade e dinamismo do mundo-vida, como o qual somos.

Esse tipo de pesquisa busca compreender como as pessoas dão significado às suas vivências e como isso influencia em suas percepções. Sendo uma pesquisa qualitativa fenomenológica, envolve um pequeno número de participantes, que são selecionados por critérios específicos com base em sua experiência ou conhecimento sobre o fenômeno em questão.

A pesquisa foi se construindo a partir dos dados desenvolvidos nas atividades realizadas em uma turma de 9º ano, no período da manhã de um colégio cívico militar no interior do Paraná³. A prática desenvolvida com os estudantes ocorreu nos meses de novembro e dezembro do ano de 2022. Para que possamos saber o que os estudantes compreenderam com as atividades trabalhadas, precisamos dos relatos e anotações para análise, em razão disso o desenvolvimento das atividades é de fundamental importância na pesquisa fenomenológica.

³ A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Neste trabalho, os dados produzidos para o estudo desta pesquisa constituíram-se das realizações de estudos teóricos, escritas e diálogos realizados pelos estudantes, uma entrevista semiestruturada com os participantes no término das práticas, depoimentos espontâneos, gravações em áudio e fotografias. Ademais, as impressões foram anotadas no Diário de Campo sendo fundamental para a análise, pois assim é possível verificar a ação do pesquisador e dos estudantes, relembrando as dificuldades e curiosidades. Diante disso, seguimos com o relato da prática.

Relato da prática

A prática de Modelagem Matemática foi realizada no segundo semestre do ano de 2022, em um colégio no interior do Paraná, em um total de 16 aulas, com encontros de duas aulas por semana.

No início da atividade a professora pesquisadora apresentou as etapas sugeridas por Burak (2004), uma vez que era a primeira atividade que iriam desenvolver com Modelagem Matemática.

Assim, a professora durante duas aulas expôs no quadro as etapas, sendo elas: Escolha do tema; Pesquisa exploratória; Levantamento dos Problemas; Resolução dos Problemas; e Análise Crítica das Soluções.

Na primeira aula os estudantes escolheram o tema rapidamente, sendo ele a Copa do Mundo, uma vez que naquele ano teria a Copa do Mundo no Catar.

Na aula seguinte a professora dividiu a turma em grupos, sendo 8 (oito) grupos com 3(três) estudantes e 1 (um) grupo com 4 (quatro) estudantes. Os estudantes foram denominados pela letra A, seguindo o número da chamada. Sendo a primeira etapa da pesquisa: a escolha do tema, o qual os estudantes já tinham escolhido, falaram que tinham interesse em fazer alguma coisa referente a Copa do Mundo. Depois de muitas conversas, os grupos comentaram que poderiam pesquisar sobre os países participantes da Copa, quantas copas cada país participou, saldo de gols em cada copa e a classificação, também apontaram as curiosidades, como: a língua falada, a moeda usada, extensão territorial, qual continente pertencem, a capital, população, além de desenhar as bandeiras e exporem

no colégio. Também deram a ideia de fazer a tabela dos grupos, das oitavas, semi e final, alimentando as tabelas durante os jogos.

Sendo assim, dividimos os países por grupos, sabendo que são 32 (trinta e dois) países participantes, ficando 5 (cinco) grupos com 4 (quatro) países e 4 (quatro) grupos com 3(três) países, para fazerem as pesquisas e as confecções das bandeiras. Os grupos ficaram da seguinte forma:

- Grupo A: Equador, Alemanha, Argentina e França.
- Grupo B: Estados Unidos, Espanha, México e Catar.
- Grupo C: Japão, Inglaterra, Portugal e Austrália.
- Grupo D: País de Gales, Bélgica, Suíça e Dinamarca.
- Grupo E: República da Coreia, Arabia Saudita, Canadá e Camarões.
- Grupo F: Uruguai, Tunísia e Polônia.
- Grupo G: Costa Rica, Senegal e Gana.
- Grupo H: Croácia, Sérvia e Marrocos
- Grupo I: Brasil, Irã e Uruguai.

