

Mapeamento de Artigos Científicos Publicados em Periódicos Sobre a Comunicação Matemática na Sala de Aula

Mapping of Scientific Articles Published in Journals about Mathematical Communication in the Classroom

Raquel Cristiane de Oliveira^{*a}; Everton José Goldoni Estevam^b

^aUniversidade Estadual do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática Pr, Brasil.

^bUniversidade Estadual do Paraná. PR, Brasil

*E-mail: racristiane@gmail.com

Resumo

O presente estudo apresenta um mapeamento de artigos científicos que abordam a comunicação matemática na sala de aula, envolvendo alunos e professores. O objetivo principal foi discutir os principais aspectos da comunicação matemática em sala de aula, considerados em artigos científicos, e fatores que a influenciam. A busca foi realizada no Portal de Periódicos da Capes, utilizando a expressão “*comunicação matemática*” como palavra-chave, resultando em 38 artigos. Com a leitura dos resumos, foram identificados o(s) objetivo(s), objeto de estudo e sujeitos envolvidos em cada investigação, admitindo como critério de seleção artigos empíricos que tratassem da comunicação matemática envolvendo professores e alunos. Posteriormente, os artigos selecionados foram lidos na íntegra, elucidando aspectos metodológicos, conceituais e de resultados para determinar as unidades de análise. A partir disso, observou-se que apenas treze trabalhos contemplavam integralmente os critérios de seleção para compor o *corpus* analítico deste estudo. As unidades de análise indutivamente estruturadas incluem estilos de comunicação em sala de aula, modos de promover a comunicação, papel do professor para promover comunicação, formas de comunicação e aspectos comunicativos na Matemática. O mapeamento evidencia, assim, a importância da comunicação para promover aprendizagem matemática e interação efetiva entre professor(es) e alunos. Os resultados do estudo têm implicações relevantes para aprimorar as práticas de ensino e podem orientar futuras pesquisas no campo da comunicação matemática em sala de aula.

Palavras-chave: Mapeamento. Comunicação Matemática. Interação. Aprendizagem.

Abstract

This study reports a mapping of scientific articles that address mathematical communication in the classroom, involving students and teachers. The main objective was to discuss the main aspects of mathematical communication in the classroom considered in scientific articles and factors that influence it. The search was carried out on Capes Periodicals Portal, using the expression “mathematical communication” as a keyword, resulting in 38 articles. By reading the abstracts, the objective(s), object of study and subjects involved in each investigation were identified, admitting as selection criteria empirical articles that dealt with mathematical communication involving teachers and students. Subsequently, selected articles were read in full, elucidating methodological, conceptual and results aspects to determine the units of analysis. Based on this, it was observed that only thirteen works fully covered the selection criteria to compose the analytical corpus of this study. Inductively structured units of analysis include communication styles in the classroom, ways of promoting communication, the role of the teacher in promoting communication, forms of communication and communicative aspects in Mathematics. The mapping thus highlights the importance of communication to promote mathematical learning and effective interaction between teacher(s) and students. Findings in the study have relevant implications for improving teaching practices and may guide future research in mathematical communication field in the classroom.

Keywords: Mapping. Mathematical Communication. Interaction. Learning.

1 Introdução

A comunicação em sala de aula tem despertado amplo interesse e instituído objetos de estudo no campo da Educação Matemática. Diversos pesquisadores, tais como Brendefur & Frykholm (2000), Ponte & Serrazina (2000), Alro & Skovsmose (2021), Menezes *et al.* (2014) e Guerreiro (2011) têm dedicado seus esforços para investigar como ocorre a comunicação matemática no ambiente escolar, e como os papéis de professor e alunos influenciam os processos de ensino e aprendizagem.

É importante destacar que a forma como o professor se comunica em sala de aula é influenciada por suas concepções

sobre ensino e aprendizagem (Guerreiro, 2011). Nesse sentido, a comunicação promovida pelo professor pode ser compreendida de duas maneiras distintas. A primeira delas, como simples transmissão de informações e conhecimentos; a segunda, como um processo de interação social, envolvendo professor e alunos e o conhecimento matemático, estimulando a troca de ideias, a negociação de significados e a construção conjunta do conhecimento.

Dessa forma, a maneira como a comunicação é promovida em sala de aula desempenha papel determinante no engajamento dos alunos e na qualidade do aprendizado matemático (Faria & Rodrigues, 2020). Compreender essa dinâmica de comunicação é fundamental para aprimorar as

práticas de ensino e promover uma experiência de aprendizagem mais significativa e enriquecedora, particularmente no campo da Matemática. Dessa forma, a forma como a comunicação é conduzida em sala de aula desempenha um papel crucial no engajamento dos alunos e na qualidade do aprendizado matemático. Compreender essa dinâmica de comunicação é fundamental para aprimorar as práticas educacionais e promover uma experiência de aprendizagem mais significativa e enriquecedora. Dessa forma, a forma como a comunicação é conduzida em sala de aula desempenha um papel crucial no engajamento dos alunos e na qualidade do aprendizado matemático. Compreender essa dinâmica de comunicação é fundamental para aprimorar as práticas educacionais e promover uma experiência de aprendizagem mais significativa e enriquecedora. Parte superior do formulário

Assim, o presente estudo consiste em um mapeamento de artigos científicos disponíveis no Portal de Periódicos da Capes que abordam a comunicação matemática no contexto da sala de aula, envolvendo tanto alunos quanto professores. O objetivo principal foi discutir os principais aspectos da comunicação matemática presentes em sala de aula e fatores que podem influenciá-la.

A escolha de focalizar a *comunicação matemática* é respaldada por Guerreiro (2011) que, embasado nas diretrizes do *National Council of Teachers of Mathematics* (NTCM, 1991, 2007), destaca que ela coloca sua ênfase na representação de ideias matemáticas, tanto na expressão oral quanto na escrita e leitura associadas à Matemática, ressaltando a centralidade da linguagem abstrata e simbólica nessa ciência. Ao mesmo tempo, também valoriza as interações entre os alunos e entre eles e o professor, realçando a relevância dessas interações na construção de uma aprendizagem matemática com significado. É importante ressaltar, ainda, que este mapeamento não apresenta um quadro teórico prévio, mas serve como recurso para construir um conjunto de referências ou esquema teórico, com o intuito de obter uma visão ampla e holística do tema em questão (Biembengut, 2008).

Dessa forma, a seção seguinte apresenta os encaminhamentos metodológicos que estruturam os aspectos mapeados, apresentados e problematizados na sequência. A última seção traz considerações que sintetizam os achados e apontam aspectos a serem considerados em práticas e pesquisas envolvendo a comunicação matemática.

2 Desenvolvimento

2.1 Encaminhamentos metodológicos

O presente estudo caracteriza-se como um estudo bibliográfico de mapeamento de pesquisas sobre a

comunicação matemática em sala de aula. O propósito do mapeamento de pesquisas é retratar a quantidade, a distribuição espacial, os temas abordados, as teorias empregadas, as metodologias utilizadas e outros elementos relacionados a uma área de estudo específica. O foco principal é dar ênfase aos aspectos descritivos do campo de pesquisa, em vez dos resultados obtidos, embora estes últimos também possam ser considerados no mapeamento (Grupo de Pesquisa GEPFPM, 2018).

De acordo com Biembengut (2008, p.74), o mapeamento na pesquisa educacional contempla:

um conjunto de ações que inicia com a identificação dos entes ou dados envolvidos com o problema a ser pesquisado, para, a seguir, levantar, classificar e organizar esses dados de forma a tornarem mais aparentes as questões a serem avaliadas; reconhecer padrões, evidências, traços comuns ou peculiares, ou ainda características indicadoras de relações genéricas.

Dessa forma, o *corpus* deste trabalho foi delineado a partir de duas buscas realizadas no Portal de Periódicos da Capes, conduzidas em setembro de 2022 e junho de 2023, com o propósito de preservar a atualização dos dados mapeados. Para tanto, foi utilizada a expressão “comunicação matemática” no campo de busca, sem delimitação de período ou área do conhecimento. Dessas buscas, resultaram 38 (trinta e oito) artigos, dos quais cinco eram repetidos. Com base nessa seleção, procedeu-se ao delineamento do *corpus* analítico, com critério de seleção voltado para os trabalhos empíricos que abordavam especificamente a comunicação matemática desenvolvida no contexto da sala de aula, envolvendo alunos e professores.

