

AS CONTRIBUIÇÕES DE VYGOTSKY PARA A MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA ANÁLISE A PARTIR DOS ANAIS DO ENEM

VYGOTSKY'S CONTRIBUTIONS TO MATHEMATICAL MODELING: AN ANALYSIS FROM ENEM ANNALS

Dayane Vieira Magno ¹

Irlane Maia de Oliveira ²

Resumo: Este estudo foi conduzido a partir de uma revisão sistemática da literatura (RSL), investigou as produções dos Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) com o objetivo de analisar as contribuições de Vygotsky na Modelagem Matemática. A pesquisa buscou responder à seguinte questão: O que se mostra nos trabalhos apresentados nos Anais do ENEM nas últimas quatro edições em relação às contribuições de Vygotsky para a Modelagem Matemática? Como resultado das análises, emergiram quatro categorias que foram propostas para responder à questão de pesquisa. As análises indicam que as investigações se concentraram principalmente na correlação das teorias vygotskyana com as etapas do processo de modelagem, visando aprimorar a aprendizagem. Os resultados revelam uma quantidade limitada de estudos nos Anais do ENEM que exploram as contribuições teóricas de Vygotsky na Modelagem Matemática, evidenciando a necessidade de mais pesquisas que aprofundem a relação entre suas teorias de aprendizagem e essa metodologia.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Aprendizagem Dialógica; Mediação Sociocultural; Ensino de Matemática.

Abstract: This study was conducted based on a systematic literature review (RSL), investigating the productions of the Annals of the National Meeting of Mathematics Education (ENEM) with the aim of analyzing Vygotsky's contributions to Mathematical Modeling. The research sought to answer the following question: What is shown in the works presented in the ENEM Annals in the last four editions in relation to Vygotsky's contributions to Mathematical Modeling? As a result of the analyses, four categories emerged that were proposed to answer the research question. The analyzes indicate that the investigations focused mainly on the correlation of Vygotskian theories with the stages of the modeling process, aiming to improve learning. The results reveal a limited number of studies in the ENEM Annals that explore Vygotsky's theoretical contributions to mathematical modeling, highlighting the need for more research that deepens the relationship between his learning theories and this methodology.

Keywords: Mathematical Modeling; Dialogic Learning; Sociocultural Mediation; Teaching Mathematics.

¹ Licenciada em Ciências: Matemática e Física pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Amazonas (PPGECIM), Manaus, AM, Brasil. E-mail: dayagnoviera@gmail.com.

² Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Professora no Departamento de Biologia e no Programa de Pós - Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas (PPGECIM/UFAM), Manaus, AM, Brasil. E-mail: irlanemaia@ufam.edu.br

1 Introdução

O ensino de Matemática no Brasil tem passado por inúmeros desafios, especialmente no que diz respeito aos métodos de ensino e aprendizagem, bem como à forma como a disciplina é percebida pela sociedade em geral. Contribuindo para a percepção dos estudantes que consideram a Matemática uma área distante de sua realidade (Tortola, Silva e Dalto, 2023; D'Ambrósio, 1986). Nesse sentido, é fundamental que as metodologias adotadas estejam fundamentadas em autores que defendem um ensino de qualidade, capaz de favorecer o crescimento integral do aluno e potencializar sua aprendizagem em Matemática.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) “o conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais” (Brasil, 2017, p. 265).

Nesse contexto, é essencial que os estudantes tenham acesso ao conhecimento matemático de forma significativa. Nesse sentido, a Modelagem Matemática se apresenta como metodologia eficaz, ao contextualizar conceitos em situações da realidade do discente, tornando o aprendizado mais dinâmico. Para Bassanezi (2002), a Modelagem desenvolve habilidades como prever, decidir, explicar e compreender, permitindo ao estudante atuar em situações reais e refletir sobre possibilidades de transformação nesse contexto.

Vygotsky destacou a estreita relação entre desenvolvimento e aprendizagem, defendendo que o progresso infantil está ligado ao aprendizado desde o nascimento. Para Oliveira (1997), isso evidencia o papel central da escola na formação psicológica dos indivíduos, tornando a obra de Vygotsky um marco na Psicologia da Educação ao oferecer nova perspectiva sobre o crescimento e a aprendizagem humana.

Rego (2014) ressalta a relevância dessas contribuições ao explicar a formação das funções psicológicas superiores e a integração entre ensino, aprendizagem e desenvolvimento. Nesse sentido, considerar a abordagem Vygotskiana é fundamental para refletir sobre os desafios e possibilidades da Modelagem Matemática no ensino.

Este artigo é um recorte de uma pesquisa de mestrado que analisou as potencialidades da Modelagem Matemática dentro de um contexto sociocultural específico, envolvendo uma turma dos anos finais do Ensino Fundamental. Com base

nessa perspectiva, o presente estudo propõe uma análise dos enfoques relacionados à Modelagem Matemática, por meio de uma revisão sistemática da literatura. Essa revisão foi conduzida conforme as etapas metodológicas sugeridas por Galvão e Ricarte (2019), com a seleção de trabalhos realizada nos anais do Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) no período de 2013 a 2023, contemplando as seguintes edições: XI ENEM (2013), XII ENEM (2016), XIII ENEM (2019) e XIV ENEM (2022). A escolha desse recorte temporal visou identificar tendências, avanços e permanências nas discussões sobre o tema ao longo da última década.

A estruturação deste trabalho compreenderá na apresentação de algumas concepções e aspectos da Modelagem Matemática, em seguida por uma síntese dos principais conceitos da teoria de Vygotsky. Posteriormente, serão delineados os aspectos metodológicos da pesquisa, os resultados da análise nos anais do ENEM, bem como os apontamentos e contribuições para a Modelagem Matemática. O artigo será concluído com considerações finais derivadas deste estudo.

2 Modelagem Matemática: algumas concepções

Biembengut (2012) enfatiza que o movimento pela Modelagem Matemática na Educação Básica e Superior passa a ocorrer a partir da década de 1970, praticamente ao mesmo tempo, em diversos países, inclusive no Brasil. Barbosa (2001) afirma que a modelagem pode ser entendida como uma oportunidade para os estudantes realizarem questionamentos sobre situações que podem ser respondidas por meio da Matemática e que possibilita vários encaminhamentos. Bassanezi (2002, p. 16) afirma que a Modelagem Matemática é "a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real".

De acordo com Almeida e Dias (2004), a Modelagem Matemática se destaca como uma estratégia pedagógica valiosa, pois permite a integração de conteúdos curriculares com problemas reais, possibilitando que os alunos investiguem e analisem essas situações. Nesse sentido, vários autores defendem a adoção da Modelagem Matemática como uma alternativa eficaz ao "método tradicional" de ensino (Bassanezi, 2002; Biembengut, 2012; Barbosa, 2001; Burak, 2004).

A literatura sobre Modelagem Matemática aponta diversas etapas específicas para o desenvolvimento de atividades nessa abordagem. Burak (2004) sugere uma sequência de fases para orientar o processo: (I) escolha do tema, (II) pesquisa exploratória, (III)

identificação dos problemas, (IV) resolução dos problemas e (V) análise crítica das soluções. Cada uma dessas etapas contribui para uma compreensão mais aprofundada e estruturada do objeto de estudo, promovendo a articulação entre teoria e prática no contexto educacional.

A Modelagem Matemática ganha espaço no contexto escolar diante dos desafios do ensino de Matemática, especialmente para os professores, que enfrentam condições que muitas vezes dificultam sua prática (Tortola, Silva e Dalto, 2023). Para os alunos, a disciplina também é vista como distante da realidade e de difícil compreensão, o que contribui para altas taxas de reprovação (D'Ambrósio, 1986).

Nesse cenário, é essencial mostrar que a Matemática está presente no cotidiano e que, ao longo da história, sempre contribuiu para explicar e quantificar fenômenos em diferentes áreas, como física, química, economia e ciências sociais (Muderno, 2017). Considerando tais desafios, o papel do professor torna-se central: cabe a ele mediar o conhecimento por meio de metodologias que despertem o interesse dos estudantes e facilitem a compreensão, como o uso de tecnologias, jogos e, sobretudo, a Modelagem Matemática, que torna o aprendizado mais acessível e significativo.

Em conformidade com essa perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a importância de valorizar a voz dos estudantes, com o objetivo de estimular maior interesse e engajamento na construção do próprio conhecimento. Nesse sentido, torna-se necessário repensar o ensino tradicional, incorporando metodologias que tornem as aulas de Matemática mais dinâmicas, participativas e contextualizadas, rompendo com práticas instrucionais centradas exclusivamente na figura do professor.

