



Edição Especial

X Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática
Universidade Estadual do Norte do Paraná - Cornélio Procópio (PR), 2024

MODELAGEM MATEMÁTICA ASSOCIADA A UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FUNÇÃO EXPONENCIAL

*MATHEMATICAL MODELING ASSOCIATED WITH A TEACHING SEQUENCE: A
PROPOSAL FOR TEACHING EXPONENTIAL FUNCTION*

Alireza Mohebi Ashtiani¹
Tatielen Demarchi²

Resumo

Este trabalho tem como objetivo avaliar e investigar o ensino de Matemática por meio da Modelagem Matemática, aplicada em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada no interior do estado de São Paulo. A proposta foi desenvolvida com o apoio de uma sequência didática especialmente voltada ao aprofundamento do conteúdo de funções exponenciais. Os alunos participaram de atividades práticas que envolviam a modelagem de situações-problema, conectadas ao seu cotidiano, promovendo o desenvolvimento das habilidades previstas no currículo escolar. A metodologia adotada incentivou fortemente a interação entre os estudantes, que coletaram dados, formularam hipóteses, analisaram informações e validaram modelos matemáticos. Os resultados da análise qualitativa indicaram uma melhoria significativa no engajamento e na compreensão dos conceitos matemáticos, evidenciando os benefícios da articulação entre modelagem matemática e sequência didática. Essa abordagem pedagógica mostrou-se eficaz para integrar teoria e prática, contribuindo para uma aprendizagem mais contextualizada, ativa e significativa, alinhada às demandas contemporâneas do ensino da Matemática.

¹ Doutor em Engenharia pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Professor associado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Londrina e docente permanente do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da UTFPR, Campus Cornélio Procópio.

² Mestranda em Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da UTFPR, Campus Cornélio Procópio. Professora efetiva da Secretaria de Educação do estado de São Paulo - SEDUC-SP.



X EPMEM

Encontro Paranaense de Modelagem
na Educação Matemática

Palavras-chave: Contextualização; Ensino de Matemática; Situações-Problema.

Abstract

This study aims to evaluate and investigate the teaching of Mathematics through Mathematical Modeling, applied to a first-year high school class at a public school located in the interior of the state of São Paulo. The proposal was developed with the support of a didactic sequence specifically designed to deepen the content of Exponential Functions. The students participated in practical activities that involved modeling problem situations related to their daily lives, promoting the development of skills outlined in the school curriculum. The adopted methodology strongly encouraged student interaction, as they collected data, formulated hypotheses, analyzed information, and validated mathematical models. The results indicated a significant improvement in student engagement and understanding of mathematical concepts, highlighting the benefits of articulating Mathematical Modeling with a structured didactic sequence. The results of the qualitative analysis indicated a significant improvement in engagement and understanding of mathematical concepts, highlighting the benefits of the articulation between mathematical modeling and the didactic sequence. This pedagogical approach proved effective in integrating theory and practice, contributing to a more contextualized, active, and meaningful learning experience that aligns with the contemporary demands of mathematics education.

Keywords: Contextualization; Mathematics Teaching; Problem Situations.

Introdução

O ensino-aprendizagem de Matemática na Educação Básica enfrenta diversos desafios, especialmente no que diz respeito à conexão entre teoria e prática. Uma das principais dificuldades é a capacidade dos alunos de visualizarem a aplicação concreta dos conceitos matemáticos no cotidiano. De um modo geral, no ensino tradicional, frequentemente centrado na aprendizagem mecânica de resolução de exercícios, propostos pelos professores ou pelos livros e materiais didáticos que valorizam mais a teoria do que a prática, os alunos não sentem-se motivados a participar da aula por não conseguirem entender a aplicação do conteúdo estudado. A indagação frequente dos alunos sobre a aplicabilidade dos conceitos matemáticos, como "onde vamos usar isso?", revela essa desconexão entre o conteúdo teórico e suas aplicações práticas.

A Matemática, apesar de possuir problemas próprios e abstratos, tem seus fundamentos profundamente enraizados na vida real, assim como em qualquer outra área de conhecimento. Portanto, é fundamental que seu ensino reflita essa interconexão, mostrando aos alunos como os conceitos matemáticos podem ser aplicados para entender e transformar o mundo ao seu redor (Caraça, 2010). Nesse

contexto, a Modelagem Matemática se destaca como um método científico, capacitando os alunos a traduzirem situações-problema em representações matemáticas. Para Almeida (2012, p. 9), “a Modelagem Matemática constitui uma alternativa pedagógica em que se aborda, por meio da matemática, um problema não essencialmente matemático”.

Conforme destaca Bassanezi (2002), a Modelagem Matemática pode ser entendida como um processo para validação de modelos matemáticos, no qual, através da abstração e generalização, se busca traçar e prever tendências. Em consonância, Pires (2009, p. 44) acredita que: “a Matemática e a realidade podem se conectar por meio da modelagem, essa conexão pode ser feita pelo uso de processos matemáticos, com o objetivo de analisar, estudar, explicar situações da vida cotidiana que nos cercam”.

Portanto, para garantir uma associação eficaz entre o método de ensino e o desenvolvimento e aprendizagem das habilidades propostas nos currículos de Matemática, é necessário que o professor busque aplicações práticas do cotidiano do aluno em sala de aula e coloque os alunos como protagonistas em todo o processo de aquisição e desenvolvimento do seu próprio conhecimento. Nesse contexto, as Sequências Didáticas se destacam como uma ferramenta essencial no ensino-aprendizagem da Matemática na Educação Básica, facilitando assim a construção do conhecimento por meio da experimentação, generalização e abstração, em consonância com a Modelagem Matemática.

Um fator que proporciona a perda de interesse e o engajamento dos alunos no processo de aprendizagem é a fragmentação do saber. Essa compartimentalização contribui para que os alunos tenham ainda mais dificuldade na compreensão de diversas áreas do conhecimento, conduzindo-os a compreender apenas partes de um todo. Neste sentido, segundo Perreti e Costa (2013), as sequências didáticas também promovem a interdisciplinaridade ao permitir que temas específicos sejam explorados em conjunto com especificidades de outras disciplinas, proporcionando um aprendizado mais integrado e menos fragmentado, estabelecendo uma ponte entre teoria e prática.