A etapa de seleção consistiu na leitura dos resumos de todos os artigos, a partir dos critérios estabelecidos, também procurando identificar objetivo(s), objeto de estudo e sujeitos envolvidos. Durante esse processo, optou-se por descartar os artigos que abordavam a comunicação matemática em ambientes virtuais, uma vez que nosso interesse estava no contexto da sala de aula. Em seguida, procedeu-se à leitura completa dos artigos pré-selecionados. A partir dessa leitura mais detalhada, observou-se que alguns artigos mencionavam a “comunicação matemática” nas palavras-chave ou nos resumos, mas não apresentavam sustentações teóricas sobre o tema ao longo do texto. Por esse motivo, optou-se por descartar esses trabalhos do estudo.

Após a leitura completa dos trabalhos, foram selecionados treze estudos que exploram diversos aspectos da comunicação desenvolvida em sala de aula, envolvendo professores e alunos. O Quadro 1 apresenta os títulos e objetivos desses trabalhos, assim como os periódicos nos quais foram publicados.

1 O Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) é uma plataforma online mantida pelo governo brasileiro, que oferece amplo acesso a periódicos científicos, revistas eletrônicas e diversas fontes de informação acadêmica, orientado à democratização do acesso online de informação científica. Criado com o propósito de fortalecer a pesquisa e o desenvolvimento científico no Brasil, o portal proporciona a estudantes, professores e pesquisadores, acesso a uma extensa gama de recursos nas mais diversas áreas do conhecimento, contribuindo significativamente para o avanço da produção científica no país.

Quadro 1 – *Corpus* analítico do mapeamento

Referência	Título	Periódico	Objetivo
Guerreiro (2011)	Concepções e práticas de comunicação matemática	Indagatio Didactica	Caracterizar a evolução das concepções e práticas de comunicação matemática do professor do 1.º ciclo do ensino básico, no decorrer de um trabalho de natureza colaborativa focado na reflexão sobre as práticas comunicativas em sala de aula.
Ribeiro (2011)	Conhecimento e desenvolvimento profissional do professor. Analisando a prática de Maria, uma professora do 1.º Ciclo	Indagatio Didactica	Analisar e discutir as evoluções no desenvolvimento profissional do professor, com ênfase nas dimensões essenciais do seu conhecimento profissional, tais como crenças, objetivos, conhecimentos matemáticos e tipos de comunicação matemática promovidos durante a introdução de conteúdo.
Alves & Nascimento (2012)	Resolução de Problemas e Comunicação Matemática: as concepções de professores de matemática do 6º ao 9º ano, de uma Escola Pública do interior da Bahia	Eventos Pedagógicos	Verificar como os professores permitem o desenvolvimento das várias linguagens de comunicação nas aulas de matemática e identificar se o professor utiliza a metodologia de Resolução de Problema e como a faz.
Ribeiro, Carrillo & Monteiro (2012)	Cognições e tipo de comunicação do professor de matemática: exemplificação de um modelo de análise num episódio dividido	Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa	Compreender as cognições (crenças, conhecimento matemático para o ensino e objetivos) e os tipos de comunicação matemática presentes nas ações do professor durante uma aula de matemática no 1.º Ciclo e analisar as relações entre essas dimensões.
Sousa & Guerreiro (2014)	Resiliência educacional e construção do conhecimento	Educação	Investigar a resiliência acadêmica, com ênfase na construção da comunicação matemática, em resultado dos processos de interação social entre alunos e professores.
Guerreiro (2017)	Leitura matemática e texto literário: dois estudos nos primeiros anos	Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación	Explorar as conexões entre a literatura e a matemática no contexto educacional, especialmente no ensino básico, com foco na resolução de problemas, no estabelecimento de conexões entre as ideias matemáticas, os conceitos e as experiências pessoais dos alunos, e no desenvolvimento do pensamento crítico.
André & Fernandes (2020)	Projeto UKIDS – Valorizar o desafio <i>Trash Value</i> em contexto interdisciplinar	Indagatio Didactica	Investigar como o desafio <i>Trash Value</i> , que envolve a reutilização de caixas de ovos de forma sustentável, potenciou o desenvolvimento de competências sociais, raciocínio e comunicação matemática em crianças do 4º ano de escolaridade.
Machado & Lacerda (2020)	A comunicação Matemática em uma tarefa exploratória- investigativa: uma proposta mediante a Taxa de Metabolismo Basal	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	Explorar a comunicação durante a tarefa exploratório-investigativa e identificar as perguntas que surgiram mediante a proposta de ensino da Taxa de Metabolismo Basal (TMB).
Faria & Rodrigues (2020)	A comunicação matemática escrita	Da Investigação às Práticas	Caracterizar a comunicação matemática escrita de duas turmas de 6º ano, no que diz respeito às dimensões de correção, clareza e argumentação matemática.
Possamai & Silva (2020)	Comunicação matemática na resolução de problemas	Revista de Educação Matemática	Discutir os processos de leitura e escrita no contexto da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática por meio da Resolução de Problemas.
Malundo <i>et al.</i> (2021)	O uso do GeoGebra para assegurar enriquecimento da comunicação matemática dos alunos: uma experiência na 7ª classe no contexto angolano	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo	Pesquisar como se desenvolve a competência da comunicação matemática nos alunos, mediada pelo uso do GeoGebra, num contexto educativo em que a tecnologia e esse <i>software</i> nunca foi usado e promover o diálogo reflexivo na construção de conceitos associados às retas no plano, utilizando o GeoGebra, e explorando suas potencialidades.
Adão <i>et al.</i> (2021)	O uso do GeoGebra para a composição e decomposição de figuras geométricas: uma experiência com os alunos da 8ª classe no contexto angolano	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo	Investigar se os alunos conseguiram compor e decompor figuras geométricas com o objetivo de classificar os polígonos quanto aos números de lados com ajuda do <i>software</i> GeoGebra, e investigar como os alunos comunicaram suas ideias matemáticas por meio da construção de figuras geométricas frutos do diálogo com o professor.
Serrazina (2021)	Aprender matemática com compreensão: raciocínio matemático e ensino exploratório	Em Teia	Discutir como práticas de ensino exploratório podem ser promotoras do desenvolvimento, da compreensão e do raciocínio matemáticos nos estudantes desde os Anos Iniciais.

Fonte: dados da pesquisa.

Dessa forma, procedeu-se a leitura na íntegra e mais detalhada dos artigos selecionados, na busca por identificar elementos que permitissem delinear as unidades de análise, também despendendo atenção para os aspectos metodológicos, conceituais e de resultados de cada pesquisa. Nesse processo, foram identificados os principais enfoques das pesquisas em relação à comunicação matemática, proporcionando uma visão abrangente e aprofundada sobre a importância e o impacto da comunicação nos processos de ensino e de aprendizagem matemática. Esses principais enfoques foram indutivamente aproximados e constituem as unidades de análise descritiva do mapeamento, na seguinte conformidade:

- i) *Estilos de comunicação em sala de aula*: discute diferentes modos pelos quais a comunicação ocorre durante os processos de ensino e aprendizagem, problematizando características específicas relacionadas ao envolvimento do professor e dos alunos, participação, reflexão e compartilhamento de conhecimentos matemáticos.
- ii) *Modos de promover a comunicação*: problematiza oportunidades de comunicação e de aprendizagem proporcionadas por diferentes tipos de tarefas e de perguntas. Além disso, salienta formas como os tipos de perguntas são interpostas pelo professor e a maneira como o faz influencia diretamente a forma como os alunos pensam, interagem e expressam suas ideias.
- iii) *Papel do professor para promover comunicação*: elucida o papel fundamental que o professor exerce para promover um ambiente comunicativo em sala de aula, em que os participantes tenham oportunidade de refletir e construir conhecimento coletivamente;
- iv) *Formas de comunicação*: sintetiza diferentes formas de comunicação na sala de aula de matemática, e como elas proporcionam uma abordagem mais abrangente e enriquecedora para o ensino e a aprendizagem matemática.
- v) *Aspectos comunicativos na Matemática*: discute as relações particulares da comunicação no contexto matemático, enfatizando a articulação de diversas linguagens, incluindo a língua materna e simbólica.