De acordo com Duarte (2018), o ensino tradicional é caracterizado por uma abordagem em que o professor ocupa o papel central como transmissor do saber, enquanto os alunos assumem uma postura passiva, apenas recebendo informações. No entanto, esse modelo tem passado por transformações significativas, à medida que se reconhece a importância de tornar os estudantes protagonistas do seu processo formativo, promovendo uma aprendizagem mais ativa, crítica e significativa.

Assim, na tentativa de proporcionar um ensino significativo aos estudantes, surge como alternativa metodológica a Modelagem Matemática. Segundo Barbosa (2004), trata-se de um ambiente em que os alunos investigam, por meio da Matemática, situações ligadas à realidade. No contexto escolar, busca aproximar teoria e prática, relacionando os conceitos matemáticos à vivência dos estudantes e favorecendo o aprendizado.

Por conseguinte, faz-se necessário a aplicação de práticas pedagógicas como a Modelagem Matemática no contexto escolar, pois atividades que incentivem a interação entre a realidade vivenciada pelos estudantes e os conteúdos do currículo ministrados pelo professor, acaba facilitando a construção do conhecimento dos estudantes.

3 Concepções de Vygotsky: perspectiva e teoria de aprendizagem

Lev Semenovich Vygotsky nasceu em 17 de novembro de 1896 na cidade de Orsha, localizada na atual Bielorrússia. Pertencia a uma família judaica e era o segundo entre oito irmãos. Seu pai ocupava o cargo de chefe de departamento em um banco, enquanto sua mãe possuía formação em magistério, embora não tenha seguido a carreira docente.

Conforme Veer e Valsiner (1996), sua família possuía boas condições financeiras, o que lhe garantiu acesso a uma educação de qualidade, com biblioteca em casa e apoio de tutores. Esse ambiente estimulante despertou seu interesse pelo conhecimento, pela leitura e pelo domínio de línguas. Mais tarde, dedicou-se a reflexões sobre educação e ampliou seus estudos para a pedologia, ciência que analisa a criança em aspectos biológicos, psicológicos e antropológicos (Rego, 2014), campo no qual deixou importantes contribuições educacionais.

Segundo Rego (2014), Vygotsky concentrou-se na origem dos processos psicológicos humanos em uma perspectiva histórico-cultural, mas também abordou a educação de forma interdisciplinar. Para ele, a aprendizagem ocorre na interação social, essencial ao desenvolvimento das funções mentais superiores, estando diretamente ligada ao desempenho escolar. Sua teoria sociocultural considera o ser humano social, histórico e dinâmico, destacando o papel do meio sociocultural e da participação em atividades significativas na aprendizagem (Bock, Furtado e Teixeira, 2009).

Complementando essa perspectiva, Orey e Rosa (2007) afirmam que é por meio da interação com os diversos membros de uma comunidade cultural que o processo de aprendizagem se inicia e se desenvolve. Nesse mesmo sentido, Moreira (2017, p. 110) ressalta: “A interação social é, portanto, na perspectiva vygotskiana, o veículo fundamental para a transmissão dinâmica do conhecimento social, histórica e culturalmente construído”.

Segundo Boiko e Zamberlan (2001) o sócio-construtivismo é uma teoria fundamentada nos estudos de Vygotsky e de seus seguidores, que explora o impacto da

interação social, da linguagem e da cultura na origem e no desenvolvimento do psiquismo humano. Segundo essa perspectiva, o conhecimento não é visto como uma simples representação da realidade, mas como um reflexo das ações e operações conceituais que se mostraram eficazes na vivência individual.

Assim sendo, o aprendizado é um processo adaptativo de natureza social, histórica e cultural. Para Cobb (1998), o conhecimento, produzido culturalmente, é compartilhado e resulta de interpretações e transformações individuais. Nessa linha, Andrade (2020) destaca que a realidade é entendida como construção subjetiva, moldada pelas experiências e percepções dos sujeitos, e não como um saber totalmente objetivo.

Quanto ao papel da escola diante dessa teoria, Boiko e Zamberlan (2001, p. 51) afirmam que "o referencial sócio-construtivista posiciona a educação e a escola como desempenhando um papel fundamental na promoção do desenvolvimento dos indivíduos, e o professor, como planejador, observador, promotor e desafiador do desenvolvimento dos mesmos". Andrade (2020) enfatiza que o educador tem o papel de intermediar o conhecimento que foi desenvolvido socialmente, com base nos significados que os alunos atribuem à realidade.

Dessa forma, para enfatizar sua teoria, Vygotsky aborda sobre aspectos das funções psicológicas superiores, mostrando que o desenvolvimento cognitivo se apresenta interligado com o processo de aprendizagem. Rego (2014, p. 39) corrobora essa definição, destacando a importância da interação como elemento propulsor do desenvolvimento, além de enfatizar o "modo de funcionamento psicológico tipicamente humano, tais como a capacidade de planejamento, memória voluntária, imaginação, etc."

No campo da aprendizagem, uma de suas principais contribuições foi o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que representa o intervalo entre aquilo que a criança é capaz de realizar sozinha e o que pode alcançar com a ajuda de alguém mais experiente. Essa concepção evidencia que o progresso cognitivo ocorre através da mediação social, Rego (2014, p. 73) corrobora sobre a definição de ZDP:

A distância entre aquilo que ela é capaz de fazer de forma autônoma (nível de desenvolvimento real) e aquilo que ela realiza em colaboração com os outros elementos de seu grupo social (nível de desenvolvimento potencial) caracteriza aquilo que Vygotsky chamou de zona de desenvolvimento potencial ou proximal.

Diante do exposto, a abordagem histórico-cultural destaca a importância do outro e o papel do educador no processo de aprendizagem dos estudantes, reforçando a relevância das concepções vygotskianas para a compreensão de como se dá o

desenvolvimento cognitivo.

Veer e Valsiner (1996) exploram elementos centrais dessa teoria e afirmam que sua formulação inicial foi apresentada em um artigo publicado na revista *Pedologia*, no qual já eram discutidos temas fundamentais como o método instrumental, a mediação, entre outros aspectos. Posteriormente, diversas publicações contribuíram para o amadurecimento do referencial teórico.

Segundo os autores, a teoria surgiu como uma tentativa de explicar a origem e evolução das funções mentais superiores em adultos escolarizados. Vygotsky comparou funcionamento mental de animais e humanos, populações primitivas e modernas, além de observar diferenças entre o desenvolvimento infantil e adulto e entre indivíduos com ou sem distúrbios psíquicos, propondo a partir dessas análises:

Uma teoria do homem, sua origem e formação, seu estado atual entre outras espécies e um esquema para seu futuro. A imagem do homem que deriva dessa teoria é a do homem como um ser racional que assume o controle de seu próprio destino e emancipa-se para além dos limites restritivos da natureza (Veer e Valsiner, 1996 p. 211).

Em suas investigações sobre a distinção entre humanos e animais, o autor concluiu que as principais diferenças emergem a partir da inserção cultural. Enquanto os animais baseiam-se quase exclusivamente na herança genética, os seres humanos são capazes de internalizar e transmitir elementos culturais, construindo, assim, características propriamente humanas por meio da interação social.

No que diz respeito ao comportamento, o pesquisador reconhecia que os processos mentais elementares têm base genética, enquanto as funções cognitivas superiores, exclusivas dos humanos, se constroem historicamente e dependem da mediação social desde a infância. Ele também destacou que instrumentos culturais, especialmente a linguagem, funcionam como ferramentas, mediando ações e o pensamento, diferenciando humanos de outros animais.

5 Encaminhamentos metodológicos da pesquisa

Este estudo de natureza qualitativa e bibliográfico apresenta uma revisão sistemática, pois segundo Galvão e Ricarte (2019), é uma forma de pesquisa que segue protocolos específicos com o objetivo de compreender e verificar alguma lógica a um extenso corpus documental visando fornecer ao pesquisador uma direção para resultados

específicos contraditórios e basear-se em estudos de maior qualidade sobre o tema em questão.

As revisões sistemáticas requerem uma execução em conformidade com uma estratégia de busca predefinida, conforme destacado por Donato e Donato (2019, p. 227). Essa modalidade de revisão "busca ser imparcial, minimiza o caminho por meio da aplicação de métodos explícitos para realizar uma pesquisa bibliográfica abrangente e avaliar criticamente os estudos individuais".

Para assegurar a credibilidade na exposição dos achados de uma Revisão Sistemática, torna-se fundamental adotar as etapas próprias de uma investigação metodológica. Segundo Brizola e Fantin (2016), ainda que não exista um modelo único e padronizado para esse tipo de revisão, há um conjunto central de procedimentos que contempla elementos em comum. As fases de identificação e busca de fontes, seleção dos estudos, avaliação da qualidade dos estudos selecionados e apresentação dos resultados obtidos.