Diante do exposto, nesta pesquisa investigamos a aplicação da Modelagem Matemática no aprofundamento de Funções Exponenciais, conteúdo trabalhado na primeira série do Ensino Médio, por meio de uma Sequência Didática. Constatou-se então que é possível aplicar a fundamentação dessa função e modelar diversas

situações, como fractais, crescimento e disseminação de desinformação na era digital, propagação do vírus durante uma pandemia, meia-vida de medicamentos e decaimento radioativo e consumo de álcool.

Este artigo apresenta uma versão melhorada do trabalho originalmente submetido e apresentado no X Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática (EPMEM), realizado nos dias 24, 25 e 26 de outubro de 2024, na Universidade Estadual do Norte do Paraná – Campus Cornélio Procopio.

Aporte teórico

Modelagem Matemática e Sequências Didáticas

Em um processo de ensino e aprendizagem baseado em modelagem matemática, a dinâmica do ensino é alterada, deslocando o foco do professor para uma abordagem mais colaborativa, tornando os alunos ativos no processo de aprendizagem. Neste processo, o professor deve levar em conta todo conhecimento prévio dos alunos ou da turma sobre a situação em análise, a fim de facilitar a construção e a compreensão das relações matemáticas. Almeida (2010, p. 389), por exemplo, explora a modelagem matemática ao traduzir linguagens, construir e interpretar modelos, com base na sua natureza e no contexto social. Para ela, esses modelos “visam descrever e/ou analisar, por meio de representações matemáticas, o comportamento de um sistema com referência na realidade”.

Considerando todo o contexto da educação, Bassanezi (1999) acredita que a Modelagem Matemática representa uma alternativa promissora para o ensino e aprendizagem. Ele acredita que essa abordagem pode tornar a matemática mais atraente e agradável aos estudantes por meio de modelos que simulam a realidade sociocultural dos alunos.

Em uma atividade de Modelagem Matemática, os alunos aplicam a Matemática na resolução de problemas que refletem situações reais e que surgem de diversas áreas do conhecimento. Nesse processo, os dados são coletados e as hipóteses são formuladas com base no problema apresentado. Esse processo, conforme apontado por Barbosa (2001), é fundamental para promover atitudes exploratórias, criativas e críticas entre os alunos. Nessas atividades, de fato, a modelagem é aplicada para promover um ensino ativo, com o aluno protagonista da

sua própria aprendizagem, e para incentivar o questionamento sobre as aplicações na matemática em outras áreas e situações cotidianas. Essas características são destacadas em vários estudos como ferramentas para uma aprendizagem significativa de matemática (Venâncio, 2010).

De acordo com o que afirma Almeida (2018), é possível destacar três objetivos pelos quais a matematização é utilizada nas atividades de Modelagem Matemática:

- (a) podem ser o motivo pelo qual os alunos contemplem o uso de matemática que já conhecem; (b) podem requerer, de alguma forma, conceitos ou procedimentos matemáticos ainda não conhecidos, que o professor pode introduzir por meio da atividade; (c) há uma necessidade de incluir uma avaliação do uso da matemática na atividade, demonstrando que o conhecimento matemático e o conhecimento sobre a situação estão ligados (Almeida, 2018, p. 28).

Neste contexto, podemos identificar vários elementos em uma atividade de modelagem. Elas têm início com uma situação-problema, na qual a resolução ocorre de forma livre e sem nenhum procedimento pré-estabelecido. Em seguida, os alunos devem investigar o problema para poder abordar e analisar os conceitos matemáticos a fim de desenvolver uma solução do problema que, inicialmente, não era conhecida (Almeida; Silva; Vertuan, 2012).

Na aplicação da Modelagem de Matemática é fundamental a integração de diversas estratégias, como, por exemplo, o uso das sequências didáticas. A utilização de sequências didáticas na Educação Matemática não apenas estrutura o processo de ensino, mas também cria um ambiente de aprendizagem que promove o engajamento ativo dos alunos. Para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as sequências didáticas são fundamentais para desenvolver competências e habilidades ao longo das etapas de ensino, especialmente quando é integrada à Modelagem Matemática:

[...] os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos **e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática**, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. Esses processos de aprendizagem são potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do pensamento computacional. (Brasil, 2018, pág. 264, grifo nosso).

Zabala (1998) destaca que uma sequência didática bem planejada deve garantir a progressão lógica dos conteúdos, facilitando o aprendizado gradual e a compreensão integrada da Matemática. Além disso, ela promove a autonomia dos alunos na aplicação prática dos conhecimentos. Esse autor também assevera que uma sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (Zabala, 1998, p.18).

As sequências didáticas possibilitam um ensino investigativo, pois, ao organizar os conteúdos de forma lógica e articulada, permitem que o professor crie oportunidades para que os alunos explorem e questionem os conceitos matemáticos, promovendo uma aprendizagem ativa. Além disso, a problematização e a contextualização dos conteúdos tornam o aprendizado mais relevante, uma vez que os alunos podem notar a aplicação prática da Matemática em diversos contextos da vida cotidiana (Batista, Oliveira, Rodrigues, 2016). Neste sentido, as sequências didáticas tornam os alunos protagonistas do seu aprendizado, permitindo a aplicação criativa do conhecimento matemático. Cabral (2017) reforça essa ideia ao afirmar que:

O processo de ensinar e aprender precisa, necessariamente, passar por essa dinâmica, qual seja, de se elaborar o cenário didático com a finalidade de levar os alunos a perceberem, ainda que intuitivamente, os padrões, as regularidades que possibilitam a configuração de modelos generalizantes (Cabral, 2017, p. 41).