Cada grupo ficou responsável por realizar pesquisas e confeccionar as bandeiras dos países atribuídos a eles.

Alguns alunos optaram por utilizar os computadores do laboratório para acessar bases de dados e realizar buscas relacionadas ao tema do trabalho. Eles utilizaram diferentes palavras-chave e filtros para refinar os resultados e encontrar os estudos mais relevantes.

Outros estudantes preferiram utilizar seus próprios aparelhos de celular para realizar a pesquisa. Eles utilizaram aplicativos de busca e navegaram em sites. Além disso, utilizaram algumas redes sociais para obter informações e opiniões de outras pessoas interessadas no assunto.

Durante a pesquisa exploratória, os estudantes apontaram as principais informações encontradas.

Após essa etapa de pesquisa exploratória, os estudantes se reuniram para discutir e compartilhar os principais achados. Eles compararam as informações obtidas,

identificaram lacunas no conhecimento e propuseram possíveis hipóteses e direcionamentos para a próxima fase do trabalho.

Dentro dos grupos, os estudantes se organizaram para ver qual país cada um iria pesquisar e como iriam fazer as bandeiras, percebeu-se que eles evoluíram muito em relação às pesquisas na internet. Pesquisaram, fizeram as anotações necessárias em seus cadernos, eles discutiram sobre quais bandeiras iriam confeccionar, sendo algumas sugestões a bandeira do Brasil, dos Estados Unidos e do Catar. Decidiram que iriam utilizar cartolinas coloridas, tesouras, canetinhas e pincéis coloridos, cola, régua e adereços como lantejoulas e fitas para enfeitar as bandeiras. Combinaram de trazer todos os materiais na próxima aula para iniciar a confecção das bandeiras.

Na terceira etapa, também queriam pesquisar sobre as tradições e costumes de cada país, as principais indústrias e atividades econômicas, a renda per capita, o índice de desenvolvimento humano (IDH), as principais atrações turísticas e a gastronomia típica de cada região. Essas informações seriam importantes para uma melhor compreensão da cultura e características de cada país participante, além de auxiliarem na análise dos problemas levantados. Porém decidiram que todos iriam pesquisar igualmente sobre: Qual moeda e idioma era usado em cada país. A extensão territorial e a densidade demográfica de cada país participante. Quantas copas cada país já jogou, se tinham títulos em Copas anteriores. Em qual continente cada país se localizava. Qual era a capital de cada país participante e se já tinha sediado alguma Copa?

Na quarta etapa, a pesquisa e produção de material foi essencial para o envolvimento dos estudantes com os países participantes da Copa. Por meio das anotações feitas nos cadernos, eles puderam aprender sobre a história, geografia, cultura e curiosidades de cada país.

Depois, ao confeccionar as bandeiras, puderam demonstrar sua criatividade e habilidades manuais, tornando o aprendizado mais lúdico e divertido. A colocação das anotações abaixo de cada bandeira permitiram que todos tivessem acesso às informações relevantes sobre cada país. As tabelas dos jogos foram essenciais para acompanhar o desempenho das seleções ao longo da Copa. Ao alimentar as tabelas até o final do torneio,

os estudantes tiveram a oportunidade de vivenciar a competição e torcer por seus times favoritos.

A exposição do material produzido no saguão do colégio proporcionou um ambiente de imersão e compartilhamento de conhecimento. Todos os estudantes, funcionários e pais tiveram a oportunidade de se informar e aprender mais sobre os países participantes da Copa. A exposição valorizou o trabalho dos estudantes, incentivando-os a se dedicarem em suas pesquisas. Essa atividade não apenas desenvolveu o conhecimento dos estudantes sobre os países, mas também estimulou a curiosidade, o trabalho em equipe, a criatividade e a responsabilidade. Foi uma forma eficaz e envolvente de aprendizado, que certamente deixou uma marca positiva na memória de todos os participantes.

A partir deste relato, seguimos no texto explicitando os aspectos metodológicos da análise dos dados. Conforme dito, trata-se de uma pesquisa qualitativa fenomenológica, que se organiza em dois importantes momentos de análise: nomotética e ideográfica. Esses dois movimentos serão apresentados a seguir.