Para a realização desta revisão, foi construído um plano metodológico da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com a finalidade de direcionar o processo de pesquisa. Assim, neste trabalho, buscou-se recuperar estudos que atendem às palavras-chave pré-determinadas, estabelecendo de maneira clara os critérios de inclusão e exclusão para os trabalhos pesquisados, conforme sugerido por Donato e Donato (2019).

Em seguida, procedeu-se com as etapas definidas por Galvão e Ricarte (2019), sendo a primeira etapa definição do tema a ser investigado na revisão; a escolha das fontes bibliográficas a serem consultadas para levantamento do material; a formulação de métodos para pesquisas detalhadas; a triagem dos documentos e a organização dos dados obtidos.

Após a organização dos dados obtidos realizou-se a análise por meio da técnica de Análise de Conteúdo que é compreendida como "um conjunto de técnicas voltadas à análise das comunicações, utilizando procedimentos sistemáticos e objetivos para descrever o conteúdo das mensagens" (Bardin, 1977, p. 38).

Entre os diversos métodos propostos por Bardin (1977, p. 153), adotou-se a análise temática, também conhecida como categorial. Essa técnica consiste na fragmentação do texto em unidades de significado, agrupadas posteriormente em categorias com base em analogias. A escolha por essa abordagem se fundamenta em sua eficácia na organização e interpretação de dados qualitativos de forma ordenada e significativa.

Além disso, a análise categorial proporcionou uma compreensão abrangente e estruturada dos elementos presentes nos resultados, favorecendo a detecção de regularidades e permitindo uma investigação aprofundada das informações coletadas.

5.1. A delimitação da questão

Diante do contexto apresentado, considerando a relevância da Modelagem Matemática e as contribuições de Vygotsky para o processo de aprendizagem, definiu-se a questão de investigação com o objetivo de identificar as influências desse autor no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática. Assim, a pergunta orientadora da revisão é: "O que se mostra nos trabalhos apresentados nos anais do ENEM nas últimas quatro edições em relação às contribuições de Vygotsky para a Modelagem Matemática?"

5.2. A seleção da base de dados

A busca pelos trabalhos foi conduzida nos anais do Encontro Nacional da Educação Matemática (ENEM), um evento de abrangência nacional de grande relevância para a Educação Matemática. A escolha pelos Anais do ENEM como única base de dados para a realização da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) fundamenta-se na relevância e especificidade deste evento no campo da Educação Matemática. O ENEM é promovido pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) e consolidou-se, ao longo dos anos, como um dos principais espaços de divulgação e discussão de pesquisas e práticas pedagógicas voltadas ao ensino de Matemática no Brasil.

Optou-se por concentrar a busca exclusivamente nesses anais por se tratar de uma fonte especializada, com foco temático diretamente relacionado ao objeto de estudo da RSL. A seleção visou garantir a coerência e a profundidade da análise, priorizando uma base que reúne produções acadêmicas de pesquisadores e docentes atuantes na área, o que favorece o alinhamento teórico e metodológico da investigação.

Além disso, os Anais do ENEM oferecem acesso aberto e sistematizado às publicações de todas as edições desde 1995 (com a primeira edição do evento ocorrida em 1987), totalizando 14 encontros até 2022. A organização e a regularidade das publicações tornam essa base particularmente valiosa para a análise de tendências e abordagens no ensino de Matemática ao longo do tempo.

Portanto, embora reconheçamos a existência de outras bases de dados relevantes, a opção pelos Anais do ENEM se deu pela sua representatividade, acessibilidade, foco específico na Educação Matemática e pelo alinhamento direto com os objetivos da presente RSL.

5.3. Elaboração da estratégia de busca

A etapa seguinte diz respeito à busca por trabalhos adequados, a seleção dos mesmos ocorreu através dos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos no protocolo da RSL, conforme apresentado no quadro 1 a seguir:

<i>Critério de Inclusão</i>	<i>Critério de Exclusão</i>
I. Trabalhos provenientes dos Anais do ENEM.	I. Trabalhos apresentados em eventos diferentes do ENEM.
II. Possuir relação com a Modelagem Matemática.	II. Não possuir relação com a Modelagem Matemática.
III. Trabalhos entre 2013-2023.	III. Trabalhos anteriores a 2013 e posteriores a 2023.
IV. Língua Portuguesa.	IV. Esteja na Língua Estrangeira.
V. Deve apresentar relações com as concepções de Vygotsky.	V. Não apresentar relações com as concepções de Vygotsky.

Quadro 1: Critérios de inclusão e exclusão

Fonte: Os autores (2024).

Para esta pesquisa, foram selecionados os anais do ENEM no período de 2013 a 2023, ou seja, anais das seguintes edições: XI ENEM (2013), XII ENEM (2016), XIII ENEM (2019) e XIV ENEM (2022), considerando-os os mais recentemente publicados. Nos eventos de 2019 e 2022 do ENEM, foram identificados subeixos específicos relacionados à Modelagem em Educação Matemática. Utilizando uma abordagem qualitativa, por meio do formulário de busca simples no banco de dados do ENEM, realizou-se a pesquisa combinando inicialmente as palavras-chave "modelagem" ou "Modelagem Matemática" nos títulos dos trabalhos.

No XI ENEM (2013), foram publicados 50 trabalhos que continham essas palavras-chave no título, sendo 17 deles relato de experiência (RE) e 33 como comunicações científicas (CC). No XII ENEM (2016), verificou-se a presença de 26

trabalhos de relato de experiência (RE) e 30 de comunicação científica (CC), totalizando 56 trabalhos com as palavras "modelagem" ou "Modelagem Matemática" no tema.

A busca nos dois últimos encontros foi direcionada ao eixo temático 08 - Modelagem em Educação Matemática. No XIII ENEM (2019), foram encontrados 46 trabalhos no eixo 08 que abordavam a referida temática. Já no XIV ENEM (2022), o eixo 08 apresentou 31 trabalhos relacionados à Modelagem Matemática.

Nas edições em que não havia a delimitação por eixo, buscou-se identificar primeiramente os trabalhos que apresentavam a expressão "Modelagem Matemática" em seu título, e que se dedicavam a práticas em sala de aula com os estudantes; e na sequência, foi realizada a leitura dos resumos, palavras-chave e metodologia, com o objetivo de verificar se os textos selecionados, de fato, abordavam sobre as contribuições de Vygotsky para a Modelagem Matemática. Aqueles trabalhos que traziam a expressão "Modelagem Matemática", mas não faziam referência às contribuições de Vygotsky para a temática, não foram selecionados para este estudo.

Ao refazer a busca pela palavra-chave "Vygotsky" ou "Vigotski", devido à tradução, identificaram-se apenas 7 trabalhos para análise. Em seguida, durante a leitura dos títulos, resumos e, quando necessário, dos textos integrais, foram excluídos os artigos que se baseavam principalmente em outros autores e estudos teóricos ou de revisão que não abordavam práticas de Modelagem Matemática. Os resultados, em consonância com os critérios de inclusão do estudo, foram organizados de maneira descritiva no Quadro 02, proporcionando aos leitores uma visão da produção científica sobre o tema.

5.4. Seleção e sistematização

Os artigos que integram a presente pesquisa foram selecionados no período de novembro do ano de 2023. A partir do levantamento inicial, por meio das palavras-chave anteriormente definidas, foram identificados 183 artigos. Deste universo, 176 artigos foram excluídos, considerando os seguintes critérios de exclusão: período da publicação, artigos que não abordaram práticas com Modelagem Matemática e as possíveis contribuições de Vygotsky. Portanto, foram selecionados apenas 7 trabalhos fundamentados principalmente em Vygotsky, que atenderam a todos os critérios de inclusão da pesquisa, sendo apenas um trabalho do tipo relato de experiência (RE) e seis de comunicação científica (CC). O Quadro 2 apresenta os trabalhos selecionados.