2.2 Análise descritiva das pesquisas

A partir da leitura completa dos artigos científicos, foi possível identificar e relacionar os elementos associados aos enfoques elencados por esta pesquisa sobre a comunicação matemática, conforme sistematizamos a seguir:

2.3 Estilos de comunicação em sala de aula

A aquisição do conhecimento em Matemática vai além da capacidade intelectual e da motivação dos alunos, conforme afirmam Faria e Rodrigues (2020). Segundo esses autores, o sucesso nesse processo está diretamente ligado ao tipo de comunicação preponderante em sala de aula e às práticas de ensino adotadas. De acordo com Malundo *et al.* (2021), a comunicação em sala de aula pode ser caracterizada de duas maneiras: transmissão de informação/conhecimento e construção de conhecimento. Em cada uma dessas concepções, o papel do professor e o dos alunos assume significados substancialmente distintos. Nesse sentido, Brendefur & Frykholm (2000) categorizaram os tipos de comunicação como unidirecional, contributiva, reflexiva e instrutiva.

Na abordagem da *comunicação unidirecional*, o professor

assume papel central e dominante na dinâmica da sala de aula. Ele é considerado o principal emissor da informação, e os alunos, meros receptores da mensagem. A preocupação principal do professor é garantir que a informação seja transmitida de forma direcionada aos alunos, sem valorizar sua participação (Guerreiro, 2011). Nesse tipo de comunicação, o conhecimento é tido como um produto pronto e acabado, e o ensino de matemática é baseado em regras e procedimentos (Faria & Rodrigues, 2020). Dessa forma, a qualidade da aprendizagem matemática depende da capacidade do professor de transmitir os conhecimentos matemáticos, e do aluno de entender e compreender os ensinamentos transmitidos pelo professor, de maneira expositiva, com a função apenas de registrar no caderno o que lhe é exposto, praticamente sem qualquer reflexão (Ribeiro, Carrillo & Monteiro, 2012). Assim, o sucesso dos processos de ensino e de aprendizagem depende da capacidade do aluno de decodificar o conhecimento transmitido pelo professor.

Semelhante à comunicação unidirecional, a *comunicação contributiva* está associada ao ensino expositivo, mas envolve estratégias que permitem a participação dos alunos (Ribeiro, 2011). Embora tenham a oportunidade de contribuir com suas respostas e participar da aula, as interações dos alunos tendem a ser limitadas e cognitivamente pouco exigentes, uma vez que envolvem respostas curtas realizadas a perguntas de confirmação/verificação interpostas pelo professor (Faria & Rodrigues, 2020).

Por outro lado, a *comunicação reflexiva* é caracterizada pela importância do discurso na sala de aula como objeto de reflexão, tanto por parte do professor quanto dos alunos, e do conhecimento matemático compartilhado entre todos (Guerreiro, 2011). Nesse tipo de comunicação, os alunos compartilham suas estratégias e ideias matemáticas individuais com o professor e os colegas, ou tentam justificar ou refutar as conjecturas matemáticas apresentadas pelos demais. O objetivo é que a participação dos alunos, nessa abordagem, contribua para aprofundar sua compreensão matemática, incentivados pelo professor a participar do discurso em sala de aula (Faria & Rodrigues, 2020).

Já a *comunicação instrutiva* diferencia-se das anteriores pela sua dimensão metacognitiva e caracteriza-se pela integração das ideias dos alunos por meio de processos de comunicação (Ribeiro, Carrillo & Monteiro, 2012). Nesse tipo de comunicação, o professor reflete sobre sua própria ação e valoriza as ideias e dificuldades verbalizadas ou intuídas pelos alunos, incorporando essas ideias e dificuldades em seu discurso. De forma semelhante, incentiva a reflexão dos alunos, com a intenção instrutiva de encorajá-los a expor suas estratégias e ideias matemáticas individuais, ainda que confusas ou erradas (Guerreiro, 2011). Isso revela os pontos fortes e dificuldades dos alunos e transforma a natureza da compreensão matemática, fornecendo apoio e sustentação para as atividades matemáticas dos alunos (Brendefur & Frykholm, 2000).

Assim, o Quadro 2 sintetiza os estilos de comunicação presentes em sala de aula, dependendo das práticas adotadas pelo professor, conforme referenciadas por Faria & Rodrigues (2020), Guerreiro (2011), Ribeiro (2011), e Ribeiro, Carrillo & Monteiro (2012), tendo como base o trabalho de Brendefur & Frykholm (2000).

Quadro 2 - Estilos de comunicação e suas características

Estilos de Comunicação	Características
Unidirecional	Associada à transmissão de informação, a comunicação é fortemente dominada pelo professor. O aluno é um mero ouvinte, tentando reproduzir os ensinamentos do professor quando da resolução de tarefas, cuja natureza é majoritariamente fechada.
Contributiva	Também associada a um ensino expositivo, admite certa participação dos alunos, normalmente em resposta a alguma questão interposta pelo professor.
Reflexiva	Os alunos compartilham com o professor e colegas suas estratégias, ideias e resultados matemáticos obtidos por meio de investigações e explorações.
Instrutiva	Semelhante à comunicação reflexiva, envolve a incorporação das ideias, estratégias e dificuldades dos alunos nas ações instrutivas do professor, delimitadas por meio de interações estabelecidas, originando um refazer constante do discurso da sala de aula.

Fonte: baseado em: Brendefur & Frykholm (2000).

Com fundamento nos estilos de comunicação referidos no Quadro 2, percebe-se que o aluno não intervém na comunicação em sala de aula quando ela é unidirecional ou até mesmo contributiva. Os alunos passam a participar ativamente em sala de aula quando o professor adota práticas que propiciam comunicação reflexiva ou instrutiva, que lhes oferecem oportunidade de compartilhar suas estratégias e ideias matemáticas ou justificar e/ou refutar as conjecturas matemáticas apresentadas por colegas, com o propósito de aprofundamento do conhecimento matemático, incentivados e apoiados pelo professor (Faria & Rodrigues, 2020; Serrazina, 2021).

De acordo com Malundo *et al.* (2021), é incumbência do professor promover a aquisição de informação, conhecimento e experiência em Matemática, bem como o desenvolvimento da capacidade da sua integração e mobilização em contextos diversos. É essencial criar condições para desenvolver a capacidade de comunicar em Matemática nos alunos, de maneira oral e escrita, além de descrever, explicar e justificar as ideias, os procedimentos utilizados, bem como os resultados e conclusões alcançados.

No entanto, para que isso ocorra, é necessária uma comunicação em que alunos e professor alternem os papéis de emissor e receptor, além de partilharem novas ideias e defesas de seus pontos de vista (Menezes, 1996). Para tanto,

faz-se necessário que o professor crie ambientes em sala de aula que deem prioridade à *comunicação como interação social*. Nessa perspectiva, o processo comunicativo ocorre por meio de troca de ideias entre os alunos, incluindo o professor como mediador e/ou orientador. Assim, é possível descobrir preferências, negociar significados, diminuir dificuldades e, por conseguinte, desenvolver habilidades de raciocínio, investigação, inferência, reflexão e argumentação (Cândido, 2001; Faria & Rodrigues, 2020).

Dessa forma, o conhecimento matemático é entendido como uma construção social, e as práticas de sala de aula são baseadas no diálogo reflexivo e instrutivo entre alunos e professor (Sousa & Guerreiro, 2014). Isso decorre da valorização das interações sociais estabelecidas na sala de aula, nas quais os alunos têm oportunidade de contribuir para as discussões, promovendo avaliação e reflexão sobre as atividades matemáticas e o conhecimento matemático construído coletivamente (Guerreiro, 2011).

Todavia, de acordo com Alves e Nascimento (2012), para que se propicie uma educação em que o aluno seja construtor do seu próprio conhecimento, faz-se necessário, primeiramente, que o professor analise o seu entendimento sobre a comunicação depreendida em sala de aula e, a partir disso e se necessário, reformule o seu pensamento, de modo a aprimorar os conceitos e a práxis do ensino.

2.4 Modos de promover a comunicação

Para Malundo *et al.* (2021), a comunicação é reconhecida desde o início do século como um pilar da matemática escolar e deve ser desenvolvida nos alunos. Para tanto, deve ser promovida em sala de aula, de maneira que professor e aluno tenham a possibilidade de defender seus pontos de vista e confrontá-los com os dos demais colegas que interagem e partilham significados (Machado & Lacerda, 2020).