Análise Ideográfica

A análise ideográfica é baseada em métodos qualitativos, como entrevistas, observações e análise de documentos, e tenciona a percepção profunda e específica do objeto de estudo, indagando as particularidades de um caso específico. Nessa análise, no primeiro momento, busca-se compreender a diversidade de opiniões e experiências presentes na pesquisa, permitindo uma visão mais completa e rica dos dados coletados, fornecendo insights valiosos sobre as percepções individuais e os significados atribuídos pelos participantes aos assuntos abordados, tendo cuidado de evitar qualquer forma de preconceitos ou pré-julgamentos que conduza o caminho da investigação.

É importante que o pesquisador fenomenológico seja imparcial e sigam com transparência os fatos apresentados, buscando manter a integridade e a confiança, com clareza dos “por quês” e “como”, o que significa, dos fundamentos de seu modo de investigar e da visão de que modalidade de conhecimento sobre o indagado se está

construindo, ao proceder-se do modo pelo qual se está encaminhando a investigação” (Bicudo, 2006, p.05).

Esse estudo aborda à aplicação de ideogramas ou símbolos para caracterizar ideias, no entendimento de Bicudo e Espósito (1994):

Os ideogramas expressam ideias. Buscam tornar visível a ideologia que permeia as descrições ingênuas do sujeito. Os telos nessa fase da pesquisa é produzir a inteligibilidade do fenômeno através do desocultamento das ideias articuladas antes do discurso ser expresso. Assim, o pesquisador na análise descobre e atribui significados. (Bicudo; Espósito, 1994, p.22).

Nesse primeiro momento da análise, foram examinadas as transcrições dos dados produzidos na pesquisa, destacando o aspecto das respostas e procurando identificar os diferentes pontos de vista. Na coleta dos dados, a pesquisadora olha de forma diferente para o sujeito que está sendo investigado, interrompe por um tempo seus conhecimentos prévios e realiza os estudos para melhor aproximação e compreensão do propósito do sujeito pesquisado.

Na sequência, foram identificados os principais temas e ideias expressas pelos participantes. Foram levados em consideração não apenas o conteúdo evidente das respostas, mas também as entrelinhas, os sentimentos e as intenções expressas através das palavras.

A obtenção dos dados da experiência se dá através das descrições dos sujeitos que a vivenciam. Na pesquisa fenomenológica, os dados não são descobertos ou não existem *a priori*, mas se constituem na experiência do sujeito que os vivencia. Buscam-se os significados dos eventos vividos pelos sujeitos da pesquisa, obtidos através de expressões claras sobre as percepções que o sujeito tem daquilo que está sendo investigado e que são expressões descritas para o pesquisador, pelo próprio sujeito que a percebe. (Bicudo; Espósito, 1994, p.26).

Assim, foram grifados trechos, chamados de unidades de significado (Usg), que se destacaram por trazerem informações relevantes sobre o fenômeno estudado, pois ajudam a responder à pergunta da pesquisa e a obter uma compreensão mais completa do assunto em questão.

Essa análise também contribuiu para a identificação de padrões ou tendências comuns entre os participantes, o que é útil para a etapa seguinte da análise, que é a análise nomotética, onde busca-se identificar relações e regularidades entre os discursos coletivos.

Com as Usg destacadas, construímos 1 (um) quadro de análise, divididos em 4 colunas. Na primeira coluna estão dispostos os códigos na sequência iniciando em 1.1, o número 1 indica a primeira experiência e o outro número a ordem em que a unidade aparece no texto. Na segunda coluna estão as “Unidades de Significado”, tal como destacada na transcrição. Na terceira coluna a interpretação das falas, onde a interpretação das unidades de significado levou em consideração o contexto, as emoções, as intenções e os objetivos dos falantes, bem como o conhecimento e a cultura dos estudantes (Zontini, 2014). Essa abordagem permitiu uma compreensão mais completa e precisa das falas analisadas.