Título	Autores	Edição do ENEM/Ano	Objetivo	Tipo de trabalho
O ensino de geometria: uma proposta didática com o uso da Modelagem Matemática para alunos do Ensino Fundamental	Sousa, D. B.; Ananias, E. F.; Caldeira, V. L. A.	XI – 2013	Ajudar o aluno a desenvolver conceitos geométricos, e desenvolver habilidades lógico-espacial.	RE
Uma proposta didática utilizando a Modelagem Matemática como ambiente de aprendizagem para o ensino de geometria	Sousa, D. B.	XI – 2013	Investigar, aplicar e analisar uma intervenção didática no ensino da Geometria utilizando a Modelagem Matemática como ambiente de aprendizagem para superar as dificuldades apresentadas por alunos do 7º Ano do Ensino Fundamental em conteúdos geométricos.	CC
Modelagem Matemática e possíveis aproximações com a teoria de Vygotsky	Boldt, A.; Kaczmarek, D.; Burak, D.; Bassani, I.	XI – 2013	Tentar explicitar as possíveis aproximações entre a perspectiva do pensamento de Vygotsky e a Modelagem Matemática na concepção adotada por Burak.	CC
Proposta e resolução de um problema de modelagem na Educação Matemática online	Galleguillos, J.	XII - 2016	Observar como ocorre o desenvolvimento da Modelagem Matemática em um curso de extensão online.	CC
O uso da Modelagem Matemática na Educação Básica	Bueno, S.; Alencar, E. S.; Gomes, H. C.	XII - 2016	Apresentar uma atividade de Modelagem Matemática desenvolvida na educação básica.	CC
Ações dos sujeitos da atividade diante de uma proposta de Modelagem Matemática	Araújo, J. L.; Pinto, T. F.; Soares, N. C.; Lima, F. H.	XII - 2016	Descrever e analisar as ações de um grupo de participantes de uma pesquisa em um ambiente de aprendizagem de modelagem.	CC
Modelagem Matemática no Ensino Médio com contribuições de Vygotsky e Leontiev	Carvalho, D. S.; Oliveira, N. V. S. S.	XIII - 2019	Analisar o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no Ensino Médio ao se utilizar o primeiro momento de familiarização de Almeida, Silva e Vertuan (2013) com algumas contribuições de Vygotsky e Leontiev.	CC

Quadro 2: Anais do ENEM incluídos na revisão sistemática

Fonte: Os autores (2024).

O propósito desta Revisão Sistemática da Literatura é compreender, através dos anais do ENEM, especialmente no que se refere ao domínio da modelagem em educação Matemática, as contribuições de Vygotsky para esse contexto. Esta análise permitirá aos pesquisadores da área identificarem estudos e estabelecer correlações entre as teorias, ao mesmo tempo em que aponta possíveis lacunas nesse âmbito. Os resultados obtidos são minuciosamente expostos, destacando áreas específicas onde existem lacunas mais evidentes e questões em aberto, oportunamente como orientação para futuras pesquisas relevantes.

6 Resultados e discussão

Com base na técnica de Análise de Conteúdo, conforme proposta por Bardin (1977), foi possível examinar os trabalhos apresentados nos Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) nas últimas quatro edições, a fim de identificar como as contribuições de Vygotsky têm sido relacionadas à Modelagem Matemática. A partir dessa análise, emergiram quatro categorias centrais que possibilitam responder à questão de pesquisa: *O que se mostra nos trabalhos apresentados nos Anais do ENEM nas últimas quatro edições em relação às contribuições de Vygotsky para a Modelagem Matemática?* As categorias delineadas evidenciam distintas maneiras de incorporação dos fundamentos vygotskianos nas produções examinadas. A seguir, apresentam-se essas categorias:

a) Perspectivas socioconstrutivistas e sociointeracionistas aplicadas a atividades com Modelagem Matemática: esta categoria reúne trabalhos que dialogam com os princípios da aprendizagem como construção coletiva do conhecimento, valorizando o papel ativo dos estudantes e a interação social como elemento essencial nas atividades de modelagem refletindo assim em uma aprendizagem dialógica.

b) Relações entre a Modelagem Matemática e os fundamentos do pensamento vygotskiano: convergências possíveis: aqui, destacam-se estudos que exploram aproximações teóricas entre os pressupostos da Modelagem Matemática e conceitos centrais do pensamento de Vygotsky, evidenciando possibilidades de integração entre ambas as abordagens.

c) Teoria da Atividade e mediação por instrumentos: esta categoria contempla produções que se baseiam na Teoria da Atividade como desdobramento da psicologia histórico-cultural, enfatizando o papel mediador dos instrumentos (inclusive os

simbólicos, como a linguagem matemática) no processo de ensino e aprendizagem por meio da modelagem.

d) Interação social como motor de desenvolvimento cognitivo: evidenciando a Zona de Desenvolvimento Proximal: nesta última categoria, foram agrupados os trabalhos que abordam explicitamente o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), essa categoria evidência a importância da mediação sociocultural na aprendizagem, ressaltando a interação com o outro mais experiente no avanço das capacidades cognitivas dos estudantes durante atividades de Modelagem Matemática.

Seguidamente, são apresentadas as descrições dos trabalhos selecionados, bem como a relação de cada um com as categorias de análise supracitadas, de modo a oferecer uma visão abrangente sobre as formas de articulação entre a teoria vygotskiana e a Modelagem Matemática nas produções acadêmicas examinadas.

6.1. Descrições dos trabalhos com Modelagem Matemática

O ensino de geometria: uma proposta didática com o uso da modelagem matemática para alunos do ensino fundamental

A pesquisa de Sousa, Ananias e Caldeira (2013) apresenta uma experiência pedagógica que utiliza a Modelagem Matemática como estratégia metodológica para o ensino de Geometria. Inspirados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e fundamentados na perspectiva socioconstrutivista de Vygotsky, os autores propuseram atividades em grupo, com mediação entre pares e professor, visando à construção colaborativa do conhecimento.

A adoção da Modelagem Matemática neste estudo resultou em uma estratégia didática inspirada nas premissas socioconstrutivistas de Vygotsky. A proposta consistiu em atividades em equipes de cinco alunos, favorecendo a colaboração, a mediação e a troca de saberes, de modo que cada estudante, com apoio dos colegas ou do professor, pudesse superar desafios que não conseguiria resolver individualmente.

O estudo envolveu 20 alunos do 6º ano de uma escola pública em Lagoa Seca (PB) e teve como foco a criação de mesas e bancos com garrafas PET, permitindo aos estudantes explorar noções de formas planas e espaciais, além de aplicar medidas de comprimento. A proposta valoriza a aprendizagem em equipe, a resolução de problemas e a exploração de conteúdos ainda não trabalhados formalmente.

Os resultados indicaram avanços na compreensão dos conceitos geométricos, maior engajamento nas aulas e o desenvolvimento de habilidades lógico-espaciais, evidenciando o potencial da Modelagem Matemática como recurso didático alinhado aos princípios vygotskianos.

Uma proposta didática utilizando a Modelagem Matemática como ambiente de aprendizagem para o ensino de geometria

No campo da comunicação científica, Sousa (2013) apresenta os resultados de sua pesquisa de mestrado, que teve como foco o desenvolvimento, aplicação e avaliação de uma intervenção pedagógica voltada ao ensino da Geometria, utilizando a Modelagem Matemática como contexto de aprendizagem. O estudo teve como objetivo principal enfrentar as dificuldades dos alunos do 7º ano do Ensino Fundamental na compreensão de conceitos geométricos.

Inicialmente, a autora coletou dados sobre a turma, abordando aspectos como a situação socioeconômica das famílias, hábitos de estudo e domínio cognitivo. A análise desses dados revelou que o ensino da Matemática tem se destacado como uma das disciplinas mais temidas pelos alunos, especialmente nos níveis Fundamental e Médio. Assim, por meio de experiência em sala de aula em consonância com os resultados do levantamento, Sousa (2013) observou que a abordagem atual dos conteúdos matemáticos pouco considera a realidade vivenciada pelos alunos e as demandas da sociedade contemporânea.

Com base nessa constatação, a autora propôs uma abordagem didática que integrasse a Modelagem Matemática a dinâmicas interativas, com atividades em grupo voltadas à construção de plantas baixas e maquetes de salas de aula. Fundamentada na perspectiva socioconstrutivista de Vygotsky, a proposta priorizou a mediação e a interação como elementos-chave no processo de aprendizagem, favorecendo a superação de desafios por meio da colaboração entre pares e do apoio do professor.

O estudo, de natureza qualitativa, foi desenvolvido como estudo de caso na Escola Municipal Irmão Damião (Lagoa Seca/PB), com coleta de dados em seis etapas e análise pela técnica de triangulação. Os resultados evidenciaram avanços no conhecimento geométrico, no engajamento e na participação dos alunos, confirmando o potencial da Modelagem como estratégia para tornar o ensino mais contextualizado, significativo e colaborativo.

Modelagem Matemática e possíveis aproximações com a teoria de Vygotsky

Diferente dos estudos que propõem intervenções didáticas baseadas em Vygotsky, a pesquisa de Boldt *et al.*, (2013) realiza uma análise teórica com o objetivo de identificar convergências entre a Teoria Histórico-Cultural e a concepção de Modelagem Matemática segundo Burak. Trata-se de um estudo qualitativo, baseado em fontes bibliográficas e documentais, que busca aproximar os fundamentos vygotskianos da prática pedagógica da Modelagem.