Nesse contexto, um dos fatores que influencia na promoção da comunicação em sala de aula está associado ao *tipo de tarefa* que o professor apresenta e às *formas de perguntas* que ele interpõe. O tipo de tarefa proposto pelo professor exerce papel fundamental, ao determinar os tipos de raciocínio que os alunos irão desenvolver ao resolvê-la (Stein & Smith, 1998). Por meio das tarefas, o professor consegue articular os conteúdos a serem abordados, de modo a auxiliar a alcançar os objetivos de ensino. No entanto, nem todas as tarefas oferecem as mesmas oportunidades para o desenvolvimento do pensamento e a aprendizagem dos alunos (Serrazina, 2021).

Para Faria & Rodrigues (2020), o combate ao insucesso na Matemática, além de envolver aulas dinâmicas, também passa pela implementação de tarefas e materiais diversificados, de maneira a valorizar a capacidade dos alunos. Elas proporcionam aos alunos construir seu próprio conhecimento matemático, com habilidade de elaborar raciocínios e fazer uso inteligente e eficaz dos recursos disponíveis, de maneira que possam propor boas soluções às questões que surgem em seu dia a dia (Alves

& Nascimento, 2012).

Existem diversas formas de classificar tarefas matemáticas. No estudo apresentado por Machado e Lacerda (2020), os autores referem os aspectos abordados por Ponte (2005, 2014), apontando quatro tipos de tarefas presentes em sala de aula, classificadas a partir de seu nível de abertura e grau de dificuldade, conforme sintetizados no Quadro 3.

Quadro 3 - Tipos de tarefas

Tarefas	Características
Exercício	Estrutura fechada, em que os alunos utilizam um método conhecido para suas resoluções.
Problema	Estrutura fechada, mas com certo grau de dificuldade, porque demanda aos alunos organizarem os dados do enunciado.
Exploração	Estrutura aberta e grau de dificuldade acessível aos alunos, em que eles têm de mobilizar seus conhecimentos prévios.
Investigação	Estrutura aberta e grau de dificuldade mais elevado que as tarefas de exploração, porque os alunos não dispõem de um método pré-estabelecido de resolução.

Fonte: baseado em Ponte (2005, 2014).

As tarefas de exercícios, embora sejam consideradas rotineiras em sala de aula, normalmente não são eficazes para fomentar a comunicação entre os alunos. Isso porque seu processo de resolução geralmente segue um algoritmo já conhecido (Menezes, 2000). Como resultado, os alunos tendem a fornecer respostas mais diretas, o que não estimula uma discussão aprofundada ou a troca de ideias entre a turma (Machado & Lacerda, 2020).

Por outro lado, os problemas, mesmo considerados tarefas de estrutura fechada, apresentam desafios que exigem pensamento crítico, análise e criatividade. De acordo com Alves e Nascimento (2012), baseados em Diniz (2001), durante a resolução de problemas, os alunos não apenas aprendem matemática, mas também desenvolvem procedimentos e modos de pensar, assim como desenvolvem habilidades básicas como verbalizar, ler, interpretar e produzir textos em matemática, além de adquirir confiança e autonomia.

Segundo Ponte *et al.* (2015), as tarefas de natureza fechada (exercícios e problemas) são importantes para o desenvolvimento da capacidade de relacionar de forma precisa a informação dada, enquanto as tarefas de natureza aberta (explorações e investigações) ajudam os alunos a desenvolverem a capacidade de lidar com situações complexas, interpretando-as matematicamente.

As tarefas de investigação são tarefas abertas que surgem a partir de questões propostas pelo professor ou até mesmo pelos próprios alunos. O enunciado dessas tarefas geralmente contém poucas informações, com o objetivo principal de incentivar os alunos a investigarem e encontrarem soluções, explorando diferentes caminhos. Ao contrário de outros tipos de tarefas, as tarefas de investigação não possuem uma única resposta definida (Ponte, 2014). Isso significa que, embora o ponto de partida seja conhecido, o ponto de chegada é desconhecido,

estimulando os alunos a explorarem e descobrirem diferentes possibilidades (Fonseca, Brunheira & Ponte, 1999).

De acordo com Ponte (2014), a realização de tarefas de investigação privilegia a comunicação matemática entre os alunos, uma vez que estimula a descoberta de novos conhecimentos, o desenvolvimento de novas estratégias e a formulação de conjecturas. A prática da investigação possibilita que os alunos assumam o papel de matemáticos em busca do desconhecido, explorando novos caminhos para a resolução de problemas. Isso porque as diversas resoluções apresentadas pelos alunos proporcionam o debate de ideias, bem como provoca a justificar as ideias apresentadas e refletir sobre elas (Machado & Lacerda, 2020).

As tarefas de natureza exploratória têm como principal característica o não envolvimento total do professor, deixando uma parte importante do trabalho de descoberta e de construção do conhecimento para os alunos (Malundo *et al.*, 2021). Assim, os “alunos são chamados a desempenhar um papel ativo na interpretação das questões propostas, na representação da informação apresentada e na conceção e concretização de estratégias de resolução” (Ponte *et al.*, 2015, p.114).

Segundo Machado e Lacerda (2020), com base em Ponte (2014), a diferença entre a tarefa de exploração e de investigação é seu grau de dificuldade. As tarefas de exploração têm um grau de dificuldade mais acessível aos alunos, enquanto as de investigação têm grau de dificuldade mais elevado. No entanto, é importante destacar que nenhuma delas admite um método pré-estabelecido para a resolução. É válido ressaltar que o grau de dificuldade não depende exclusivamente da tarefa em si, mas também está relacionado ao conhecimento prévio que o aluno possui. Portanto, uma mesma tarefa pode ter um grau de dificuldade elevado para uns e mediano para outros (Serrazina, 2021; Ponte, 2014).

Assim, as tarefas de exploração e investigação desempenham papel fundamental na promoção da comunicação efetiva em sala de aula. Elas possibilitam aos alunos serem construtores e explorarem seus conhecimentos matemáticos, assim como formular perguntas, expor suas ideias e defendê-las, de forma a potencializar suas capacidades comunicativas e auxiliar sua formação crítica (Machado & Lacerda, 2020).

Mesmo considerando desafios a serem enfrentados pelos professores na elaboração e realização de aulas com tarefas de natureza exploratória e investigativa, Machado e Lacerda (2020) afirmam ser necessário que professores os superem, a fim de pensar tarefas de natureza mais aberta, que integrem diversos graus de dificuldades. Assim, os professores propiciarão, aos alunos, a realização de explorações e momentos de discussão coletiva, constituindo oportunidades fundamentais para a negociação de significados matemáticos e a construção de novos conhecimentos.

Contudo, a atenção do professor não deve se limitar à escolha cuidadosa das tarefas. É essencial, também, considerar os tipos de perguntas a serem realizadas. A formulação de perguntas e a elaboração de conjecturas exercem papel

fundamental, ao estimular o diálogo nas aulas de matemática e promover a interação entre professor e alunos, proporcionando um espaço para troca de ideias e construção conjunta de conhecimento matemático (Machado & Lacerda, 2020).

No entanto, para fomentar esse diálogo em sala de aula, é necessário que o professor encoraje os alunos, fazendo perguntas de forma a explorar seu pensamento, questionando o porquê e apelando à justificação das respostas dadas (Machado & Lacerda, 2020; Serrazina, 2021). De acordo com Ponte e Serrazina (2000), perguntar é essencial para a comunicação, uma vez que significa: “inquirir, interrogar, propor, indagar, investigar, pedir informação” (Ferreira, 2009, p. 1538).

Nesse contexto de comunicação em sala de aula, a seleção cuidadosa dos tipos de perguntas interpostas pelo professor é fundamental, e visa a alcançar diferentes objetivos. Nesse sentido, o Quadro 4 apresenta os tipos de perguntas que Machado e Lacerda (2020) referenciam em seu trabalho, fundamentados em Love e Mason (1995) e Pereira (1991).

Quadro 4 - Tipos de perguntas e suas finalidades

Perguntas	Finalidades
Focalização	Têm o objetivo focar a atenção do aluno em determinado contexto matemático.
Confirmação ou ensaio	Têm o intuito de certificar o conhecimento e obter a atenção dos alunos.
Inquirição	Buscam obter informações dos alunos para que defendam seus processos e suas ideias.
Meta	Intentam que os alunos expliquem melhor uma informação dada anteriormente.
Tematização	Têm a função de introduzir um assunto por meio de uma questão.
Asserção	Têm o objetivo de ganhar adesão dos alunos para a afirmação proferida e manter o contato com a audiência.

Fonte: Adaptado de Machado e Lacerda (2020).

