



Encontro Paranaense de Educação Matemática  
Curitiba, 26 a 28 de setembro de 2024.

## **MODELAGEM MATEMÁTICA E A FORMAÇÃO DE UM SUJEITO COMPLEXO: REFLEXÕES SOBRE AS PRÁTICAS**

Isabela de Fátima Halila Marcondes  
SEED Paraná e PPGEN Unicentro  
halilaisabela@gmail.com

Laynara dos Reis Santos Zontini  
IFPR Irati e PPGEN Unicentro  
laynara.zontini@ifpr.edu.br

### **Resumo**

Apresentamos aqui o recorte 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 Matemática (MM), 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 MM. A prática aqui relatada teve como tema 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 Modelagem Matemática 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

### **Introdução**

Com o intuito de enfrentar os desafios no ensino e aprendizagem da disciplina de matemática, têm surgido novas metodologias para auxiliar os professores em sala de aula e facilitar a compreensão e interação dos estudantes. Nelas, em geral, o professor desempenha um papel de mediador, incentivando os estudantes a perceberem a relevância da matemática no cotidiano e sua integração com outras áreas do conhecimento. Entendemos como de grande importância estabelecer uma conexão entre os temas estudados e a realidade dos estudantes, para que percebam a importância da matemática em sua vida e consigam compreender fenômenos naturais, assim como desenvolver a capacidade de "prever" acontecimentos usando fórmulas e modelos matemáticos. De

modo geral, é importante que o estudante possa usar seus conhecimentos para investigar e questionar as situações que forem acontecendo no dia a dia.

Assim, corroborando com Zontini e Burak (2022), consideramos que a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, tal como difundido por Burak (2004, 2010) tem essa preocupação com o tipo de sujeito que queremos formar.

Nossa pesquisa está fundamentada na pergunta: O que se mostra dos elementos da complexidade nas práticas com Modelagem Matemática? Essa interrogação pergunta pelos elementos da complexidade presentes das práticas com MM, ou seja, nos leva a buscar mais compreensões sobre o pensamento complexo de Morin (2006) e o tipo de sujeito complexo que queremos formar. Ela também interroga a Modelagem Matemática, buscando clareza sobre a perspectiva adotada e suas contribuições para a formação dos sujeitos. Além disso, a interrogação pede pela vivência de práticas com Modelagem Matemática.

Para a realização da pesquisa, trataremos de uma prática de Modelagem Matemática, vivenciada por alunos de 9º ano em um colégio cívico militar no interior do estado do Paraná.

Desta forma, a estrutura do nosso estudo é organizada de maneira que, após esta introdução, abordamos primeiro o embasamento teórico, em seguida discutimos os aspectos metodológicos, analisamos a intervenção da professora, por fim, refletimos sobre os resultados obtidos, encerrando com nossas considerações finais.

### **A Modelagem Matemática na perspectiva de Burak**

O estado do Paraná está oferecendo 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, nesses estudos fala-se muito sobre as metodologias ativas, dentro dessas metodologias encontra-se a Modelagem Matemática, 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.

Burak 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 (Burak, 1992, p. 62).

O objetivo da Modelagem Matemática, 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 a 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 Modelagem Matemática na perspectiva de Burak (2004), e um dos fatores importantes nessa escolha é sua preocupação com a Educação Básica, etapa escolar 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 MM precisa ser de interesse dos estudantes, por isso os estudantes ou os grupos de estudantes fazem essa escolha, sendo o assunto derivado da matemática ou não. O professor entra como mediador, dando liberdade aos alunos

**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 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”, e salienta para realidade de que “os problemas essenciais jamais são parcelares e os problemas globais são cada vez mais essenciais. (Morin, 2015, p.106-107).

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. 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. Os dados foram produzidos através de entrevistas, observações e análises de documentos e outras fontes.

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 Paraná. 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.

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, lembrando 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 permitiu 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 siga com transparência os fatos apresentados, buscando manter a integridade e a confiança, com clareza dos “por quês” e “comos”, 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; Esposito, 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.