Os autores destacam o desinteresse crescente dos alunos pela Matemática, fruto de práticas escolares desvinculadas da realidade dos estudantes. Nesse contexto, propõem a Modelagem Matemática como alternativa metodológica para tornar o ensino mais significativo e conectado ao cotidiano dos educandos. Para Boldt *et al.*, (2013), a Modelagem Matemática surge como uma metodologia capaz de superar a abordagem tradicional de ensino. Portanto, os professores são instados a considerar que suas práticas devem estar sempre alinhadas com os objetivos educacionais desejados e com a formação que se busca para os estudantes.

Diante dessa problemática, a pergunta central que o estudo visa responder é: *Quais são as aproximações e quais relações podem ser identificadas entre a Modelagem Matemática, conforme proposta por Burak, e a Teoria de Vygotsky?* Nessa perspectiva, os autores abordam considerações que ressaltam a visão vygotskiana de aprendizagem, a qual não se restringe ao empenho individual, mas está profundamente conectada ao ambiente social e cultural em que o sujeito está inserido.

Boldt *et al.*, (2013) destacam que a Modelagem Matemática favorece interações sociais, em consonância com as concepções de Vygotsky sobre a importância da interação entre adultos e crianças, analogamente às relações entre professor e aluno ou entre colegas nas atividades colaborativas. Entre as etapas propostas por Burak, a pesquisa exploratória se mostra central por estimular essas interações, permitindo que, com a mediação docente, os estudantes articulem conhecimentos prévios a novos saberes de interesse coletivo, ampliando suas habilidades e potencial de aprendizagem.

Essa dinâmica apoia-se na teoria de Vygotsky, que entende o indivíduo como ser histórico e social em constante transformação por meio das interações e da apropriação da cultura (Vygotsky, 1991). Nesse sentido, como reforçam Boldt *et al.*, (2013), o

pensamento matemático é construído gradualmente em um contexto histórico-social, num movimento contínuo de transformação sustentado pela interação e pela cultura.

Para a implementação da Modelagem Matemática, é essencial que o professor atue como mediador, estabelecendo conexões entre o conhecimento historicamente construído e o saber do estudante, de modo a favorecer a formação da zona de desenvolvimento proximal. Essa concepção aproxima-se das ideias de Vygotsky e das etapas propostas por Burak.

Nessa perspectiva, Boldt *et al.*, (2013) ressaltam que a Modelagem Matemática supera metodologias tradicionais ao integrar o conceito vygotskiano de mediação por ferramentas que transformam a realidade e impulsionam o desenvolvimento do sujeito. Assim, concluem que a Modelagem está alinhada à visão de Vygotsky, ao valorizar a construção coletiva do conhecimento e reconhecer que o raciocínio é moldado pelas condições sociais e pelas interações entre os indivíduos.

O uso da Modelagem Matemática na educação básica

O estudo conduzido por Bueno, Alencar e Gomes (2016) teve como propósito apresentar uma atividade de Modelagem Matemática desenvolvida na educação básica. Os autores realizaram uma análise considerando os principais aspectos discutidos por outros pesquisadores na área, incluindo Burak (2012).

A pesquisa começou explorando o panorama do ensino de Matemática no ambiente escolar, evidenciando que, frequentemente, a disciplina é vista como complexa e enfrenta obstáculos para motivar os estudantes. Frente a esse cenário, o estudo apoia-se na proposta de Aragão (2010), que destaca a ausência de práticas pedagógicas capazes de considerar os interesses dos alunos e de oferecer experiências que conectem os conteúdos matemáticos trabalhados em sala com suas possíveis aplicações na vida diária.

Como alternativa, Bueno, Alencar e Gomes (2016) defendem a Modelagem Matemática como estratégia pedagógica eficaz, capaz de favorecer a compreensão e o desenvolvimento de conceitos desde o Ensino Fundamental. Segundo os autores, sua adoção contribui tanto para o planejamento docente quanto para a aprendizagem significativa dos estudantes.

No embasamento teórico, a pesquisa traz as reflexões de Bassanezi (1994), que endossa argumentos significativos para a inclusão da Modelagem Matemática no currículo. Esses pontos incluem a motivação dos alunos, a capacidade de promoção da

aprendizagem, a aplicação da Matemática em diversos contextos e áreas, bem como a reflexão e o desenvolvimento educativo para a compreensão de aspectos socioculturais.

Bueno, Alencar e Gomes (2016) destacam que diversos pesquisadores também contribuíram com práticas de Modelagem Matemática aplicáveis em sala de aula. Essas práticas, influenciadas pelo sociointeracionismo de Vygotsky, envolvem momentos de interação e mediação, reconhecendo que o indivíduo, inserido em um processo histórico-cultural, pode transformar-se por meio da relação com o outro.

Por meio desse estudo, os autores mostraram uma reflexão sobre a importância de conduzir aulas de Matemática de maneira mais produtiva. Ressaltam que considerar o potencial da Modelagem Matemática, com fundamentação teórica em Vygotsky, pode auxiliar significativamente no desenvolvimento da aprendizagem dos alunos.

Proposta e resolução de um problema de modelagem na educação matemática online

A pesquisa realizada por Galleguillos (2016) teve como finalidade analisar o progresso da Modelagem Matemática no contexto de um curso de extensão a distância. Os envolvidos na formação eram docentes de Matemática participando de um processo de capacitação continuada, interagindo em um grupo restrito na plataforma social Facebook, enquanto elaboravam uma atividade relacionada à modelagem.

O estudo abrange diversas temáticas, transitando entre a Teoria da Atividade, Modelagem Matemática e Educação a Distância online. Segundo Galleguillos (2016), um sistema de atividade envolve sujeitos que, ao interagirem com o mundo, transformam-se e transformam o sistema por meio da mediação de instrumentos na relação sujeito-objeto.

No que diz respeito à Modelagem Matemática, a pesquisa fundamentou-se nas ideias de Borba (1999). Na prática desenvolvida sob essa perspectiva, os alunos escolhem, em grupos, um tema de seu interesse e, a partir desse tema, constroem um problema com a orientação do professor. Conforme observado por Galleguillos (2016), essa dinâmica, com os grupos interagindo em processos de modelagem em um espaço fechado, foi concebido como um sistema de atividade.

A atividade ocorreu no curso de extensão online Tendências em Educação Matemática, promovido pela UNESP, como oportunidade de formação continuada para professores de Matemática. Após a aplicação da Modelagem Matemática, que evidenciou relações entre a disciplina e a realidade, os dados foram analisados à luz da Teoria da

Atividade, inspirada em Vygotsky (1978), com destaque para a mediação de instrumentos na relação sujeito-objeto.

Segundo Galleguillos (2016), Vygotsky entende o desenvolvimento humano como resultado do uso de ferramentas mediadoras em contextos históricos e culturais. Além disso, o estudo incorpora as contribuições de Leontiev (1978), que, a partir de uma perspectiva coletiva, evidenciou as potencialidades das atividades em grupo frente às ações individuais.

Assim, Galleguillos (2016) ressalta que, ao se organizarem para atender suas necessidades, os sujeitos se desenvolvem em atividades coletivas inter-relacionadas, produzindo resultados, o que Engeström (1987 *apud* Galleguillos, 2016) denomina sistema de atividade. Dessa forma, a atividade de modelagem deste estudo baseou-se na Teoria da Atividade, evidenciando as contribuições de Vygotsky.

Ações dos sujeitos da atividade diante de uma proposta de Modelagem Matemática

O estudo conduzido por Araújo *et al.*, (2016) tem como objetivo descrever e analisar as ações de um grupo de participantes em um ambiente de aprendizagem de modelagem. Esse grupo direciona suas ações para uma proposta de Modelagem Matemática destinada a investigar uma situação com referência na realidade. As ações dos membros desse grupo serão baseadas no referencial teórico da Teoria Histórico-Cultural da Atividade.

A base teórica deste trabalho transita entre a Modelagem Matemática e a Teoria da Atividade. A Modelagem Matemática, segundo Araújo *et al.*, (2016), consiste em buscar soluções para problemas do cotidiano ou de outras áreas do saber no contexto escolar, conectando a Matemática ao mundo real. Barbosa (2004) complementa, destacando a modelagem como espaço de aprendizagem que incentiva os alunos a explorar situações reais por meio da Matemática.