Na quarta coluna, destacamos a ideia central do artigo, onde foram analisadas 19 (dezenove) ideias diferentes, que ocorreu depois de todas as unidades de significado terem sido articuladas em todos os discursos. Nessa coluna, cada unidade de significado foi lida cuidadosamente com o objetivo de identificar sua essência, sua ideia central.

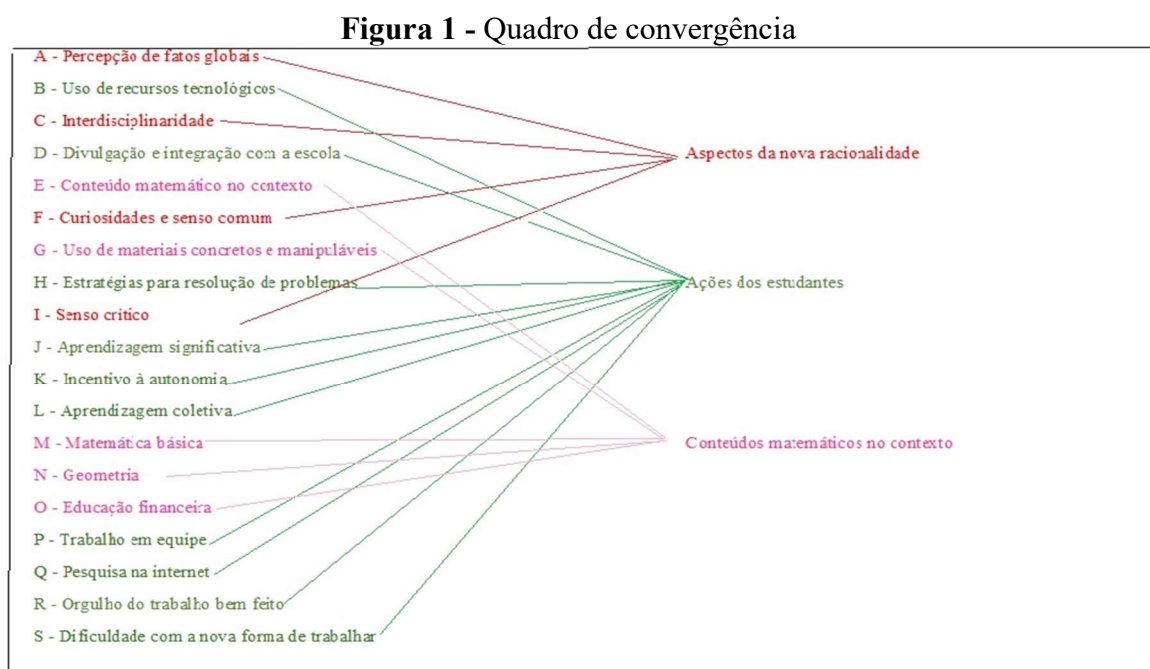
Análise Nomotética

A abordagem nomotética busca estabelecer leis ou normas a partir da análise de fatos ou eventos específicos, se contrapondo a abordagem ideográfica, que se concentra na compreensão individual e única de um fenômeno. A análise nomotética procura identificar aspectos comuns e abrangentes nas reproduções mentais do indivíduo, mas reconhece que essas reproduções são contextualizadas e não generalizadas, se aplicam apenas ao contexto particular em que o fenômeno está estabelecido.

Nesse momento buscamos identificar padrões e regularidades presentes no grupo de indivíduos, com o intuito de estabelecer princípios mais gerais que possam ser aplicados ao conjunto, ou seja, buscamos generalidades. É importante ressaltar que a abordagem nomotética não desconsidera as diferenças individuais; porém, concentra-se

na identificação de regularidades e padrões amplos, o que pode limitar sua capacidade de explicar a singularidade de cada sujeito.

Assim, a partir das 19 ideias centrais percebemos uma convergência em 3 categorias abertas, sendo elas: Aspectos da nova racionalidade; Ações dos estudantes; Conteúdos matemáticos no contexto. Esse movimento de redução pode ser visualizado na Figura 1.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024)

As Categorias Abertas

Essas categorias são convergências importantes que nos ajudam a responder à questão de investigação, e neste momento elas se abrem à interpretação. Conforme mostrado pelos movimentos anteriores, chegamos em três categorias: Ações dos estudantes; Conteúdos matemáticos no contexto e Aspectos da nova racionalidade. Entendemos que essas categorias abertas se entrelaçam e se complementam, formando um conjunto de compreensões e reflexões que são essenciais para compreender o fenômeno investigado. Na sequência trazemos uma breve análise de cada categoria.