De acordo com Machado & Lacerda (2020) e Serrazina (2021), podem coexistir vários tipos de perguntas, e o professor assume papel importante nesse processo, visto que a forma como as perguntas são conduzidas em sala de aula pode estimular os alunos na resolução das tarefas propostas, ou simplesmente desmotivá-los por não compreenderem o objetivo da questão. Portanto, a qualidade da comunicação matemática desenvolvida em sala de aula durante a realização da tarefa está intrinsecamente ligada à qualidade das perguntas formuladas pelo professor. É o professor quem incentiva e dá segurança aos alunos ao fazer perguntas de inquirição, com o objetivo de explorar o pensamento deles, questionar o porquê e solicitar justificações para as respostas dadas, de maneira a ir canalizando a resposta da pergunta ao objetivo pretendido (Machado & Lacerda, 2020; Serrazina, 2021).

Todavia, não basta ao professor apenas perguntar, é necessário saber observar, ouvir, deixar o aluno se expressar, assim como estar preparado para analisar a resposta obtida (Malundo *et al.*, 2021). A validação dessas respostas deve resultar do confronto de ideias entre pares, o qual propicia um processo de comunicação proveitoso para a turma e para

avaliação dos objetivos estabelecidos.

2.5 Papel do professor para promover comunicação

De acordo com Adão *et al.* (2021), a comunicação é um elemento essencial em sala de aula e ganha destaque quando se pensa esse ambiente como democrático, em que todos os participantes têm oportunidade de refletir sobre o conhecimento que vai sendo construído, em busca de um ponto em comum na defesa das ideias matemáticas.

No entanto, para que esse ambiente seja estabelecido, é necessário que o professor assuma o papel de mediador e/ou orientador e passe a envolver cada um dos alunos no discurso da turma, de modo a promover e propiciar momentos de reflexão e discussão em sala de aula. É importante, também, que partilhe com o aluno o papel de ator ativo nos processos de ensino e de aprendizagem, assumindo a autonomia de conhecimento do aluno, reconhecendo sua capacidade de entender e refletir sobre o conhecimento construído, valorizando suas intervenções e opiniões (Guerreiro, 2011).

Dessa forma, a comunicação passa a ser compreendida como partilha de informações, exposições de ideias, conjecturas e defesas de pontos de vista (Ponte, 2014). Assim, possibilita-se ao aluno, por meio das diversas relações e interações, ser construtor de seu próprio conhecimento. Apesar de proporcionar grandes contribuições para os processos de ensino e de aprendizagem, há de considerar que esse modelo de partilha de ideias, novos significados e questionamentos coloca grandes desafios para o professor, e também para os alunos (Rodrigues, Menezes & Ponte, 2014; Serrazina, 2021).

Mostra-se essencial que o professor aguce a capacidade de imaginação dos alunos, apresentando situações do cotidiano, ou que apelem a outras conexões, levando-os a refletir de forma individual ou coletiva no sentido de relacionarem situações cotidianas com os conceitos ou procedimentos matemáticos em estudo, ou ainda olharem para a matemática como uma forma de modelar fenômenos da realidade (Malundo *et al.*, 2021).

Para isso, é patente que o professor apresente tarefas desafiadoras e, com questões inquiridoras, provoque os alunos a explorarem os conceitos envolvidos de maneira a estabelecerem conjecturas passíveis de serem refutadas ou validadas pela turma (Malundo *et al.*, 2021; Serrazina, 2021). Nesse ambiente dialógico de aprendizagem, o professor tem a possibilidade de explorar a comunicação de forma a enriquecer o processo de ensino. Isso é feito ao proporcionar aos alunos a oportunidade de expressarem suas ideias, levantarem questionamentos e participarem de discussões sobre suas estratégias (André & Fernandes, 2020).

No entanto, as discussões matemáticas na sala de aula não ocorrem normalmente de forma espontânea, o que torna necessário que o professor as provoque (Serrazina, 2021). Assim, o questionamento é peça fundamental, pois permite ao professor apoiar o discurso dos alunos e envolvê-los na discussão, de maneira que o objetivo da aula seja alcançado.

Contudo, o questionamento não precisa partir somente do professor, mas pode advir dos alunos, sobretudo das ideias compartilhadas pela turma, de forma a procurar desenvolver compreensão matemática (Rodrigues, Menezes & Ponte, 2014).

Assim, não basta ao professor apenas questionar, é essencial que ouça com atenção quando os alunos explicam suas ideias, estratégias e soluções, ainda que imprecisas ou incorretas, e os encoraje a compartilharem com os demais colegas (Guerreiro, 2014). Ele também deve interpor questões para elucidar, desafiar e avaliar, explicar ou responder, mas de modo a favorecer o discurso dos alunos. O enfoque reside em fomentar a interação e a negociação de significados (Serrazina, 2021).

Segundo Guerreiro (2014), a negociação de significados ocorre quando alunos e professor, em uma interação comunicativa em sala de aula, buscam compartilhar e construir entendimentos mútuos sobre um determinado assunto. No contexto da comunicação matemática, essa negociação envolve a troca de ideias, explicações, argumentos e interpretações relacionadas aos conceitos matemáticos discutidos. Durante esse processo, os alunos têm a oportunidade de expressar suas ideias, questionar e argumentar, contribuindo para uma construção conjunta do conhecimento.

No entanto, para que essa negociação ocorra de forma efetiva, é importante proporcionar oportunidades para que os alunos interajam entre si, trocando informações e influenciando uns aos outros. Essas interações promovem reflexão, aprofundamento e expansão do conhecimento dos alunos sobre as relações matemáticas envolvidas (Menezes *et al.*, 2014). Assim, o aluno tem a possibilidade de expressar suas ideias matemáticas, justificar as estratégias empregadas, reviver o processo de construção do conhecimento e refletir sobre ele.

2.6 Formas de comunicação

De acordo com Faria e Rodrigues (2020), a comunicação está intrinsicamente relacionada aos processos de ensino e de aprendizagem, constituindo uma competência transversal a qualquer área curricular. Na educação matemática, tanto a comunicação oral quanto a escrita têm destaque importante, uma vez que estimulam o raciocínio, a autonomia, a cooperação e a criatividade.

Segundo Possamai e Silva (2020), a oralidade é vista como um processo de troca de informações, no qual os alunos têm a oportunidade de compartilhar ideias, apresentar interpretações, levantar conjecturas e argumentar sobre suas possíveis soluções. Ao criar situações de sala de aula que favoreçam o diálogo entre os alunos e o professor, é possível estimular a aprendizagem, envolvendo não apenas a troca de informações, mas também a reflexão sobre as ideias apresentadas e uma postura crítica em relação a elas. Esse processo de diálogo contribui para que os alunos se sintam confiantes ao expressar suas opiniões, tornando-se participantes ativos no processo de

construção do conhecimento.

Já a escrita, como ressaltado por Faria & Rodrigues (2020), é uma forma de comunicação transversal a todas as áreas do conhecimento, capaz de eternizar o que foi comunicado oralmente, e até mesmo aquilo que não foi dito, mas apenas pensado. Ainda que geralmente mais moroso que a oralidade, o processo de comunicação escrita pressupõe maior coerência e lógica. Dessa forma, o registro textual é um suporte materializado, que permite ao aluno retornar a resoluções e anotações quantas vezes precisar, ajudando-o a refletir sobre as experiências matemáticas vividas, construindo e reconstruindo conhecimento.

Além disso, a escrita traz consequências vantajosas, tanto para os alunos quanto para o professor. Ao aluno, pode levá-lo a refletir sobre os seus conhecimentos e raciocínios, bem como aprimorá-los por meio da reflexão (Possamai & Silva, 2020). Ao professor, a escrita oferece possibilidade de *ver* o raciocínio dos alunos, que muitas vezes não fica claro o suficiente na comunicação oral ou, na pior hipótese, torna-se invisível quando se privilegia tarefas de natureza fechada, em que seu raciocínio não é questionado (Faria & Rodrigues, 2020).

Conforme Guerreiro (2017), é por meio da comunicação oral que negociamos significados matemáticos com outras pessoas, enquanto a comunicação escrita nos auxilia na reflexão sobre nossa experiência matemática, contribuindo para a construção e reconstrução do sentido das significações matemáticas.