O segundo referencial abordado na pesquisa diz respeito à Teoria da Atividade. Araújo *et al.*, (2016) explicam que a Teoria da Atividade, fundamentada nas raízes filosóficas do trabalho de Karl Marx, desenvolveu-se a partir da escola histórico-cultural da psicologia soviética, tendo Vygotsky como seu principal representante. De acordo com Araújo *et al.*, (2016, p. 03) “uma das ideias fundamentais da Teoria da Atividade é a mediação, realizada por meio de artefatos (ferramentas e signos), entre as ações dos sujeitos e o objeto para o qual dirigem suas ações”.

A pesquisa conta com o respaldo de Engeström e Sannino (2010, p. 6 *apud* Araújo *et al.*, 2016, p. 04), os quais esclarecem que o sujeito da atividade é o "indivíduo ou subgrupo cuja posição e ponto de vista são escolhidos como perspectiva de análise. O objeto se refere à 'matéria-prima' ou 'espaço problema' para que a atividade seja direcionada."

Além das contribuições de Vygotsky para a Teoria da Atividade, Leontiev (1981, p. 60 *apud* Araújo *et al.*, 2016, p. 03) reforça que toda atividade humana é composta por ações "que a traduzem em realidade. Denominamos um processo de ação quando ele está subordinado à ideia de alcançar um resultado, isto é, um processo que está subordinado a um objetivo consciente".

Portanto, o estudo conduzido por Araújo *et al.*, (2016) desenvolveu uma abordagem qualitativa de pesquisa, desenvolvendo uma atividade por meio da Modelagem Matemática e realizando uma análise baseada em conceitos da Teoria da Atividade, que conta com contribuições importantes de Vygotsky.

Modelagem Matemática no ensino médio com contribuições de Vygotsky e Leontiev

Carvalho e Oliveira (2019) apresentam os resultados de uma pesquisa cujo objetivo foi analisar o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no Ensino Médio, utilizando o primeiro momento de familiarização proposto por Almeida, Silva e Vertuan (2013), incorporando algumas contribuições teóricas de Vygotsky e Leontiev. A pesquisa foi realizada com alunos da segunda série do Ensino Médio em um campus do Instituto Federal do Maranhão durante o segundo semestre do ano de 2018.

A presente pesquisa destaca a necessidade de explorar alternativas pedagógicas no Ensino Médio, uma vez que esta etapa da Educação Básica apresenta índices mais baixos em Matemática. De acordo com Carvalho e Oliveira (2019), essa constatação é respaldada pelos resultados obtidos por estudantes em avaliações realizadas tanto em âmbito nacional quanto internacional, como o SAEB e o PISA.

Assim, a Modelagem Matemática surge como uma alternativa. Nesse contexto, os autores adotam a concepção de Modelagem proposta por Almeida, Silva e Vertuan (2013, p. 20) que a entende como uma "alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da Matemática, de um problema não essencialmente matemático".

Carvalho e Oliveira (2019) consideram a Modelagem uma proposta pedagógica capaz de enriquecer o ensino e a aprendizagem da Matemática ao trabalhar temas

contextualizados. Para os autores, o foco deve estar no percurso formativo dos estudantes, mais do que na elaboração do modelo matemático, pois essa ênfase no processo pode favorecer a construção do conhecimento e refletir em melhores resultados em avaliações nacionais e internacionais.

Nessa direção, Almeida, Silva e Vertuan (2013) e Barbosa (2001) defendem que as atividades de Modelagem ocorram em grupos, estimulando cooperação e interação. Como destaca Moreira (2011), esse trabalho coletivo potencializa o desenvolvimento cognitivo, o que se alinha à visão de Vygotsky, para quem o desenvolvimento resulta da interação social do indivíduo com seu contexto histórico e cultural.

A pesquisa, por meio da atividade desenvolvida com Modelagem Matemática, buscou evidenciar as contribuições de Vygotsky nesse contexto. Segundo Carvalho e Oliveira (2019), o aprendizado mais eficaz ocorre quando o ensino avança além do nível atual do estudante, na chamada zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Para isso, o colega mais experiente deve mediar o processo, favorecendo o desenvolvimento cognitivo dos demais.

Além dessas contribuições, Vygotsky também influenciou outras teorias, como a Teoria da Atividade de Leontiev, que relaciona a atividade real ao desenvolvimento da consciência. De acordo com Núñez (2009), Leontiev sustenta que a verdadeira atividade ocorre quando há coincidência entre objetivo e motivo. Assim, no contexto da Modelagem, as ações pedagógicas podem favorecer o desenvolvimento cognitivo ao promover a convergência entre os interesses dos alunos e os objetivos da atividade.

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa para compreender as contribuições de Vygotsky no desenvolvimento da Modelagem Matemática em sala de aula. Constatou-se que a interação entre os participantes favoreceu a compreensão do problema, em consonância com os princípios Vygotskianos. A entrevista mostrou ainda que o motivo de dois alunos coincidiu com o objetivo central da questão, configurando uma atividade real, como definido por Leontiev.

6.2. Abordagens sócio-construtivista e sociointeracionista em atividades com Modelagem Matemática

Os estudos de Sousa, Ananias e Caldeira (2013), Sousa (2013) e Bueno, Alencar e Gomes (2016) enfatizaram as abordagens sócio-construtivista e sociointeracionista, as pesquisas realizaram estratégias didáticas por meio da adoção da Modelagem

Matemática. Assim, as influências de Vygotsky foram evidenciadas, uma vez que a concepção desta estratégia se baseou nas premissas socioconstrutivistas do autor.

Dessa maneira, a proposta didática envolveu a realização de atividades em grupo, essa abordagem caracterizou-se como um espaço de mediação e interação, permitindo que uma criança, com auxílio de seus pares ou do professor, desenvolvesse ações e solucionasse problemas que não conseguiria abordar de forma isolada.

Esses trabalhos utilizam a interação social como uma base para a construção do conhecimento, enfatizando que a aprendizagem ocorre em atividades colaborativas, onde o professor assume o papel de mediador. O ambiente de grupo possibilita que os estudantes, com apoio dos colegas e do professor, alcancem resultados que não seriam possíveis individualmente. Assim, a interação e a mediação social emergem como elementos centrais no desenvolvimento de habilidades Matemáticas e resolução de problemas.

As contribuições de Vygotsky na atividade com Modelagem Matemática relacionam-se com a teoria sócio-construtivista e sociointeracionista, para Boiko e Zamberlan (2001) o sócio-construtivismo é uma teoria fundamentada nos estudos de Vygotsky que aborda o impacto da interação social, da linguagem e da cultura na origem e no desenvolvimento do psiquismo humano.

Andrade (2020, p. 04) enfatiza que “a postura sociointeracionista entende ensino aprendizagem como resultado de processos sociais que se potencializam a partir da interação com agentes externos.” Dessa forma, tal abordagem se torna relevante no ambiente escolar pois proporciona uma aprendizagem por meio da interação. Assim como corrobora Boiko e Zamberlan (2001) que afirmam que essa teoria no âmbito escolar desempenha um papel fundamental na promoção do desenvolvimento dos indivíduos, e o professor exerce a função de mediador.

6.3. Modelagem Matemática e pensamento vygotskiano: convergências possíveis

O trabalho de Boldt *et al.*, (2013) difere dos anteriores, pois não propõe uma abordagem didática fundamentada em Vygotsky. O objetivo do estudo é elucidar as possíveis convergências entre a perspectiva de pensamento de Vygotsky e a Modelagem Matemática na concepção adotada por Burak. Nessa linha, os autores destacam a relação entre a teoria de Vygotsky e a Modelagem, especialmente a concepção de aprendizagem vinculada ao ambiente do sujeito. Essa perspectiva se aproxima da proposta da

Modelagem Matemática, que busca desenvolver conceitos a partir de situações cotidianas e do interesse do grupo.

Diante de uma das etapas da Modelagem Matemática proposta por Burak, ocorre também as vivências de interações, ou seja, a interação entre os alunos, mediada pelo professor, passa a desenvolver habilidades, estabelecendo conexões entre o conhecimento já adquirido, bem como aquele que deseja construir a partir de interesses coletivos. Essa perspectiva de atividade colaborativa encontra sua fundamentação na teoria desenvolvida por Vygotsky.

A pesquisa em questão também enfatiza a criação de um ambiente propício diante das etapas da Modelagem Matemática, nesse ambiente o professor deve desempenhar o papel de mediador, conforme destacado por Burak. Nesse sentido, relaciona-se a ideia de Vygotsky (2021) sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal, que valoriza não apenas as funções já consolidadas, mas também as em amadurecimento. Assim, conforme Boldt *et al.*, (2013), o papel mediador do professor torna-se essencial nesse processo.

Assim, conforme conclui o estudo de Boldt *et al.*, (2013), a Modelagem Matemática estabelece diversas conexões com a perspectiva de Vygotsky, especialmente no que diz respeito à ação compartilhada necessária para a construção do conhecimento. Além disso, há correspondência com a compreensão de Vygotsky de que as condições sociais e as interações humanas exercem influência sobre o pensamento e o raciocínio.

6.4. Teoria da atividade e mediação por instrumentos

Os trabalhos de Galleguillos (2016) e Araújo *et al.*, (2016) trouxeram as contribuições de Vygotsky para a Modelagem Matemática por meio da Teoria da Atividade de Leontiev que teve como pressupostos as ideias de Vygotsky especialmente focando na mediação dos instrumentos na relação sujeito-objeto.

Dessa forma, o estudo de Galleguillos (2016) desenvolveu uma atividade por meio do curso de extensão online "Tendências em Educação Matemática", após a implementação da atividade de Modelagem Matemática, os autores da pesquisa analisaram os dados resultantes do curso sob a perspectiva de Vygotsky. De acordo com Galleguillos (2016) Vygotsky entende que o desenvolvimento humano ocorre por meio do uso de instrumentos de mediação disponíveis em um tempo e espaço específicos. Dessa forma, o desenvolvimento da atividade de modelagem fundamentou-se na Teoria

da Atividade, evidenciando as contribuições de Vygotsky para essa teoria empregada neste estudo.

O estudo de Araújo *et al.*, (2016) busca descrever e analisar as ações de um grupo em um ambiente de aprendizagem de modelagem, tomando como base a Teoria Histórico-Cultural da Atividade. Segundo os autores (2016, p. 3), “uma das ideias fundamentais da Teoria da Atividade é a mediação, realizada por meio de artefatos (ferramentas e signos), entre as ações dos sujeitos e o objeto para o qual dirigem suas ações”. Assim, a pesquisa adota uma abordagem qualitativa, desenvolvendo uma atividade de Modelagem Matemática e analisando-a a partir dos conceitos da Teoria da Atividade, especialmente em diálogo com as contribuições de Vygotsky.

6.5. Interação social como motor de desenvolvimento cognitivo: evidenciando a Zona de Desenvolvimento Proximal

O trabalho desenvolvido por Carvalho e Oliveira (2019) aborda mais algumas reflexões sobre as contribuições das ideias de Vygotsky para a Modelagem Matemática, a finalidade da pesquisa foi analisar o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no Ensino Médio, utilizando o primeiro momento de familiarização proposto por Almeida, Silva e Vertuan (2013), incorporando algumas contribuições teóricas de Vygotsky e Leontiev.

As principais contribuições apontadas no estudo referem-se à interação, pois segundo a pesquisa é de suma importância que as atividades de Modelagem ocorram em grupos, alinhando-se com as ideias de Vygotsky sobre o desenvolvimento ser resultado da interação social do indivíduo com o meio histórico, cultural e socialmente construído.

Novamente, atividades com Modelagem Matemática estão relacionadas com a abordagem de Vygotsky sobre "zona de desenvolvimento proximal" (ZDP) que é “a distância entre aquilo que ela é capaz de fazer de forma autônoma e aquilo que ela realiza em colaboração com os outros elementos de seu grupo social caracteriza aquilo que Vygotsky chamou de ‘zona de desenvolvimento potencial ou proximal’” (Rego, 2014, p. 73). De acordo com Carvalho e Oliveira (2019) Vygotsky acreditava que o aprendizado mais eficaz ocorre quando se avança à frente do nível de desenvolvimento atual do aluno e que o ensino deveria se concentrar não apenas nas habilidades já dominadas pelo aluno, mas também nas habilidades que estão em processo de amadurecimento.

Dessa forma, o estudo de Carvalho e Oliveira (2019) aponta algumas das contribuições de Vygotsky para a Modelagem, entre elas a interação entre os membros do grupo que contribuiu para a compreensão do problema proposto, alinhando-se com os princípios de Vygotsky.

Assim, encontrou-se diversas contribuições de Vygotsky para a Modelagem Matemática, suas ideias citadas nos trabalhos contribuíram para a elaboração de práticas envolvendo a modelagem, bem como pressupostos metodológicos para análise em pesquisas nesse cenário.

7 Considerações finais

Esta pesquisa teve como objetivo responder à seguinte questão: *O que se mostra nos trabalhos apresentados nos Anais do ENEM nas últimas quatro edições em relação às contribuições de Vygotsky para a Modelagem Matemática?* A partir da Revisão Sistemática da Literatura realizada, foi possível identificar que, embora haja um número considerável de trabalhos sobre Modelagem Matemática (183 no total), apenas sete deles abordam de maneira explícita as contribuições de Vygotsky em seus referenciais teóricos ou metodológicos. Na edição mais recente do evento (2022), nenhum trabalho contemplou essa relação.

A análise dos sete trabalhos que compuseram esta revisão sistemática permitiu identificar quatro categorias principais que evidenciam as contribuições de Vygotsky para a Modelagem Matemática.

A categoria *Abordagens sócio-construtivista e sociointeracionista* evidenciam as atividades em grupo nos trabalhos analisados que são concebidas como espaços de mediação, nos quais os estudantes, com o apoio dos pares e do professor, desenvolvem competências que não alcançariam individualmente, esses resultados refletem a importância da aprendizagem dialógica, evidenciando ainda a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) como referência teórica implícita, conforme descritos nos trabalhos de Sousa, Ananias e Caldeira (2013), Sousa (2013) e Bueno, Alencar e Gomes (2016) que destacam a Modelagem Matemática como uma estratégia didática fundamentada em princípios vygotskianos, especialmente no que se refere à aprendizagem mediada e ao papel das interações sociais na construção do conhecimento.

Na categoria *Modelagem Matemática e pensamento vygotskiano: convergências possíveis* destacam-se como pontos de convergência: a valorização do ambiente social e cultural na aprendizagem, o papel da mediação docente, a construção coletiva do conhecimento e a relevância das experiências significativas para o estudante, todos esses pontos evidenciam a importância da mediação sociocultural na aprendizagem o que aproxima a Modelagem dos princípios da Teoria Histórico-Cultural. Assim como no estudo de Boldt *et al.*, (2013) busca estabelecer relações conceituais entre o pensamento de Vygotsky e a proposta de Modelagem Matemática defendida por Burak.

Na categoria *Teoria da Atividade e mediação por instrumentos* a Modelagem Matemática é compreendida como uma atividade mediada por instrumentos e signos, na qual o sujeito interage com o objeto do conhecimento em um contexto social. A mediação, conceito central em Vygotsky, aparece aqui como eixo que conecta os elementos da atividade e possibilita o desenvolvimento cognitivo. Os trabalhos de Galleguillos (2016) e Araújo *et al.*, (2016) exploram as contribuições da Teoria da Atividade, proposta por Leontiev, como um desdobramento das ideias de Vygotsky.

E por fim, o trabalho de Carvalho e Oliveira (2019) reforça a centralidade das interações sociais nas atividades de Modelagem Matemática, relacionando-as diretamente à ZDP. O estudo aponta que a aprendizagem se efetiva quando o ensino ultrapassa o nível de desenvolvimento atual do estudante e atua sobre aquilo que está em processo de amadurecimento inferindo assim a categoria *Interação social como motor de desenvolvimento cognitivo* que enfatiza a Modelagem como alinhada aos pressupostos vygotskianos ao promover situações de aprendizagem em grupo, nas quais o conhecimento emerge das trocas e cooperação entre os participantes.

Em síntese, as categorias apontam que a Modelagem Matemática, quando fundamentada em Vygotsky, se constitui como um ambiente fértil para o desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio da mediação sociocultural, da interação social e da contextualização das práticas. Contudo, a escassez de trabalhos que explicitamente integram essa fundamentação teórica evidencia a necessidade de aprofundamento e ampliação das pesquisas nesse campo, reforçando a importância de se considerar os aportes da teoria vygotskiana na formação e atuação docente.

Diante da análise feita dos trabalhos das quatro últimas edições do ENEM, constatou-se que as discussões sobre as contribuições de Vygotsky para a Modelagem

Matemática concentram-se principalmente na correlação das teorias do autor com as etapas do processo de Modelagem Matemática, visando aprimorar o ensino e a aprendizagem. Além disso, a maioria dos trabalhos enfatizaram as abordagens de Vygotsky no que diz respeito à importância das interações ocorridas nas práticas envolvendo a Modelagem Matemática.

As principais ideias envoltas nos anais, foram a teoria socioconstrutivistas, interacionistas, histórico-cultural, mediação, ZDP e contribuições com a Teoria da Atividade de Leontiev. Vygotsky discorre sobre interações entre o adulto e a criança, essa abordagem é evidenciada nas atividades com Modelagem Matemática que também favorece as interações sociais entre professor e estudante, bem como de estudantes entre si, através das trocas interativas nas atividades colaborativas vivenciadas no uso da Modelagem Matemática.

Portanto, os trabalhos encontrados no ENEM apresentam várias atividades práticas utilizando a modelagem como metodologia, esses resultados fortalecem a ideia de que a implementação da Modelagem Matemática em sala de aula favorece a prática investigativa, autônoma e reflexiva dos estudantes, além de uma aprendizagem dialógica. No entanto, os resultados dessa análise mostram que poucos são os trabalhos que são fundamentados em uma teoria de aprendizagem e que trazem as contribuições de Vygotsky, evidenciado a importância do aumento de produções de pesquisadores em relação a temática para auxiliar professores a embasar suas atividades com Modelagem Matemática em uma teoria de aprendizagem ou em pressupostos metodológicos de Vygotsky.

Agradecimentos e apoios

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pelo suporte na realização deste trabalho. Ao apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa, oferecido pela seguinte agência de fomento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).

Referências

ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema-Boletim de Educação Matemática**, v. 17, n. 22, p. 19-35, 2004.

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. 1. ed., 1ª reimpressão – São Paulo: Contexto, 2013.

ANDRADE, L. S. Neurociência e Construtivismo: incoerências da teoria educacional interacionista para formação docente no Brasil. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 14., 2020, São Cristóvão. **Anais...** São Cristóvão: UFS, 2020. p. 1-14. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/13786/30/29>. Acesso em: 11 out. 2024.

ARAGÃO, R. M. R. Rumo à educação do século XXI: para superar os descompassos do ensino nos anos iniciais de escolaridade. In: BURAK, D.; PACHECO, R.P.; KLÜBER, T.E (Org). **Educação Matemática: reflexões e ações**. Curitiba: CRV, 2010, p. 11-25.

ARAÚJO, J. L.; PINTO, T. F.; SOARES, N. C.; LIMA, F. H. Ações dos sujeitos da atividade diante de uma proposta de Modelagem Matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO Matemática, 7., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBEM, 2016, p. 1-12. Disponível em: https://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/6552_3410_ID.pdf. Acesso em: 21 out. 2023.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais...** Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, n. 4, p.73 - 80, 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BASSANEZI, R.C. Modelagem Matemática. **Dynamis**, Blumenau, v. 2, n. 7, p. 55-83. 1994.

BASSANEZI, R. C. **Ensino - aprendizagem com Modelagem Matemática**. 3. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, M. S. Concepções e tendências de Modelagem Matemática na Educação Básica. **Revista Tópicos Educacionais**, vol. 18, núm. 1-2, p. 118-138, 2012.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/> Acesso em: 27 out. 2022.

BOCK, A. M. FURTADO, O. TEIXEIRA, M. L. **Psicologias: Uma introdução ao estudo de Psicologia**. 13. ed. São Paulo: Saraiva. 2009.

BOIKO, V. A. T.; ZAMBERLAN, M. A. T. A perspectiva sócio-construtivista na psicologia e na educação: o brincar na pré-escola. **Psicologia em Estudo**, v. 6, n. 1, p. 51-58, jan. 2001.

BOLDT, A.; KACZMAREK, D.; BURAK, D.; BASSANI, I. Modelagem Matemática e possíveis aproximações com a teoria de vygotsky. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO Matemática, 6., 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBEM, 2013. p. 1 -12. Disponível em: https://www.sbembrasil.org.br/files/XIENEM/pdf/1378_380_ID.pdf. Acesso em: 16 nov. 2023.

BORBA, M. C. Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e Reorganização do Pensamento. In: BICUDO, M. A. V (Org). **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p. 285–295.

BRIZOLA, J; FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos-RELVA**, v. 3, n. 2, p. 1-17, 2016.

BUENO, S.; ALENCAR, E. S.; GOMES, H. C. O uso da Modelagem Matemática na educação básica. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO Matemática, 12., 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: SBEM, 2016. p. 1-9. Disponível em: https://www.sbemrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/5538_2382_ID.pdf. Acesso em: 17 nov. 2023.

BURAK, D. Modelagem Matemática e a sala de aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO Matemática, 01., 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2004. p. 1-10.

BURAK, D. Modelagem Matemática na Perspectiva da Educação Matemática: Olhares Múltiplos e Complexos. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE Matemática EDUCATIVA, 2012, Belo Horizonte. **Acta...** Coacalco México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C., 2012. p. 01-14.

CARVALHO, D. S.; OLIVEIRA, N. V. S. S. Modelagem Matemática no ensino médio com contribuições de Vygotsky e Leontiev. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO Matemática, 13., 2019, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SBEM, 2019. p. 1-16. Disponível em: <https://www.sbemrasil.org.br/sbemrasil/index.php/anais/enem>. Acesso em: 05 nov. 2023.

COBB, P. Onde está a mente? Uma coordenação das abordagens sociocultural e cognitivo-construtivista. In: FOSNOT, C. T. (Org.). **Construtivismo: Teoria, Perspectivas e Práticas Pedagógicas**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 51-69.

D'AMBRÓSIO, U. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação e Matemática**. 5. ed. São Paulo: Grupo Editorial Summus, 1986.

DONATO, H; DONATO, M. Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática. **Acta Médica Portuguesa**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 227-235, 29 mar. 2019. Ordem dos Medicos. <http://dx.doi.org/10.20344/amp.11923>. Disponível em: <https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/11923/5635>. Acesso em: 15 set. 2023.

DUARTE, S. M. **Os impactos do modelo tradicional de ensino na transposição didática e no fracasso escolar**. 2018. 120 p. Dissertação (Mestrado em Educação: Docência e Gestão da Educação) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2018.

GALLEGUILLLOS, J. Proposta e resolução de um problema de modelagem na educação Matemática online. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO Matemática, 12., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBEM, 2016. p. 1-12. Disponível em: https://www.sbemrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/8255_4118_ID.pdf. Acesso em: 17 nov. 2023.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, RJ, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019. DOI: 10.21728/logcion.2019v6n1.p57-73. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 03 set. 2023.

- LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. Ampl. São Paulo, SP: E.P.U., 2017.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 1. ed. São Paulo: E.P.U., 2011.
- MUDERNO, J. R. Modelagem Matemática aplicada à piscicultura: estudo voltado à construção de uma represa. **Revista FAROL**, Rondônia, RO, v. 5, n. 5, p. 162-177, 2017.
- NÚÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin, formação de conceitos e princípios didáticos**. – Brasília, Liber livro, 2009.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1997.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: Aprendizagem e Desenvolvimento um Processo Sócio-Histórico**. Ed.1º. São Paulo, Scipione, 2009.
- OREY, D. C. ROSA, M. A dimensão crítica da Modelagem Matemática: ensinando para a eficiência sociocrítica. **Revista Horizontes**, Bragança Paulista, v. 25, n. 2, p. 197-206, 2007.
- REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 25. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.
- SOUSA, D. B.; ANANIAS, E. F.; CALDEIRA, V. L. O ensino de geometria: uma proposta didática com o uso da Modelagem Matemática para alunos do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO Matemática, 11., 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBEM, 2013. p. 1-10. Disponível em: https://www.sbemrasil.org.br/files/XIENEM/pdf/1369_1038_ID.pdf. Acesso em: 03 nov. 2023.
- SOUSA, D. B. Uma proposta didática utilizando a Modelagem Matemática como ambiente de aprendizagem para o ensino de geometria. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO Matemática, 11., 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBEM, 2013. p. 1-13. Disponível em: https://www.sbemrasil.org.br/files/XIENEM/pdf/1236_1106_ID.pdf. Acesso em 03 nov. 2023.
- TORTOLA, E.; SILVA, K. A. P.; DALTO, J. O.. Professores em ação: (re)significando o ensino por meio da Modelagem Matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 37, n. 75, p. 168–193, jan. 2023.
- VEER, R. V. D; VALSINER, J. **Vygotsky: uma síntese**. 4. ed. São Paulo: Loyola, 1996. 477 p.
- VYGOTSKY, Lev S. **Mind in society: The development of higher psychological processes**. MA: Harvard university press, 1978.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins, 1991.
- VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. Cambridge, MA: MIT Press. 1986.
- VYGOTSKY, L. S. **Psicologia, educação e desenvolvimento: escritos de LS Vigotski**. Tradução e organização de Zoia Prestes e Elizabeth Tunes. São Paulo: Expressão Popular, 2021.

Recebido em: 15 de novembro de 2025
Aceito em: 13 de junho de 2025