Ações dos estudantes

Essa categoria é composta pelas seguintes ideias centrais: F- Divulgação e integração com a escola; I- Estratégias para resolução de problemas; N- Aprendizagem significativa; G- Incentivo à autonomia; J- Aprendizagem coletiva; C- Trabalho em equipe; Q- Pesquisa na internet; P- Orgulho do trabalho bem feito; R- Dificuldade com a nova forma de trabalhar.

No momento da escolha do tema, os estudantes tinham a intenção de compartilhar os pontos dos jogos com toda comunidade escolar, desde o início estavam trabalhando em equipe e arrumando estratégias para realizarem um trabalho, buscando mais conhecimento e enriquecendo o aprendizado e expandindo a visão sobre determinado assunto, dando oportunidade de ouvir as diferentes opiniões dos demais integrantes do grupo. Foi muito positiva a troca de ideias, uma vez que sentiram dificuldades com a nova forma de trabalhar.

Os estudantes também evidenciaram compreensão e preocupação com fatos globais. Eles compreenderam e identificaram a situação problema, lidando com um tema da atualidade e com abrangência mundial, perguntando pelas suas características e objetivos. Foram unânimes em fazer a pesquisa sobre a Copa do Mundo, uma vez que era o que mais se reportava nas mídias, também deram várias ideias sobre como e onde iriam realizar as pesquisas.

Conteúdos matemáticos no contexto

Essa categoria é composta pelas ideias centrais, as quais são: B - Conteúdo matemático no contexto; H- Uso de materiais concretos e manipuláveis; L - Matemática básica; M – Geometria; O - Educação financeira.

Os estudantes se depararam com muitas situações que não estavam acostumados a resolver no dia a dia, uma vez que nas aulas de matemática os conteúdos são fragmentados. Na pesquisa trabalharam com a construção de tabelas, razão e proporção para a construção dos materiais, tratamento da informação e operações básicas. Foi possível observar que eles tinham defasagem nos conteúdos que perderam pelo difícil

trabalho durante a pandemia do COVID 19. Esses alunos do 9º ano mostraram dificuldades com conteúdos trabalhados no 7º e no 8º ano. Conforme vão precisando resolver as atividades, eles se preocuparam por não saberem conteúdos básicos com as áreas das figuras planas e perímetros, mas percebem que tiveram a oportunidade de retomar com a prática de MEM.

Eles também ficaram surpresos com o aumento do valor do álbum de figurinhas e das figurinhas da copa, em relação a copa anterior. Quando foram adquirir os álbuns e as figurinhas, acharam um absurdo o quanto tinha aumentado em relação a copa anterior. Os estudantes também problematizam com questões que podem ser compreendidas com conteúdo matemáticos específicos.

A MEM é uma abordagem que usa conceitos e técnicas matemáticas para descrever, analisar e resolver problemas do mundo real. Com isso também percebemos aspectos da nova racionalidade, apontada por Zontini e Burak (2022), que defendem a ideia de que a matemática não deve ser vista apenas como um conjunto de técnicas para resolver problemas específicos, mas como uma forma de pensar e de compreender o mundo.

Sendo assim, nessa perspectiva, os conteúdos matemáticos não são vistos como algo isolado, mas como parte de um conjunto mais amplo de habilidades e conhecimentos.

De acordo com Morin (2000 *apud* Zontini e Burak, 2022, p.815), o princípio sistêmico ou organizacional é um dos guias para pensar a complexidade e é “aquele que liga o conhecimento das partes ao conhecimento do todo.” Nos lembra que o conhecimento fragmentado ou parcial pode levar a uma compreensão limitada e pode levar a soluções inferiores ou mesmo prejudiciais. É importante buscar uma visão mais abrangente, integrando diferentes perspectivas e considerando as interdependências entre as partes.