Embora as sequências didáticas sejam amplamente reconhecidas como uma abordagem eficaz no ensino da Matemática, o seu uso requer cuidados específicos. Vieira e Ohira (2013), por exemplo, destacam a importância do planejamento, da aplicação e da avaliação ao longo de todo o processo. Diante disso, no planejamento, o professor deve selecionar conteúdos de forma a motivar os alunos. Durante a aplicação, é fundamental monitorar o progresso dos alunos e adaptar as atividades conforme necessário. E, no decorrer da aplicação, o professor deve avaliar o desempenho dos alunos em cada atividade de forma contínua; isso permite ajustes necessários para garantir o ensino-aprendizagem. Em outras palavras, uma avaliação constante e integrada ao ensino ajuda o professor a ajustar o plano de ensino com base na eficácia dos conteúdos e metodologias, promovendo um ambiente de aprendizagem mais dinâmico.

Função Exponencial na Base Nacional Comum Curricular

Um dos conceitos matemáticos que desempenha um papel fundamental na representação de uma variedade de fenômenos naturais e sociais é o conceito de funções. A função exponencial, por sua vez, se destaca por sua capacidade de modelar processos cotidianos como crescimento populacional, propagação de doenças infecciosas e cálculo de juros compostos, entre outros. A BNCC (Brasil, 2018) inclui a função exponencial no currículo de Matemática do Ensino Médio, e as competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos são detalhadas no Quadro 1.

Quadro 1: Habilidades propostas pela BNCC com objeto do conhecimento - função exponencial

Código	Descrição da habilidade
EM13MAT203	Planejar e executar ações envolvendo a criação e a utilização de aplicativos, jogos (digitais ou não), planilhas para o controle de orçamento familiar, simuladores de cálculo.
EM13MAT303	Resolver e elaborar problemas envolvendo porcentagens em diversos contextos e sobre juros compostos, destacando o crescimento exponencial.
EM13MAT304	Resolver e elaborar problemas com funções exponenciais nos quais é necessário compreender e interpretar a variação das grandezas envolvidas, em contextos como o da Matemática Financeira e o do crescimento de seres vivos microscópicos, entre outros
EM13MAT403	Comparar e analisar as representações, em plano cartesiano, das funções exponencial e logarítmica para identificar as características fundamentais (domínio, imagem, crescimento) de cada uma, com ou sem apoio de tecnologias digitais, estabelecendo relações entre elas.
EM13MAT404	Analisar funções definidas por uma ou mais sentenças (tabela do Imposto de Renda, contas de luz, água, gás etc.), em suas representações algébricas e gráficas, identificando domínios de validade, imagem, crescimento e decrescimento, e convertendo essas representações de uma para outra, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
EM13MAT508	Identificar e associar sequências numéricas (PG) a funções exponenciais de domínios discretos para análise de propriedades, incluindo dedução de algumas fórmulas e resolução de problemas.

Fonte: adaptada pelos autores em Brasil (2018)

Essas habilidades abordadas ao longo do Ensino Médio, são introduzidas no 1º ano pelo Currículo Paulista (São Paulo, 2019). Correia e Cazorla (2021) destacam a importância de relacionar funções exponenciais com outros tópicos da Matemática

e com outras áreas de conhecimento, promovendo a interdisciplinaridade. Conforme destacado pelos autores:

[...] é notória a necessidade de relacioná-la também às outras Ciências, como as Ciências Sociais e as Ciências da Natureza, revelando assim uma perspectiva interdisciplinar. Outro destaque percebido refere-se à possibilidade e ao incentivo ao uso de tecnologias, o que pode ser visto em quatro das habilidades listadas. A utilização de diversos registros de representação, como a língua materna, o registro algébrico e o gráfico também recebem destaque nessas habilidades (Correia; Cazorla, 2021, p. 4).

Com o intuito de analisar como essas práticas podem promover um aprendizado contextualizado, crítico e reflexivo, neste trabalho de pesquisa, focamos em duas dessas habilidades, EM13MAT304 e EM13MAT403, para explorar o ensino de funções exponenciais usando a Modelagem Matemática e as sequências didáticas.

Encaminhamentos metodológicos

Participaram da pesquisa 18 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola do interior do estado de São Paulo, na qual um dos pesquisadores leciona. A resolução da situação-problema seguiu os passos e o conjunto de procedimentos de Almeida, Silva e Vertuan (2012):

1. Interação: etapa em que há a compreensão da situação-problema.
2. Matematização: é a etapa em que se dá a passagem da linguagem natural para a linguagem matemática do problema definido na fase da interação.
3. Resolução: é nesta fase que o modelo matemático é construído com a finalidade de descrever a situação, de modo que seja possível responder às perguntas formuladas e, em alguns casos, fazer previsões para o problema.
4. Interpretação e validação dos resultados: é o momento de analisar se o modelo encontrado responde às perguntas do problema e de avaliar todo o processo da modelagem matemática.

Como instrumento de coleta de dados foi aplicado um questionário via *Google Forms* com 8 questões dissertativas, 1 de caixa de seleção e 3 de escalas de satisfação de 1 a 5 (sendo 1 ruim e 5 ótimo) para explorar as percepções dos alunos sobre a aula, a prática docente, as sequências didáticas e uma comparação entre

Modelagem Matemática e a abordagem tradicional. Para esta pesquisa, foram analisadas as respostas dos estudantes que participaram do questionário, conforme é apresentado na Figura 1, a seguir.

Figura 1: Questionário aplicado

- i) Durante as aulas tradicionais você conseguiria ter um aprofundamento associando o conteúdo a situações cotidianas? Explique com suas palavras;
- ii) Qual é sua opinião em relação à metodologia utilizada pela professora para aprofundamento do assunto Função Exponencial?
- iii) Você acredita que as aulas ficaram mais motivadoras e estimulantes?
- iv) O que achou do papel da professora como mediadora do conhecimento?
- v) Na sua opinião, o trabalho em equipe foi satisfatório para a aprendizagem?
- vi) Qual foi a atividade da Sequência Didática de que você mais gostou? Explique o porquê.
- vii) Você prefere a aula tradicional ou a metodologia de Modelagem Matemática para aprofundar suas habilidades? Explique;
- viii) Pensando nos conteúdos de Matemática do Currículo, qual outra sugestão de atividade você daria para ser realizada na sala de aula, mediada pela professora, envolvendo Modelagem Matemática? Explique o motivo da sua escolha.
- ix) Em três palavras, como você define os momentos e a prática desenvolvida utilizando a metodologia de Modelagem Matemática?