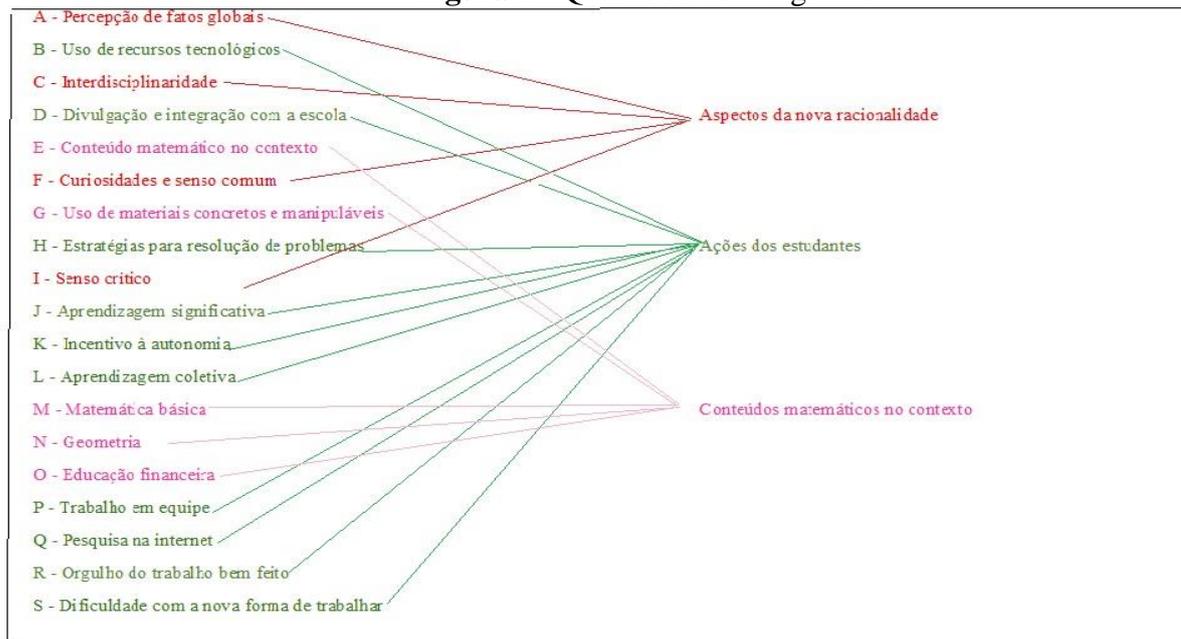
Nesse momento buscamos identificar padrões e regularidades em um grupo de indivíduos, com o intuito de estabelecer princípios universais que possam ser aplicados a todos, buscamos generalidades.

É importante ressaltar que a abordagem nomotética não descarta a importância das diferenças individuais, mas foca na busca por regularidades e padrões gerais, o que pode limitar sua capacidade de explicar a singularidade de cada indivíduo.

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.

**Figura 1 - Quadro de convergência**



**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 um 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 a 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 intensão 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 positivo 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 MM.

Eles também ficaram perplexos 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 conteúdos matemáticos específicos.

A Modelagem Matemática 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 as 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 descaso com o 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 dinheiros, 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 interrogação nos fez buscar pelas vivências com MM e vários elementos da complexidade emergiram.

Alguns destes elementos referem-se ao desenvolvimento de habilidades cognitivas mostradas pelos estudantes, que foram capazes de aplicar conceitos matemáticos para resolver problemas reais, desenvolver o pensamento crítico e criativo, analisar e interpretar os resultados obtidos. Além disso, foram estimulados a trabalhar em equipe, compartilharam ideias, lidaram com os desafios e conflitos, desenvolvendo assim habilidades de colaboração, comunicação, resolução de problemas em grupo, refletiram sobre as estratégias de resolução, tomaram decisões e avaliaram seus próprios processos de aprendizagem.

Ao escrever este texto buscamos também apresentar a experiência vivenciada pelos estudantes do 9º ano de uma escola pública, da maneira como foi vivida por eles e expressas em seus discursos. No entanto, descrever não é o bastante, por isso buscamos, com a interpretação dessas palavras, mostrar o sentido percebido pelo pesquisador nas falas do sujeito.

Através da interdisciplinaridade propiciada pela MM foi possível estabelecer a conexão entre diferentes áreas de conhecimento. Assim, os estudantes não focaram apenas nas partes isoladas, mas consideraram o todo e as relações entre as partes. Lidaram com a incerteza e a complexidade, quando aceitaram a realidade de que cada país tem suas tradições e costumes.

Além disso, os estudantes tiveram autonomia e liberdade para pesquisar, uma vez que não perderam de vista a solidariedade com os colegas do seu grupo e dos demais grupos participantes. Isso envolve a conscientização de que somos parte de um todo maior e que nossas ações têm impacto sobre os demais.

Nos grupos tiveram muita interação entre eles e com o ambiente sendo fundamental para a formação de todos. Morin (2000), comenta que o sujeito é influenciado pelo meio em que está inserido e, ao mesmo tempo, exerce influência sobre esse meio.

Não podemos deixar de citar que a busca pelo conhecimento desempenhou um papel fundamental na formação dos sujeitos, pois através das pesquisas, trocas de experiências e do acesso às informações e saberes diversos, houve avanços na compreensão do mundo e de si mesmo.

Essas são algumas das ações que os estudantes podem tomar para se alinharem aos princípios de Morin, contribuindo para uma compreensão mais holística e profunda da realidade e promovendo uma sociedade mais justa e sustentável.

Dessa forma, a Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem da Matemática demonstrou que essa abordagem pode proporcionar um ambiente rico e estimulante para o desenvolvimento de um sujeito complexo. Ao utilizar a matemática para analisar e resolver problemas reais, os estudantes são desafiados a pensar criticamente, compartilhar ideias e cooperar com os outros, desenvolvendo assim habilidades essenciais para sua formação integral.

Os resultados desta pesquisa apontam que a Modelagem Matemática oportuniza o desenvolvimento da ação de pensar, refletir, buscar dados, levantar e encontrar solução para os problemas proporcionados pela coleta de dados, em relação ao tema escolhido. A interação entre os sujeitos, tanto professores quanto estudantes, revelou-se como um elemento potencializado no desenvolvimento das atividades e de aprendizagens, não somente do conteúdo matemático, mas também de outros aspectos não matemáticos que se relacionam ao desenvolvimento de um tema, proporcionando o desenvolvimento de ações que favorecem o pensamento crítico e reflexivo dos estudantes, e ao professor, favorece o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas visando analisar possíveis conclusões, verificando a veracidade, às variações de precisão e sofisticação, que podem ser melhor desenvolvidos sob orientação do professor.

Os estudantes, foram incentivados a trabalhar de forma investigativa, buscando compreender a aplicação da matemática em situações concretas, também tiveram oportunidade de propor hipóteses, buscando informações e interpretando os dados obtidos, além de questionarem e refletirem sobre as ideias apresentadas pelos colegas, avaliando as soluções encontradas e, se necessário, ajustando os modelos para obter soluções mais precisas e eficientes. Também foram capazes de observar a matemática de maneira mais aplicada e concreta, explorando os acontecimentos atuais e reais do mundo, puderam ver a matemática de uma maneira diferente e entender como esta ciência se conecta à vida cotidiana, incentivando o interesse e o engajamento no assunto, além disso, adquiriram habilidades importantes, como a resolução de problemas, a tomada de decisões e a comunicação matemática.

Morin (2000) propõe uma compreensão da realidade que exige uma abordagem que vá além dos limites disciplinares estabelecidos, buscando estabelecer um diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, o que foi possível conseguir com essa prática.

A partir disso, vislumbramos possibilidades de seguir com novas práticas de MM e assim contribuir com a formação desse sujeito complexo, capaz de lidar com os desafios da atualidade e do futuro.

## **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.; 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
- 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.
- 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**. 22ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015a.
- MORIN, E. **Ensinar a Viver- Manifesto para Mudar a Educação**. 1ª Ed. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2015b.
- MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 5ª 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.



Encontro Paranaense de Educação Matemática  
Curitiba, 26 a 28 de setembro de 2024.

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