Aspectos da nova racionalidade

Essa categoria é composta pelas ideias centrais, os quais denominamos de: A - Percepção de fatos globais; E – Interdisciplinaridade; D - Curiosidades e senso comum; K - Senso crítico.

Podemos observar que os estudantes quando falamos das percepção dos fatos globais, eles estavam bastante atentos em relação às notícias e os impactos da copa do mundo, que se tornou notícias nas mídias. Quando pensaram no tema, os estudantes foram tratando de aspectos diferentes que mostram uma visão ampla sobre um fato importante, procuraram saber mais sobre os países participantes da copa, pesquisaram sobre a cultura, economia, extensão territorial, população para poderem compreender mais as diversidades encontradas entre os participantes.

Além disso, os estudantes ficaram surpresos em perceber a conexão da matemática com outras disciplinas, puderam partir de fatos do senso comum e ainda explorar outros conhecimentos, alimentando o interesse em permanecer no tema e na atividade.

Observamos que os estudantes têm noção do mau uso do dinheiro público e a falta de compromisso na hora de investir, relataram que como torcedores muitas vezes veem o esporte como uma paixão, uma forma de entretenimento, mas descobriram que os jogadores estão ganhando muito dinheiro, gerando um misto de admiração e perplexidade.

A nova racionalidade na Modelagem Matemática abraça a interdisciplinaridade e reconhece a importância da participação da sociedade na definição dos problemas a serem modelados, refletindo a necessidade de uma abordagem mais integrada e holística para lidar com os desafios complexos do mundo real.

Considerações Finais

Nossa pesquisa foi orientada pela interrogação: O que se mostra dos elementos da complexidade nas práticas com Modelagem Matemática? Essa pergunta conduziu a análise das vivências com a MEM e permitiu identificar diversos elementos associados à complexidade presentes nas ações dos estudantes.

Observamos o desenvolvimento de habilidades cognitivas importantes: os estudantes aplicaram conceitos matemáticos a situações reais, exercitaram o pensamento crítico e criativo, analisaram e interpretaram resultados. Também foram instigados a trabalhar em equipe, compartilhar ideias, enfrentar desafios e conflitos, desenvolvendo competências de colaboração, comunicação e resolução coletiva de problemas. Ao longo do processo, refletiram sobre estratégias, tomaram decisões e avaliaram seus próprios modos de aprender.

Ao escrever este texto, buscamos apresentar a experiência vivenciada pelos estudantes do 9º ano de uma escola pública tal como foi percebida e expressa por eles. Entretanto, a descrição não é suficiente por si só. Assim, procuramos, pela interpretação fenomenológica, explicitar os sentidos mostrados nas falas dos participantes.

A interdisciplinaridade propiciada pela MEM favoreceu conexões entre diferentes áreas do conhecimento. Os estudantes não se limitaram às partes isoladas, mas consideraram o todo e as relações entre os aspectos envolvidos no tema escolhido. Lidaram com a incerteza e a diversidade, reconhecendo que cada país possui tradições, histórias e características próprias.

A autonomia dos estudantes também se destacou. Eles tiveram liberdade para pesquisar, mantendo o compromisso com seus colegas e com o grupo. Essa atitude envolve compreender que fazemos parte de um todo maior e que nossas ações repercutem nos demais. A intensa interação entre os sujeitos e com o ambiente mostrou-se fundamental para a formação de todos. Morin (2000) lembra que o sujeito é influenciado pelo meio em que vive e, simultaneamente, influencia esse meio, algo claramente percebido durante a prática.

A busca pelo conhecimento foi central para a formação dos sujeitos. Por meio das pesquisas, trocas de experiências e acesso a informações diversas, os estudantes ampliaram sua compreensão do mundo e de si mesmos. Essas ações se alinham aos princípios de Morin (2000), contribuindo para uma visão mais ampla e profunda da realidade e para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

A partir disso, evidenciamos que a Modelagem na Educação Matemática, enquanto metodologia de ensino e aprendizagem, cria um ambiente rico e estimulante para o desenvolvimento do sujeito complexo. Ao utilizar a matemática para analisar e resolver problemas reais, os estudantes são desafiados a pensar criticamente, dialogar, argumentar e cooperar, desenvolvendo habilidades essenciais para sua formação integral.