Fonte: os autores (2024)

As respostas foram organizadas e analisadas com o auxílio do *Google Planilhas*. A metodologia da análise qualitativa foi fundamentada na Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes, Galiazzi (2006), conduzida em três etapas:

- i) unitarização (fragmentados dos texto em unidades de significado);
- ii) categorização (agrupadas das unidades por características semânticas);
- iii) comunicação (elaboração de textos descritivos e interpretativos).

Apresentação da Sequência Didática

A sequência didática, desenvolvida pelos pesquisadores, tem como objetivo proporcionar aos alunos uma compreensão aprofundada sobre funções exponenciais. Ela é estruturada em três atividades distintas, sendo que, com o intuito de promover uma aprendizagem integrada e aplicada, cada uma é focada em aprofundar de forma diferente as habilidades selecionadas.

Iniciamos com a Atividade 1 (Quebrando o Padrão: Fractais e *Geogebra*) com uma introdução teórica sobre fractais, onde os alunos, organizados em grupos de 2 ou 3, puderam se familiarizar com os termos matemáticos relacionados e aguçar a curiosidade acerca do problema. Na sequência, os alunos tiveram a oportunidade de realizar uma pesquisa rápida sobre fractais, explorando as suas aplicações e investigando a sua relação com a função exponencial (Quadro 2).

Quadro 2: Construindo fractal poeira de Cantor - Etapa 1 da Atividade 1

Hoje vamos construir 3 fractais utilizando estratégias distintas:

- 1) Utilizando material manipulável (massa de modelar), construa juntamente com sua equipe, o fractal “**poeira de Cantor**” na folha sulfite, seguindo o passo-a-passo:
 - i) Iniciamos a construção do fractal com um segmento de reta AB de comprimento unitário;
 - ii) Dividimos esse segmento em três partes congruentes, retiramos a parte central e desenhamos o resultado abaixo do primeiro segmento;
 - iii) Em cada nível, repetimos o procedimento para cada um dos segmentos do nível anterior;
 - iv) Faça isso por 4 níveis.

Fonte: os autores (2024)

E, na terceira etapa, os alunos construíram o fractal *Poeira de Cantor* com massinha de modelar, explorando suas propriedades visuais e matemáticas. Ainda, nesta etapa, eles completaram uma tabela relacionando o comprimento e a quantidade de segmentos, modelando uma função exponencial a partir dessas informações, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3: Associando e modelando uma função exponencial aos fractais - Etapa 3 da Atividade 1

- 2) Além disso, complete a tabela observando as quantidades de segmentos e o comprimento em cada nível.

Nível	Quantidade de segmentos novos	Comprimento de cada segmento novo

- 3) Escreva uma fórmula que possibilita calcular o comprimento total C dos segmentos novos em função do nível n correspondente.

Fonte: os autores (2024)

Na sequência, os alunos consolidaram o aprendizado ao construir os fractais *Curva de Koch* e *Triângulo de Sierpinski* no *Geogebra*, permitindo uma análise detalhada das estruturas fractais e destacando a importância dos recursos computacionais para processar as repetições infinitas (Quadro 4).

Quadro 4: Associando e modelando uma função exponencial aos fractais - Etapa 5 da Atividade 1

Parte 2

Agora, vocês irão utilizar uma ferramenta muito interessante que é o **Geogebra** para construção de dois outros fractais bem importantes: **Curva de Koch** e **Triângulo de Sierpinski**.

Mande seu projeto do Geogebra por email para a professora e escreva abaixo os caminhos e os passos que você encontrou para realizar a construção, explicando com suas palavras. **Tente fazer uma relação com as quantidades de triângulos e/ou segmentos. Explique também onde podemos encontrar tais formas em nosso dia-a-dia.**

Fonte: os autores (2024)

Na Atividade 2 (Desacelerando a Desinformação), abordamos a Educação Midiática, um tema crucial na era digital, discutindo o conceito de desinformação e seus impactos sociais, utilizando perguntas dissertativas para promover o pensamento crítico dos alunos. Em seguida, os alunos foram desafiados a simular a disseminação de notícia falsa que se propaga por meio das redes sociais em três cenários hipotéticos (Quadro 5):

- Situação I: notícia falsa compartilhada via *WhatsApp* com dez contatos, cada um repassando a mais dez pessoas e assim por diante durante 5 etapas.
- Situação II: notícia falsa compartilhada com seguidores no *Instagram*, cada um repassando para o mesmo número de pessoas e assim por diante durante 4 etapas.
- Situação III: notícia falsa compartilhada com três amigos, cada um repassando para o mesmo número de pessoas e assim por diante durante 6 etapas.

De forma aleatória, cada aluno recebeu uma das três situações para resolver individualmente. Em seguida, trabalharam em duplas para investigar e encontrar soluções usando conceitos matemáticos, discutindo e debatendo até formularem uma solução comum. Os resultados foram anotados em uma tabela e um gráfico, conforme mostrado no Quadro 6, evidenciando os conceitos de Modelagem Matemática destacados por Almeida, Silva e Vertuan (2012).

Quadro 5: Desacelerando a Desinformação - Etapa 1 da Atividade 2**ATIVIDADE 2 - DESACELERANDO A DESINFORMAÇÃO****Etapa 1- O que é desinformação?**

- 1) Você já recebeu alguma informação que fosse suspeita? Explique
- 2) Questionou alguns pontos como: "Quem te enviou tal informação?", "Quem foi o autor dessa notícia?", "por onde recebeu essa notícia?"
- 3) Na sua opinião, teria como encontrarmos uma função relacionada com a quantidade de pessoas que repassam alguma informação? Explique.

Fonte: os autores (2024)

Quadro 6: Desacelerando a Desinformação - Etapa 2 da Atividade 2**Etapa 2- E se eu repassar a desinformação?**

Vamos imaginar a seguinte situação:

- III. Você recebe uma notícia falsa e sem verificar a sua validade, dissemina com os 3 melhores amigos e cada um deles repassa para o mesmo número de pessoas e assim por diante durante 6 etapas.

- A. Construa uma tabela, mostrando a quantidade de pessoas que vão receber a notícia falsa e repassar:

1	
2	
3	
4	
5	
6	

- B. Construa o gráfico evidenciando a situação:

Fonte: os autores (2024)

Esta atividade destacou a importância da verificação de fontes e da responsabilidade na comunicação digital, promovendo a reflexão sobre a disseminação de informações confiáveis. Os gráficos dos alunos ilustraram o crescimento exponencial no compartilhamento de notícias e os riscos de compartilhar conteúdos sem verificar a fonte.

Já na Atividade 3 (Xô Crescimento: Pandemia COVID-19), foram exploradas a epidemiologia e propagação da Covid-19 e como a Matemática pode ser utilizada para modelar uma pandemia (Quadro 7).

Quadro 7: Texto da Atividade 3 da Etapa 1

Equação de vida: como a matemática modela a pandemia?

Nos últimos meses, nos acostumamos a uma invasão de números e gráficos nos noticiários, redes sociais e outras formas de falar sobre a pandemia que imobilizou o mundo. “Achatar a curva” é uma das expressões que entraram no vocabulário popular. Podemos até não entender ao certo o que significa, mas estamos todos na torcida para que ocorra o mais rápido possível.

Na elaboração e no entendimento desses números, não estão apenas os profissionais da saúde, gestores públicos, mas, especialmente, os matemáticos que estão correndo contra o tempo com modelos e ferramentas para projetar cenários e contribuir com medidas de contenção e planejamento.

[...]

“A área de epidemiologia há muitos anos faz parte do portfólio de aplicações onde a matemática faz grande contribuição. Não tão eloquente quanto a pandemia, a matemática há muito tempo oferece ferramentas de decisão para campanhas de vacinação estimando o número de pessoas a serem vacinadas para o controle eficaz de doenças; logística de aplicação de vacinas; localização e densidade de aplicação da vacinas numa dada população, entre outras contribuições importantes. No caso específico da covid-19, os matemáticos e epidemiologistas vêm alertando desde os primeiros dias para a necessidade do distanciamento social e controle de atividades. Muitas pesquisas foram realizadas dando suporte à tomada de decisão pelas autoridades. No futuro próximo, a matemática poderá ainda colaborar na campanha de vacinação e continuidade do afastamento e retorno à vida normal”, observa José Alberto Cuminato, diretor do CeMEAI.

Texto completo disponível em: <https://jornal.usp.br/universidade/equacao-de-vida-como-a-matematica-modela-a-pandemia/>

Fonte: os autores (2024)

Na Etapa 1, os alunos realizaram, de forma individual, a leitura de um trecho do texto “*Equação de vida: como a matemática modela a pandemia?*” publicado pela Revista USP em 2020, que trouxe uma reflexão sobre as aplicações e contribuições da matemática para a ciência. Ao desenvolverem a Etapa 2 dessa Atividade 3, os alunos acessaram o portal *Painel Coronavírus-Brasil*, disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>, para analisar as informações encontradas e modelar o crescimento exponencial observado.

Os alunos, inicialmente, trabalharam de forma individual com a função exponencial do tipo $x(t) = x_0 \cdot b^t$, onde identificaram e compreenderam os diferentes parâmetros envolvidos na formação da função exponencial, conforme mostrado no Quadro 8. A partir do número de casos confirmados ao longo do tempo, os alunos, organizados em duplas, realizaram estimativas sobre a propagação do vírus, analisando o impacto de diferentes taxas de transmissão no crescimento do número de infectados.

Durante essa etapa, levando em consideração a taxa média de transmissão identificada, os alunos construíram uma tabela projetando a quantidade de pessoas infectadas a partir de um único indivíduo. Em seguida, foi solicitado que eles construíssem um gráfico para visualizar o crescimento da pandemia e interpretassem o comportamento exponencial observado.

Quadro 8: Parâmetros da função exponencial da Etapa 2

O crescimento exponencial pode ser caracterizado pela função exponencial do tipo:

$$x(t) = x_0 \cdot b^t$$

Explique o que cada termo da função significa:

$x(t)$ _____

x_0 _____

b _____

t _____

Agora iniciaremos uma análise, realizando algumas estimativas reais observando os dados da doença Covid-19:

a) Uma pessoa infectada transmite o vírus para quantas pessoas em média?

b) Qual o tempo médio de incubação do vírus?

c) Encontre um modelo de função que associa a quantidade de pessoas infectadas à transmissão do vírus. Explique como chegou a essa conclusão:

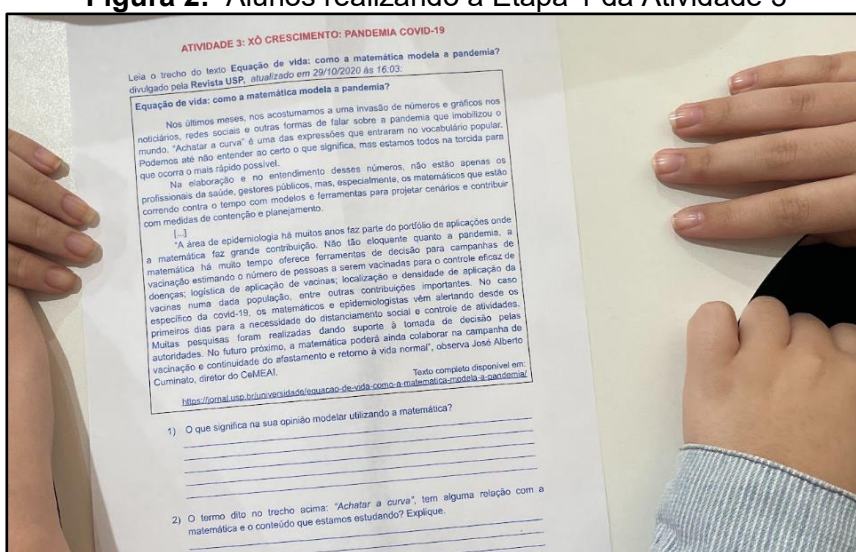
Fonte: os autores (2024)

Essa atividade permitiu que os alunos compreendessem na prática como a matemática, por meio das funções exponenciais, pode ser uma ferramenta poderosa para modelar fenômenos reais, como a evolução de uma pandemia. Além disso, foram levados a refletir sobre a importância da matemática na tomada de decisões, como nas medidas de contenção da doença e na elaboração de estratégias de vacinação. Ao final dessa atividade, os alunos discutiram os resultados obtidos, relacionando-os com os conceitos aprendidos em sala de aula e refletindo sobre a importância do distanciamento social e outras intervenções baseadas em modelos matemáticos.

Essa abordagem também proporcionou uma maior conscientização sobre o impacto da pandemia, conectando o conhecimento matemático às questões sociais e da saúde pública, o que contribuiu para uma compreensão mais ampla da relevância da matemática no mundo real. Além disso, a atividade ajudou a contextualizar o problema para alunos que, na época, estavam no início do Ensino Fundamental 2 e poderiam não se lembrar dos detalhes, aprofundando a habilidade EM13MAT304, além de proporcionar uma compreensão prática das implicações relacionadas à saúde e à disseminação do vírus.

A avaliação formativa utilizada neste trabalho para analisar o método de Modelagem Matemática, conforme descrito por Buriasco, Ferreira e Ciani (2009), considera todas as etapas da construção do conhecimento e o desenvolvimento das habilidades como prática. Essa avaliação, tem como objetivo, acompanhar a aprendizagem dos alunos ao longo das atividades, permitindo ajustes necessários no processo. Além disso, os alunos foram desafiados a usar ferramentas tecnológicas e materiais concretos para modelar problemas complexos, promovendo a compreensão das funções exponenciais e o pensamento crítico sobre a matemática no contexto atual.

Figura 2: Alunos realizando a Etapa 1 da Atividade 3



Fonte: os autores (2024)

Dessa forma, a sequência didática se apresenta não apenas como uma forma de aprender Matemática, mas como um processo integrador da metodologia de Modelagem Matemática, que envolve o desenvolvimento de habilidades matemáticas, o uso de tecnologias e a reflexão crítica sobre fenômenos sociais e científicos. No próximo capítulo, detalharemos a avaliação do processo e os resultados obtidos pelos alunos, analisando como cada uma das atividades contribuiu para a construção do conhecimento.

Resultados e Discussão

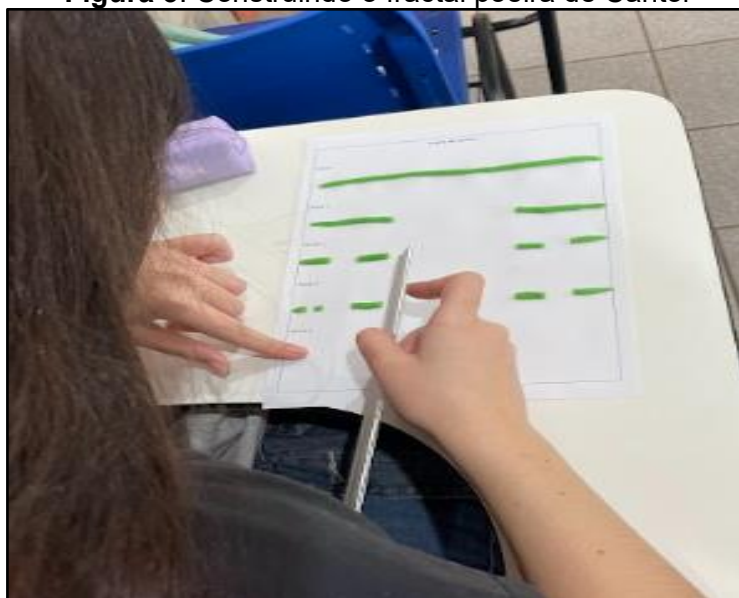
A sequência didática desenvolvida neste trabalho teve como objetivo aprofundar o conhecimento da função exponencial por meio da modelagem

matemática em etapas subsequentes. Na Atividade 1, por exemplo, os alunos foram divididos em grupos de 2 ou 3 integrantes e a interação (*soft skills*) entre os integrantes foi essencial para interpretar as informações e realizar as atividades práticas. Ao lerem os comandos juntos, os alunos elaboraram estratégias para dividir a massinha de modelar, relacionando essa divisão ao conceito de fractais e decaimento exponencial.

Nessa atividade, por exemplo, um aluno comentou a respeito da divisão contínua da massinha, dizendo que:

Aluno 1: “Eu penso assim, sora, aqui a gente vai ter a massinha inteira, então a gente vai dividir no meio e dá para fazer o nível 1 e o nível 0. No nível 0 a gente vai usar 50% da massinha, já no nível um a gente vai pegar a metade do anterior, e assim vai. Os “tequinhos” aqui da massinha vão se dividindo infinitamente”.

Figura 3: Construindo o fractal poeira de Cantor



Fonte: os autores (2024)

A professora, então, fez algumas perguntas para desenvolver esse raciocínio:

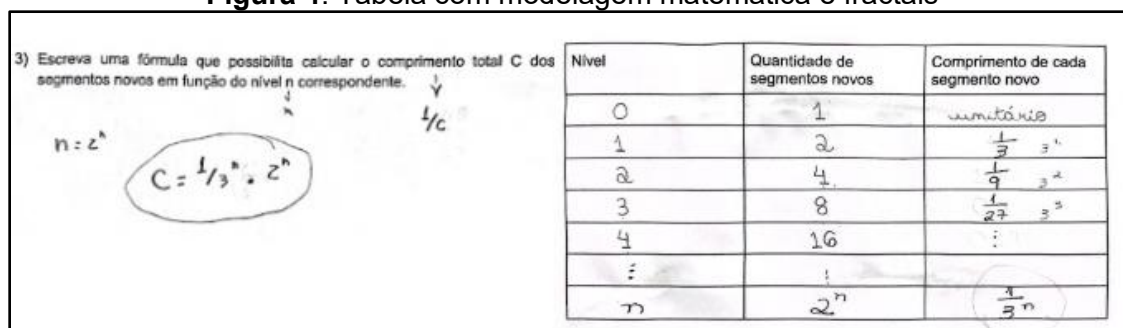
Professora: “Será que se a gente continuasse dividindo e dividindo essa massinha em três partes e tirando a do meio, até onde conseguimos chegar? Teria fim ou não?”

Aluno 2: “Ah, eu acho que não, sora, igual à radiação e à meia-vida.”

Na segunda etapa, os estudantes relacionaram segmentos e seus comprimentos com os níveis de fractais usando uma tabela (Figura 4). Apesar de todas as equipes terem conseguido fazer a conexão, algumas tiveram dificuldades para perceber rapidamente a relação entre expoentes e quantidades. A análise das

respostas dissertativas revelou que os alunos tiveram dificuldade, principalmente, na construção de uma fórmula para calcular os segmentos, mas demonstraram facilidade na construção do fractal e na elaboração da tabela associada ao problema.

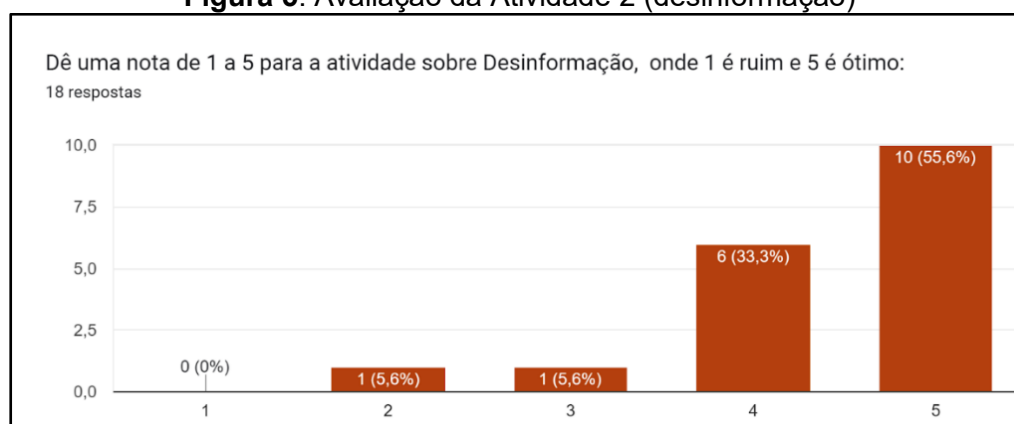
Figura 4: Tabela com modelagem matemática e fractais



Fonte: os autores (2024)

A segunda atividade, que envolveu a investigação individual de três situações-problema, foi a mais apreciada pelos alunos, despertando grande interesse. A análise do questionário mostrou que 16 dos 18 alunos avaliaram a prática com nota 4 ou superior, destacando a relevância e o engajamento proporcionados pela atividade (Figura 5).

Figura 5: Avaliação da Atividade 2 (desinformação)



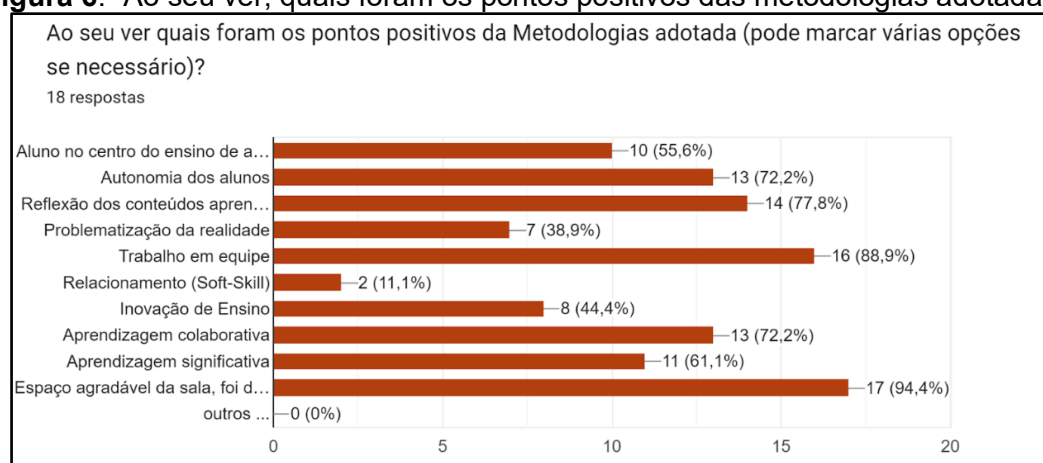
Fonte: os autores (2024)

Os alunos elogiaram o papel da professora como mediadora, destacando que: “[...] ela não passava a resposta de nada, apenas nos ajudava [...] para entendermos do nosso jeito, assim chegando em uma conclusão de forma limpa”. As perguntas disparadoras feitas por ela ao longo da sequência didática foram fundamentais para a construção do conhecimento e aplicação do modelo matemático. Um aluno resumiu:

“a professora ajudou muito fazendo as perguntas [...] melhor que ficar sentado 45min só ouvindo”.

Os participantes apontaram diversos pontos positivos das metodologias adotadas durante o desenvolvimento das atividades propostas. A Figura 6, a seguir, indica o ambiente agradável, o trabalho em equipe e a reflexão sobre conteúdos aprendidos, como os pontos que se destacaram na perspectiva dos alunos.

Figura 6: “Ao seu ver, quais foram os pontos positivos das metodologias adotadas?”



Fonte: os autores (2024)

Ao descreverem as práticas desenvolvidas e vivenciadas, utilizando o ambiente da Modelagem Matemática, destacam-se as percepções que foram divertidas, diferentes e interessantes. Além disso, os estudantes também deram sugestões de conteúdos para possíveis próximas atividades utilizando essa abordagem.

Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo analisar o impacto de uma sequência didática sobre funções exponenciais, utilizando a modelagem matemática como uma alternativa pedagógica para o ensino-aprendizagem. As atividades desenvolvidas permitiram que os alunos compreendessem profundamente os conceitos matemáticos e os aplicassem em contextos reais, como os fractais, a disseminação de desinformação e a propagação do COVID-19. As análises revelaram um engajamento significativo dos alunos, comprovando que a abordagem adotada promoveu um

aprendizado ativo e colaborativo. O professor, como mediador, foi fundamental para estimular o pensamento crítico e a construção autônoma do saber.

Ao integrar a Modelagem Matemática ao processo de ensino, especialmente por meio de sequências didáticas bem estruturadas, é possível promover uma mudança de paradigma, na qual o aluno deixa de ser apenas um ouvinte para se tornar sujeito ativo, protagonista na construção do seu próprio conhecimento. A modelagem favorece a aproximação entre o conhecimento matemático e o mundo real, promovendo também o pensamento crítico, a autonomia e o protagonismo estudantil.

O conteúdo de funções, em particular as funções exponenciais, apresenta um grande potencial para ser trabalhado por meio da Modelagem Matemática, dada sua presença em diversos fenômenos naturais e sociais, como crescimento populacional, economia, epidemiologia, desintegração radioativa e difusão de informações em redes sociais. Ao abordar esse conteúdo com uma perspectiva investigativa e aplicada, os alunos são levados a compreender não apenas a forma algébrica da função, mas também a interpretar sua dinâmica, crescimento, comportamento gráfico e aplicações concretas. Isso amplia a compreensão conceitual e fortalece habilidades importantes descritas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como a resolução de problemas, a representação de informações em diferentes linguagens e a análise crítica de dados.

A proposta aqui apresentada também demonstrou que a Modelagem Matemática é uma abordagem didática que vai além do ensino de um conteúdo específico, já que ela representa uma metodologia de ensino centrada no estudante, que valoriza o questionamento, a pesquisa, a colaboração e o diálogo entre diferentes áreas do saber. Desse modo, essa metodologia pode ser amplamente explorada pelos professores não apenas utilizando funções exponenciais, mas também funções afins, quadráticas, logarítmicas e trigonométricas, tornando o estudo de funções, que costuma ser um dos mais abstratos do currículo, mais acessível, concreto e interessante.

Como proposta de continuidade, sugere-se que práticas semelhantes sejam desenvolvidas em outras etapas do ensino e com diferentes temáticas matemáticas, ampliando a abrangência e a diversidade das experiências com Modelagem Matemática. Trabalhos interdisciplinares, o uso de ferramentas digitais, a análise de dados reais e a valorização das vivências dos estudantes devem compor o

planejamento docente em uma perspectiva formativa e significativa. Além disso, a formação continuada de professores e o incentivo institucional a práticas inovadoras também são fundamentais para consolidar uma cultura pedagógica que valorize a experimentação e a integração entre saberes.

Dessa forma, este estudo contribui para o fortalecimento de um ensino de Matemática mais contextualizado, crítico e significativo e destaca a Modelagem Matemática como uma estratégia transformadora para tornar a aprendizagem mais viva, atual e conectada com os desafios do mundo contemporâneo.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se explorar a modelagem matemática em diferentes contextos, como, por exemplo, em propostas interdisciplinares. Além disso, o uso de novas tecnologias, como programas e softwares educativos, pode enriquecer ainda mais a experiência dos alunos e, consequentemente, o processo de ensino-aprendizagem, proporcionando assim uma análise mais aprofundada de fenômenos naturais. Vale ressaltar que a avaliação contínua dos impactos dessas práticas no engajamento e desempenho dos alunos é fundamental para o aprimoramento das metodologias adotadas, a fim de garantir uma aprendizagem cada vez mais significativa e motivadora.

Referências

- ALMEIDA, L. M. W. Um olhar semiótico sobre modelos e modelagem: metáforas como foco de análise. **Zetetiké**, Unicamp, v. 18, Número Temático, p. 387–414, 2010.
- ALMEIDA, L. M. W. de; SILVA, K. A. P. da; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012.
- ALMEIDA, L. M. W. de. Jogos de linguagem em atividades de Modelagem Matemática. **VIDYA**, v. 34, n. 1, p. 241–255, 2014.
- ALMEIDA, L. M. W. Considerations on the use of mathematics in modeling activities. **ZDM**, v. 50, n. 1, p. 19–30, 2018.
- BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema Boletim de Educação Matemática**, v. 14, n. 15, p. 5–23, 2001.
- BASSANEZI, R. C. Modelagem Matemática: uma disciplina emergente nos programas de formação de professores. **Biomatemática**, v. 9, p. 9–22, 1999.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BASSANEZI, R. C. **Temas e modelos**. São Paulo: Editora Unicamp, 2012.

BATISTA, C. R.; OLIVEIRA, E. J.; RODRIGUES, F. S. **Sequência didática – ponderações teórico-metodológicas**. XVIII Endipe. UFMT, 2016.

BURIASCO, R. L. C.; FERREIRA, P. E. A.; CIANI, A. B. Avaliação como prática de investigação (alguns apontamentos). **Bolema Boletim de Educação Matemática**, v. 22, n. 33, p. 69–96, 2009.

CABRAL, N. F. **Sequências Didáticas: estrutura e elaboração**. Belém: SBEM–PA, 2017.

CARAÇA, B. J. **Conceitos Fundamentais da Matemática**. Lisboa: Gradiva, 2010.

CORREIA, G. S.; CAZORLA, I. M. A função exponencial na pesquisa em Educação Matemática: como dialoga com a BNCC? **EMTEIA**, v. 12, n. 4, 2021.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência e Educação**, v. 12, n. 1, p. 117–128, 2006.

PERRETI, L.; COSTA, G. M.T. Sequência didática na matemática. **Revista de Educação do Ideau**, v. 8. n. 17. p. 1–15, 2013.

PIRES, R. F. **O uso da Modelação Matemática na construção do conceito de função**, Dissertação de Mestrado, PUC-SP, 2009.

VENÂNCIO, S. **Aprendizagem Significativa de Função do 1º Grau: Uma investigação por meio da Modelagem Matemática e dos Mapas Conceituais**. 2010. 167 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, 2010.

VIEIRA, S. A.; OHIRA, M. A. **Sequência didática para o ensino de briófitas**. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense, 2008.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como ensinar**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.