Nesse sentido, é responsabilidade do professor desenvolver nos alunos a capacidade de comunicar em matemática, de maneira oral e escrita, de modo que consigam descrever, explicar e justificar as ideias, os procedimentos utilizados, bem como os resultados e conclusões alcançados (Malundo *et al.*, 2021). Para facilitar o desenvolvimento das competências de comunicação matemática, o professor pode se amparar no uso de ferramentas matemáticas e de tecnologia, como recursos essenciais para ajudar os alunos a aprenderem e perceberem as ideias matemáticas, raciocinarem matematicamente, além de comunicarem seu raciocínio.

Adão *et al.* (2021) afirmam que a utilização do *software* GeoGebra pode auxiliar a visualização e a exploração de várias situações que induzem conjecturas, nomeadamente nas questões que não têm resposta única. Além disso, possibilita um registro escrito dos procedimentos utilizados que pode constituir um forte auxiliar no desenvolvimento da comunicação matemática oral e escrita. Esse registro também indica parte das estratégias de pensamento dos alunos, pelo que pode ter um papel importante, quer seja para ajudar o aluno na construção do conhecimento ou para o aperfeiçoamento das estratégias de trabalho do professor.

No entanto, é importante destacar que Alves e Nascimento (2012) apontam que os professores investigados em seu estudo davam ênfase apenas na oralidade da comunicação matemática. Dessa forma, os autores salientam que o recurso oral da

linguagem é muito importante na resolução de problemas, mas não é o único a ser favorecido. Não é somente o aluno falar que fornece indícios de quais capacidades está desenvolvendo e quais conceitos ele está compreendendo ou apresentando dificuldades. É fundamental que ele escreva ou desenhe, por exemplo. Assim, é importante que o professor dê ao aluno a oportunidade de expressar as suas ideias matemáticas, tanto oralmente quanto por escrito (Adão *et al.*, 2021). Esses meios de comunicação são fundamentais para que os alunos descrevam, expliquem e justifiquem o seu raciocínio, não só para os colegas e para o professor, como também para eles próprios, como forma de elucidar e aprimorar seus conhecimentos (Faria & Rodrigues, 2020).

Assim, tanto a comunicação oral quanto a escrita são fundamentais e devem ser incentivadas em sala de aula. Por meio delas, o aluno tem a possibilidade de expressar suas ideias matemáticas, justificar as estratégias empregadas, reviver o momento da construção do conhecimento e refletir sobre ele (Adão *et al.*, 2021).

É crucial ressaltar que, embora os estudos analisados tenham se concentrado na comunicação oral e escrita, é igualmente relevante reconhecer e valorizar outras formas de comunicação, como a gestual, icônica, visual ou com o uso de objetos. Essas formas alternativas de comunicação podem enriquecer ainda mais a experiência educacional, proporcionando novas oportunidades para os alunos explorarem e expressarem suas compreensões matemáticas.

Ainda, conforme destacado por Faria e Rodrigues (2020), a comunicação deve ser fundamentada na interação entre indivíduos, entre eles e a natureza, animais, e consigo próprios. Isso abrange uma ampla gama de domínios, que não se limitam apenas a atos discursivos, mas também incorporam elementos como silêncios, gestos, comportamentos, olhares, posturas, ações e omissões (Rodrigues, 2001; Guerreiro *et al.*, 2015).

2.7 Aspectos comunicativos na Matemática

A comunicação é um processo vital que envolve a troca de informações entre indivíduos ou grupos, manifestando-se através de palavras, gestos, símbolos ou outros meios. Essa atividade é fundamental para a interação humana, possibilitando a troca de ideias, pensamentos, sentimentos e informações (Malundo *et al.*, 2021). No contexto específico da Matemática, a comunicação é fundamentada na articulação de diversas linguagens, incluindo a língua materna ou natural, e a linguagem matemática que, conforme Lorensatti (2009), é definida como um sistema simbólico, com símbolos próprios que se relacionam de acordo com determinadas regras.

Para Malundo *et al.* (2021), a comunicação na sala de aula de matemática não pode ignorar a linguagem própria da disciplina. Entretanto, é importante considerar que a proficiência dos alunos nessa linguagem deve ser desenvolvida de maneira gradual, atingindo o formalismo da linguagem matemática em um processo complexo que se estende ao longo do tempo. Dessa forma, é patente evitar a imposição

precoce da linguagem matemática formal, permitindo que os alunos desenvolvam gradualmente o interesse por definições precisas e pelo poder comunicativo dos termos matemáticos convencionais. Inicialmente, encoraja-se a comunicação a partir das palavras dos próprios alunos. Nesse contexto, a escolha da linguagem deve se aproximar daquela compreendida pelo aluno, sendo gradualmente moldada em direção a níveis mais formais e próximos da linguagem matemática. Possamai e Silva (2020), baseados em Meneghelli (2018), destacam que, ao expressarem suas ideias por escrito, os alunos recorrem frequentemente a uma linguagem cotidiana. No entanto, é fundamental, no momento da formalização dos conceitos, que o professor realize a conversão para termos matemáticos adequados, enfatizando a compatibilidade entre os saberes informais e científicos.

Ao considerar que a Matemática utiliza uma linguagem própria com um sistema simbólico, sua compreensão demanda uma leitura relacionada com o contexto e com as necessidades sociais, pois “é possível ler para divertir-se, agir, discutir, realizar, interpretar, definir, significar e transformar o que está posto graficamente, e isso permite incluir a linguagem matemática” (Luvison, 2013, p.58).

Entretanto, a leitura de um exercício matemático ou a extração de informações de um problema expresso em linguagem natural e sua codificação em sentenças matemáticas nem sempre é algo simples (Lorensatti, 2009). Isso ocorre porque os símbolos e regras da Matemática não são familiares para todos. Assim, ler e compreender um problema matemático escrito implica, muitas vezes, decodificar linguisticamente, reconstruir em seu significado matemático e, posteriormente, recodificar em linguagem matemática (Lorensatti, 2009).

Nesse contexto, ao abordar a oralidade, leitura e escrita nas aulas de Matemática, Possamai & Silva (2020) ressaltam a necessidade de promover o letramento matemático em todos os níveis de ensino. Isso vai além da exploração e compreensão da língua materna, abrangendo conhecimentos, atitudes e capacidades essenciais para o uso eficaz da linguagem em práticas sociais, garantindo participação ativa na leitura e escrita (Soares & Batista, 2005).

Contudo, para que o aluno alcance letramento matemático efetivo, é necessário que ele compreenda as instruções, tanto na leitura quanto na comunicação oral. Além disso, é fundamental que consiga expressar suas ideias matematicamente, apresentando seu raciocínio e (re)soluções de forma oral e/ou escrita (Possamai & Silva, 2020). Dessa maneira, torna-se relevante que o professor, durante a resolução de tarefas ou a construção de um determinado conhecimento, conceda ao aluno a oportunidade de escrever sobre a matemática, descrevendo, por exemplo, como um problema foi solucionado (Adão *et al.*, 2021).

Nesse processo, é importante considerar que nem sempre os alunos conseguem empregar termos matemáticos de forma precisa, especialmente na linguagem escrita. Contudo, mesmo quando os termos matemáticos não são utilizados corretamente,

a compreensão e construção do conhecimento são evidentes. A ausência de correção na escrita não anula a compreensão e o conhecimento matemático construído (Possamai & Silva, 2020). Nesse contexto, o professor pode desempenhar papel determinante, ao questionar os alunos para compreender o significado atribuído às palavras utilizadas.

De acordo com Faria e Rodrigues (2020), quando os alunos têm a oportunidade de explicar os termos ou procedimentos utilizados ao resolver uma tarefa, os aspectos do pensamento matemático utilizado tornam-se evidentes. Ao refletir sobre suas explicações e integrá-las à comunicação matemática, presume-se que estão tentando elaborar uma justificação, processo cognitivamente mais complexo do que a simples descrição associada às explicações. Esse processo envolve a fundamentação de uma dada afirmação matemática, incluindo a apresentação de argumentos, justificativas e explicações que não apenas consolidam o conhecimento, mas também promovem a argumentação, intrinsecamente ligada ao desenvolvimento do raciocínio matemático e à aprendizagem de Matemática com compreensão (André & Fernandes, 2020).

Na dinâmica comunicativa durante as aulas de matemática, tanto na expressão oral quanto escrita, as representações desempenham papel importante no processo de aprendizagem. Torna-se, assim, imprescindível considerar a aplicação cuidadosa de uma variedade de recursos visuais e simbólicos, como esquemas, diagramas, gráficos, tabelas, imagens, símbolos, algoritmos, figuras, construções, expressões e símbolos (Malundo *et al.*, 2021). Esses elementos, além de fundamentais para a resolução de problemas, estão intrinsecamente ligados a conceitos e definições matemáticas, contribuindo para uma compreensão mais efetiva dos conteúdos apresentados em sala de aula (Serrazina, 2021).

Conforme destacado por Serrazina (2021), abordar o mesmo conceito por meio de diferentes representações equivale a examinar o conceito por meio de várias lentes, cada uma proporcionando uma perspectiva única, enriquecendo e aprofundando a compreensão desse conceito. A discussão das semelhanças e diferenças entre as representações é fundamental para a compreensão dos conceitos, permitindo que os alunos expressem seus raciocínios de maneira mais abrangente e fundamentada.

Nesse contexto, a incorporação de ferramentas matemáticas e tecnológicas torna-se importante para auxiliar os alunos a compreenderem, perceberem as ideias matemáticas, desenvolverem raciocínio matemático e comunicarem de maneira eficaz seu raciocínio. Por exemplo, a utilização do *software* GeoGebra destaca-se ao possibilitar a visualização e exploração de diversas situações que suscitem conjecturas, especialmente em questões que não possuem uma única resposta. Além disso, possibilita um registro escrito dos procedimentos utilizados, o que pode ser um forte auxiliar ao desenvolvimento da comunicação matemática oral e escrita (Adão *et al.*, 2021).

Portanto, é fundamental que o professor crie condições

propícias para desenvolver, nos alunos, a capacidade de comunicar em Matemática, tanto oral quanto por escrito, incluindo a descrição, explicação e justificação de ideias, procedimentos utilizados, bem como os resultados e conclusões alcançados.

Dessa forma, a comunicação desempenha função particular na Matemática, uma vez que constitui meio pelo qual os alunos expressam a linguagem matemática e gradualmente se familiarizam com termos específicos da disciplina e, por conseguinte, os compreendem (Machado & Lacerda, 2020). Contudo, apesar dessas especificidades da comunicação situada no campo da Matemática, os artigos analisados não foram publicados majoritariamente em periódicos da Educação Matemática (apenas 4), mas da Educação (7) e Tecnologia (2). Além disso, apesar de envolverem diferentes campos da Matemática (Quadro 5), a exceção de questões visualização de entes geométricos com o GeoGebra (Malundo *et al.*, 2021; Adão *et al.*, 2021), não se evidenciam discussões efetivas que situem a comunicação em campos matemáticos específicos, que podem conferir especificidades.

Quadro 5 - Campos e conteúdos matemáticos envolvidos nos estudos

Campo ou conteúdo matemático	Trabalho(s)
Números Naturais – adição e subtração	Serrazina (2021)
Números Racionais – milésimo	Ribeiro, Carrillo & Monteiro (2012)
Números primos e compostos	Faria & Rodrigues (2020)
Potenciação	Faria & Rodrigues (2020)
Padrões - Regularidades, localizações e opostos	Guerreiro (2017)
Padrões - Medidas de tempo e de comprimento	Guerreiro (2017)
Área de retângulos e triângulos	Faria & Rodrigues (2020)
Retas no plano	Malundo <i>et al.</i> (2021)
Classificação de polígonos (lados)	Adão <i>et al.</i> (2021)
Taxas a partir de fórmulas (expressões matemáticas)	Machado & Lacerda (2020)
Sem especificação	Guerreiro (2011); Ribeiro (2011); Alves & Nascimento (2012); Sousa & Guerreiro (2014); André & Fernandes (2020); Possamai & Silva (2020)

Fonte: dados da pesquisa.

Esse indicativo sugere que as discussões envolvendo as particularidades da *comunicação matemática*, considerando seus diversos campos de conhecimento, ainda carecem de estudos mais aprofundados e situados. Eles podem ampliar os apontamentos sobre a necessidade de o professor promover a aquisição de informações e conhecimentos em Matemática e, principalmente, desenvolver a capacidade dos alunos de integrar e aplicar esses conhecimentos em diversos contextos (Malundo *et al.*, 2021), tendo com conta as especificidades que

envolvem a natureza, o ensino e a aprendizagem de Álgebra, Aritmética, Medidas, Geometria, Estatística etc.

3 Conclusão

O mapeamento dos trabalhos que compuseram o *corpus* analítico deste estudo possibilitou uma visão geral dos principais aspectos que influenciam e, portanto, devem ser considerados quando se reflete sobre comunicação matemática em sala de aula. As unidades de análise identificaram os enfoques centrais relacionados à temática, cujas problematizações circunstanciam elementos relacionados a cada um deles. Com o propósito de sintetizar de forma complementar o mapeamento, o Quadro 6 sistematiza os elementos principais identificados.

Quadro 6 – Aspectos que influenciam a comunicação matemática

Aspectos	Descritores de síntese
Estilos de comunicação	Quatro estilos de comunicação - unidirecional, contributivo, reflexivo e instrutivo – que conferem implicações distintas relacionadas ao envolvimento do professor e dos alunos, na participação, reflexão e compartilhamento de conhecimentos matemáticos.
Modos de promover a comunicação	Dois aspectos são preponderantes na comunicação promovida: os tipos de tarefas e as perguntas do professor. Tarefas mais abertas – explorações e investigações - fomentam a comunicação, enquanto aquelas fechadas – problemas e exercícios - oferecem poucas oportunidades de interação. Cada tipo de tarefa possui características específicas que influenciam a forma como os alunos se comunicam entre si e com o professor. Quanto às perguntas, sua formulação estratégica, com diferentes propósitos, é determinante nos processos de ensino e aprendizagem, afetando diretamente pensamento, interação e expressão dos alunos.
Papel do professor	As ações do professor são determinantes na promoção da comunicação e interação em sala de aula. Ele deve estimular a participação ativa dos alunos, estimular a imaginação, provocar pensamento crítico e reflexivo, obter informações sobre as ideias em voga, testar e confirmar o conhecimento e orquestrar discussões coletivas. Para tanto, observar e ouvir atentamente os alunos é essencial.
Formas de comunicação	A oralidade, a escrita, a linguagem visual, a comunicação gestual, a comunicação icônica e o uso de objetos são formas de comunicação. Apesar da prevalência da comunicação oral e escrita, salienta-se que a diversidade de formas de comunicação proporciona abordagem mais abrangente e enriquecedora para o ensino e a aprendizagem.
Aspectos comunicativos na Matemática	Na Matemática, a comunicação abrange várias linguagens, como língua materna e linguagem matemática, caracterizada por símbolos e regras que demandam proficiência gradual. A utilização de recursos visuais e simbólicos nas ações comunicativas mostra-se fundamental para uma compreensão efetiva dos conteúdos matemáticos, particularmente na interpretação e resolução de problemas e apreensão de conceitos matemáticos.

Fonte: dados da pesquisa.

As pesquisas salientam o papel determinante do professor na criação de um ambiente efetivo de comunicação e interação em sala de aula, o qual é diretamente influenciado por suas crenças, concepções e conhecimentos. Nesse cenário, aponta-se que estilos unidirecional e contributivo de comunicação tendem a restringir a participação dos alunos, enquanto os estilos reflexivo e instrutivo estimulam participação ativa, promovendo o desenvolvimento de habilidades como raciocínio, investigação, inferência, reflexão e argumentação. Nesse sentido, o estilo de comunicação pode até mesmo comprometer os demais aspectos associados à comunicação matemática, porque influencia diretamente a comunicação promovida, as possibilidades de atuação do professor, as aberturas para o trabalho dos alunos, os tipos de comunicação provocados e a própria concepção do que é ensinar e aprender Matemática, bem como a natureza dessa ciência.

Assim, para criar um ambiente que favoreça a comunicação matemática, é necessário que o professor adote práticas que incentivem a comunicação reflexiva e instrutiva, estimulando a participação constante dos alunos e proporcionando momentos de reflexão e discussão em sala de aula. Dessa forma, os alunos são conduzidos a participarem ativamente dos processos de ensino e aprendizagem, desenvolvendo capacidades conceituais, habilidades de pensamento crítico e de tomada de decisão. Especificamente em relação à Matemática, a diversidade de formas de comunicação mostra-se essencial para significação dos elementos característicos próprios da linguagem matemática, e estudos envolvendo campos, conteúdos e conceitos matemáticos específicos podem auxiliar na elucidação de aspectos mais particulares à comunicação matemática – complementares às discussões sobre comunicação na aula de Matemática, que se mostraram mais centrais no mapeamento apresentado.

Finalmente, é importante considerar as limitações deste estudo. O levantamento foi realizado apenas no Portal de Periódicos da Capes, e considerou somente artigos em língua portuguesa, o que pode limitar a abrangência geográfica e pode ter excluído estudos relevantes. Além disso, os próprios critérios empregados na seleção dos textos podem gerar limites ao estudo. Portanto, uma ampliação do mapeamento para incluir outras fontes e idiomas, além de critérios outros para constituição do *corpus* analítico, pode enriquecer e aprofundar os apontamentos aqui apresentados, bem como fornecer uma visão mais completa e diversificada da comunicação matemática na sala de aula.

Referências

- Adão, J.M., André, J.K.S., Pires, R.S.A. & Dos Santos, J.M.D.S. (2021). O uso do GeoGebra para a composição e decomposição de figuras geométricas: uma experiência com os alunos da 8ª classe no contexto angolano. *Rev Inst GeoGebra Int São Paulo*, 10(2), 129-146. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2021.v10i2p129-146>
- Alro, H. & Skovsmose, O. (2021). *Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.

- Alves, J.N. & Nascimento, J.C. (2012). Resolução de problemas e comunicação matemática: as concepções de professores de matemática do 6º ao 9º ano, de uma Escola Pública do interior da Bahia. *Rev Eventos Pedag.*, 3(3), 352-362. <https://doi.org/10.30681/reps.v3i3.9215>
- André, T. & Fernandes, D. (2020). Projeto UKIDS: valorizar o desafio trash value em contexto interdisciplinar. *Indagatio Didact.*, 12(3), 437-470. <https://doi.org/10.34624/id.v12i3.20118>
- Biembengut, M.S. (2008). Mapeamento na pesquisa educacional. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- Brendefur, J. & Frykholm, J. (2000). Promoting mathematical communication in the classroom: two preservice teachers' conceptions and practices. *J. Mathem. Teacher Educ.*, 3, 125-153. <https://doi.org/10.1023/A:1009947032694>
- Cândido, P.T. (2001). Comunicação em Matemática. In: K.S. Smole & M.I. Diniz (Org.). *Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender Matemática.* (pp. 15-28). Porto Alegre: Artmed.
- Faria, F. & Rodrigues, M. (2020). A comunicação matemática escrita. *Invest. Prá. Estud. Nat. Educ.*, 10(2), 90-116. <https://doi.org/10.25757/invep.v10i2.220>
- Ferreira, A.B.H. (2009). *Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa.* Curitiba: Editora Positivo.
- Fonseca, H., Brunheira, L. & Ponte, J. P. (1999). As actividades de investigação, o professor e a aula de Matemática. *Actas ProfMat*, 99, 177-188.
- GEPFPM (2018). Grupo de Estudo e Pesquisa sobre Formação de Professores de Matemática e as Revisões Sistemáticas. In: A.M.P. Oliveira & M.I.R. Ortigão (Org.). *Abordagens teóricas e metodológicas nas pesquisas em educação matemática.* (pp. 234-254). Brasília: SBEM.
- Guerreiro, A. (2011). Conceções e práticas de comunicação matemática. *Indagatio Didactica*, 3(1), 25-40. <https://doi.org/10.34624/id.v3i1.4555>
- Guerreiro, A. (2014). Comunicação matemática na sala de aula: Conexões entre questionamento, padrões de interação, negociação de significados e normas sociais e sociomatemáticas. In: J.P. Ponte (Org.). *Práticas profissionais dos professores de matemática.* (pp. 237-257). Lisboa: IEUL.
- Guerreiro, A.M.C. (2017). Leitura matemática e texto literário: dois estudos nos primeiros anos. *Rev Estud Investig. Psicol. Educ.*, (6), 389-394. <https://doi.org/10.17979/reipe.2017.0.06.2893>
- Guerreiro, A., Ferreira, R.T., Menezes, L. & Martinho, M.H. (2015). Comunicação na sala de aula: a perspectiva do ensino exploratório da matemática. *Zetetiké*, 23(2), 279-295. <https://doi.org/10.20396/zet.v23i44.8646539>
- Lorensatti, E.J.C. (2009). Linguagem matemática e Língua Portuguesa: diálogo necessário na resolução de problemas matemáticos. *Conjectura Filos Educ*, 14(2), 89-99.
- Luvison, C.C. (2013). Leitura e escrita de diferentes gêneros textuais: inter-relação possível nas aulas de Matemática. In: A.M. Nacarato & C.E. Lopes. (Org.). *Indagações, reflexões e práticas em leituras e escritas na Educação Matemática.* (pp.57-81). Campinas: Mercado das Letras.
- Machado, B.E.C. & Lacerda, A.G. (2020). A comunicação matemática em uma tarefa exploratória-investigativa: uma proposta mediante a taxa de metabolismo basal. *Rev Ens Ciênc Matem* 11(4),1-21. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i4.2469>
- Malundo, C.M.B., João, K.S.A., Silveira, A. & Dos Santos, J.M.D.S. (2021). O uso do GeoGebra para assegurar enriquecimento da comunicação matemática dos alunos: uma experiência na 7ª classe no contexto angolano. *Rev Inst GeoGebra Int São Paulo*, 10(2),105-128. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2021.v10i2p105-128>
- Menezes, L. (1996). A comunicação na aula de Matemática. *Millenium*, 3, 20-28.
- Menezes, L. (2000). Matemática, linguagem e comunicação. *Millenium*, 20, 178-196.
- Menezes, L., Ferreira, R.T., Martinho, M.H. & Guerreiro, A. (2014). Comunicação nas práticas letivas dos professores de Matemática. In: J.P. Ponte, (Org.). *Práticas profissionais dos professores de matemática.* (pp.135-161). Lisboa: IEUL.
- Ponte, J.P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In: GTI (Ed.). *O professor e o desenvolvimento curricular.* (pp.11-34). Lisboa: APM.
- Ponte, J.P. (2014). Tarefas no ensino e na aprendizagem da matemática. In: J.P. Ponte (Org.). *Práticas profissionais dos professores de matemática* (pp.13-27). Lisboa: IEUL.
- Ponte, J.P., Quaresma, M., Mata-Pereira, J. & Baptista, M. (2015). Exercícios, problemas e explorações: Perspectivas de professoras num estudo de aula. *Quadrante*, 24(2), 111-134. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22920>
- Ponte, J.P. & Serrazina, M.D.L. (2000). Didáctica da Matemática do 1.º ciclo. Lisboa: Universidade Aberta, 11-20.
- Possamai, J.P. & Silva, V.C. (2020). Comunicação Matemática na Resolução de Problemas. *Rev Educ Matem*, 17, e020026. <https://doi.org/10.37001/remat25269062v17id277>
- Ribeiro, C. (2011). Conhecimento e desenvolvimento profissional do professor. Analisando a prática de Maria, uma professora do 1.º Ciclo. *Indagatio Didactica*, 3(1), 41-58. <https://doi.org/10.34624/id.v3i1.4556>
- Ribeiro, M., Carrillo, J. & Monteiro, R. (2012). Cognições e tipo de comunicação do professor de matemática. Exemplificação de um modelo de análise num episódio dividido. *Rev Latinoam Invest Matem Educ*, 15(1), 93-121.
- Rodrigues, A.D. (2001). *Estratégias da comunicação: questão comunicacional e formas de sociabilidade.* Lisboa: Editorial Presença.
- Rodrigues, C., Menezes, L. & Ponte, J. P. (2014). Práticas de discussão matemática no ensino da Álgebra. *Atas do XXV Seminário de Investigação em Educação Matemática*, 65-78.
- Serrazina, L. (2021). Aprender Matemática com compreensão: raciocínio matemático e ensino exploratório. *Rev Educ Matem Tecnol Iberoam*, 12(3), 2-19. <https://doi.org/10.51359/2177-9309.2021.250302>
- Soares, M., & Batista, A.A.G. (2005). *Alfabetização e letramento: caderno do professor.* Belo Horizonte: Ceale/FaE/UFGM.
- Sousa, C.S., & Guerreiro, A. (2014). Resiliência educacional e construção do conhecimento. *Educação*, 39(3), 567-576. <https://doi.org/10.5902/1984644414343>
- Stein, M.K. & Smith, M.S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: from research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(4), 268-275.