Os resultados indicam que a MEM favorece o desenvolvimento do pensamento, a busca por dados, a reflexão, o levantamento e a resolução de problemas a partir das informações encontradas. A interação entre professores e estudantes mostrou-se decisiva para as aprendizagens, não apenas matemáticas, mas também relacionadas a aspectos humanos, sociais e culturais inerentes ao tema estudado.

Os estudantes foram incentivados a trabalhar investigativamente, explorar a aplicação da matemática em situações concretas, propor hipóteses, pesquisar, interpretar dados, questionar e avaliar soluções. Com isso, observaram a matemática de forma mais concreta e aplicável, relacionando-a aos acontecimentos atuais e reais, o que contribuiu para o aumento do interesse e do engajamento. Além disso, desenvolveram competências importantes, como resolução de problemas, tomada de decisões e comunicação matemática.

Morin (2000) defende uma compreensão da realidade que transcenda os limites disciplinares e valorize o diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, algo que a prática desenvolvida foi capaz de promover.

Assim, vislumbramos possibilidades de continuidade com novas práticas com MEM, contribuindo para a formação de um sujeito complexo, capaz de enfrentar os desafios contemporâneos e futuros com pensamento crítico, sensibilidade e responsabilidade.

Referências bibliográficas

BICUDO, M. A. V. ESPOSITO, V.H.C. **Pesquisa qualitativa em Educação: um enfoque fenomenológico**. São Paulo: Unimep, 1994.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani Bicudo. HIRATSUKA, Paulo Isamo. Pesquisa em Educação Matemática em uma perspectiva fenomenológica: mudança na prática de ensino do professor de matemática. In: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. 2006, Águas de Lindóia. **Anais do III SIPEM**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2006.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (org.) **Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica**. São Paulo: Cortez, 2011.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino e aprendizagem**. Tese (doutorado educacional). Faculdade de Educação. Universidade de Campinas – Unicamp. Campinas, 1992.

BURAK, D. **Modelagem Matemática e a Sala de Aula**. In: I EPMEM -Encontro Paranaense da Modelagem na Educação Matemática, 2004, Londrina. Anais do I EPMEM, 2004.

BURAK, D. **Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula**. Revista de Modelagem na Educação Matemática. Vol. 1, No. 1, 10-27, 2010.

BURAK, D.; KLÜBER, T. E. **Educação matemática: contribuições para a compreensão da sua natureza**. Acta Scientiae, Canoas, v. 10, n. 2, pp.93-106, jul./dez. 2008

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro** / Edgar Morin; tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya ; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. – 2. ed. – São Paulo: Cortez ; Brasília, DF : UNESCO, 2000.

MORIN, E. **Os sete Saberes Necessários à Educação do Futuro** 3a. ed. - São Paulo - Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2001
<http://web.archive.org/web/20110501044143/http://www.conteudoescola.com.br/site/content/view/89/27/>

MORIN, E. **Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. São Paulo: Cortez, 2006.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a forma, reformar o pensamento**. 22^a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015a.

MORIN, E. **Ensinar a Viver- Manifesto para Mudar a Educação**. 1^a Ed. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2015b.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 5^a Ed. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2015c.n

ZONTINI, L. R.S. **O Pró-Letramento em Matemática**: compreensões do professor-tutor sobre ideias que sustentam o ensino da matemática nos anos iniciais. Curitiba, 2014.

ZONTINI, L. R. S. **Modelagem Matemática na Sala de Apoio à Aprendizagem: o olhar dos professores em formação**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, PR: 2019.

ZONTINI, L. R.S. BURAK, D. **Modelagem em uma concepção de Educação Matemática**: elementos à construção de uma nova racionalidade. Revista Thema v.21 n.3, 2022.

Recebido em: 08.12.2025

Aprovado em: 15.12.2025



Artigo está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional