

Dificuldades comuns no desenvolvimento de Modelagem Matemática e uso pedagógico de Tecnologias Digitais na Educação Básica

Common difficulties in the development of Mathematical Modeling and pedagogical use of Digital Technologies in Basic Education

Rosefran Adriano Gonçales Cibotto¹

RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar a análise de publicações da última década em periódicos que trazem pesquisas relacionadas ao uso de Modelagem Matemática (MM) e/ou Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) na Educação Básica, para verificar dificuldades comuns ao utilizá-las na perspectiva docente em sala de aula. As publicações foram encontradas no SciELO Brasil a partir de critérios inerentes aos focos das pesquisas, resultando em um corpus com 13 artigos, os quais foram analisados com o respaldo da Análise Textual Discursiva, que permitiu a construção de duas categorias. A primeira, relacionada a questões estruturais da escola, como infraestrutura física e rigidez da estrutura escolar e curricular. A segunda remete à fragilidade da formação e do conhecimento docente, abordando dificuldades e inseguranças do professor. Como resultados, destacam-se diversas aproximações entre as dificuldades ao desenvolver atividades de MM e/ou utilizar as TDIC como ferramentas de ensino.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Matemática. Infraestrutura escolar. Dificuldades docentes. Insegurança docente. TIC.

ABSTRACT

The objective of this article is to present an analysis of publications from the last decade in journals that bring research related to the use of Mathematical Modeling (MM) and/or Digital Information and Communication Technologies (TDIC) in Basic Education, to verify common difficulties in using them from the teacher's perspective in the classroom. The publications were found in SciELO Brazil based on criteria inherent to the research focuses, resulting in a corpus with 13 articles, which were analyzed with the support of Discursive Textual Analysis, which allowed the construction of two categories. The first one is related to structural issues of the school, such as physical infrastructure and rigidity of the

¹ Doutor em Educação pela UFSCar. Universidade Estadual do Paraná (Unespar). E-mail: rosefran.cibotto@unespar.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8274-2646>.



school and curricular structure. The second refers to the fragility of teacher training and knowledge, addressing teacher's difficulties and insecurities. As results, several approximations stand out between the difficulties in developing MM activities and/or using TDIC as teaching tools.

KEYWORDS: Mathematics Teaching. School infrastructure. Teacher difficulties. Teacher insecurity. ICT.

Contextualização da pesquisa

Nesta pesquisa, a perspectiva adotada para a Modelagem Matemática (MM) é inerente àquela utilizada no ensino de matemática, cujo foco está na Educação Básica. Conforme esboçado por Araújo (2002; 2009), Barbosa (2004; 2012) e Caldeira (2009), a MM contempla uma abordagem em que problemas não matemáticos que permeiam a realidade são escolhidos pelos estudantes, os quais, utilizando aplicações de conceitos e conteúdos matemáticos, encontram soluções para tais problemas. Conforme exposto por Araújo (2009), nesse contexto, os estudantes são convidados a trabalhar em grupos e incentivados a ouvir os colegas, a respeitar as ideias alheias, a debater e negociar democraticamente. No entanto, ao optar por essa perspectiva de trabalho, o professor se depara com diversos obstáculos intrínsecos ao uso da MM em sala de aula (Magnus, 2012).

Em concepção similar, o conceito de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) se contextualiza pelo uso pedagógico das tecnologias digitais especialmente no âmbito da Educação Básica (Borba; Penteado, 2019; Maciel; Cibotto; Ceolim, 2020; Sant'ana; Amaral; Borba, 2012; Carneiro; Passos, 2010).

Assim como ocorre com a MM, existem dificuldades a serem superadas pelos professores que optam por trabalhar com as tecnologias para o ensino de matemática. Como posto por Carneiro e Passos (2010), dentre essas dificuldades, destaca-se a infraestrutura escolar, que contempla o laboratório de informática.

A partir da conjuntura manifestada, apresenta-se como objetivo deste trabalho analisar estudos da última década publicados em periódicos que trazem pesquisas relacionadas ao desenvolvimento da Modelagem Matemática e/ou ao uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação na Educação Básica. Com isso, busca-se verificar dificuldades comuns no uso desses recursos nas aulas, considerando a perspectiva docente.

Percorso metodológico e trabalhos selecionados

Esta pesquisa tem cunho qualitativo que, segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 48-50), “é descritiva [...]. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos. [...] tendem a analisar os seus dados de forma indutiva”.

Nessa acepção, realizamos um levantamento bibliográfico de artigos científicos publicados em diversos periódicos nacionais. Para isso, utilizamos o indexador Brasil *Scientific Electronic Library Online (SciELO Brasil²)*, escolhido por ser um índice de artigos científicos utilizado por diversos periódicos. Nesse indexador, utilizamos as palavras-chave Modelagem Matemática e tecnologias; esta, por sua vez, envolveu o termo TDIC, além de variantes como Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) e Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação (TICE). A seleção das publicações foi concluída em 15 de maio de 2023³, tendo como critério adicional de os periódicos serem publicados de 2013 em diante e os textos terem sido redigidos em língua portuguesa. Foram considerados artigos relevantes ao ensino de matemática na Educação Básica brasileira. Como resultado, foram selecionados 39 artigos publicados na área educacional, identificados inicialmente os artigos por A01 até A39.

Esses artigos passaram por outros filtros: leitura do título, leitura do resumo, busca por termos específicos no corpo do texto e, por fim, leitura completa do texto. Cada etapa com critérios bem definidos, conforme adiante especificado. Embora haja particularidades que dependem do componente curricular que se está trabalhando, consideramos pertinentes, aos objetivos pautados, os artigos que utilizam as TDIC em áreas distintas da matemática, uma vez que as dificuldades docentes, em diversos aspectos, podem ser similares para as variadas disciplinas⁴. Por esse motivo, seis dos artigos selecionados não contemplavam especificamente a disciplina de matemática. Nesse processo, pela leitura do resumo, foi possível obter uma compreensão sobre o foco dos textos, a fim de que eles fossem utilizados nesta pesquisa ou descartados.

Dos 39 artigos iniciais, 22 passaram pelos filtros da primeira fase, com os quais iniciamos a etapa de busca por termos-chave no corpo do artigo, distintos daqueles utilizados no *Scielo*. Ademais, verificamos o entorno desses termos para compreender a contextualização, de modo a averiguar se sua presença no texto tem relação com o objetivo desta pesquisa. Portanto, foram removidos artigos que contemplassem pesquisas desenvolvidas exclusivamente na perspectiva da

² <https://www.scielo.br/>.

³ Destacamos a data em que a última pesquisa foi realizada, pois, ao pesquisar em data posterior, novos resultados podem ser encontrados, uma vez que o índice SciELO é constantemente atualizado.

⁴ Como pode ser observado a partir da seção de análises e resultados. Um resumo é apresentado no Quadro 1.

aprendizagem dos estudantes, que exaltassem perspectivas sobre como desenvolver atividades de MM ou que se restringiam a apresentar vantagens ao usar as TDIC ou MM na escola.

Consequentemente, dos 39 textos, 13 foram selecionados para compor o corpus da análise. Posteriormente, de modo a facilitar a identificação dos artigos para o leitor, atualizamos o acrônimo A, inicialmente utilizado, para MM, referente à Modelagem Matemática; TG, de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação em contextos gerais ou distintos do ensino de matemática; ou TM, em alusão ao uso de tecnologias para o ensino de matemática. Com isso, buscou-se maior representatividade do foco do artigo quando o leitor observar o excerto cujos códigos foram representados por MM05, TG09, MM12, TG13, MM16, TG22, MM23, TG24, TG26, TM30, TG34, TM35 e TM38, conforme relacionados no Quadro 1.



Quadro 1 – Artigos selecionados como corpus da pesquisa para as análises

Sigla	Título	Referência
MM05	Formação de professoras dos anos iniciais em Modelagem Matemática	Pires, Silva e Gomes (2021)
TG09	Integração de tecnologia na educação: proposta de modelo para capacitação docente inspirada no TPACK	Silva, Bilessimo e Machado (2021)
MM12	Constituição da Práxis Docente no contexto da Modelagem Matemática	Forner e Malheiros (2020)
TG13	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones	Ferreira et al. (2020)
MM16	Aspectos da educação ambiental crítica no ensino fundamental por meio de atividades de modelagem matemática	Costa e Pontarolo (2019)
TG22	A influência das condições institucionais no desenvolvimento de competências eletrônicas dos professores para o ensino na EAD: proposição de um modelo analítico	Cassundé, Mendonça e Barbosa (2017)
MM23	Obstáculos e Dificuldades Apresentados por Professores de Matemática Recém-Formados ao Utilizarem Modelagem Matemática em suas Aulas na Educação Básica	Ceolim e Caldeira (2017)
TG24	As barreiras da prática docente no uso das Tecnologias de Informação e Comunicação	Schuhmacher, Alves Filho e Shuhmacher (2017)
TG26	Formação inicial de professores em tempos de TDIC: uma questão em aberto	Lopes e Fürkotter (2016)
TM30	O Uso das TIC nas Práticas dos Professores de Matemática da Rede Básica de Ensino: o projeto Mapeamento e seus desdobramentos	Javaroni e Zampieri (2015)
TG34	Formação de professores dos anos iniciais da Educação Básica na modalidade EaD: ensino de língua materna e a influência das Tecnologias da Informação e Comunicação	Liz e Quarezemin (2014)
TM35	Sequência didática para o ensino de trigonometria usando o software GeoGebra	Lopes (2013)
TM38	Geometria dinâmica na sala de aula: o desenvolvimento do futuro professor de matemática diante da imprevisibilidade	Silva e Penteado (2013)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Não temos por princípio estabelecer dicotomia em relação aos temas dos artigos iniciados por M ou por T. O intuito é apenas apresentar, de modo claro e sucinto, o tema quando apresentarmos os fragmentos deles extraídos. Ao contrário da dicotomia, as análises buscaram aspectos comuns relativos às dificuldades enfrentadas pelos docentes quando utilizam as tecnologias pedagogicamente ou trabalham com atividades de MM no processo de ensino e aprendizagem.

Para os artigos que passaram por todos esses filtros, utilizamos a Análise Textual Discursiva (ATD), a fim de realizarmos as análises dos textos selecionados. A ATD pode ser sintetizada em três momentos: desconstrução, síntese e escrita (Moraes; Galiazzi, 2011).

A desconstrução textual partiu da leitura e da separação dos textos, visando identificar trechos que sejam úteis à pesquisa; em nosso corpus, é representada

pelos 101 excertos⁵. A síntese ocorreu com a organização dos distintos trechos em estruturas que permitissem fazer aproximações entre partes com afinidades, além da criação de unidades de análise ou categorias, a fim de organizar as informações. Por fim, a escrita permitiu reestruturar e reorganizar as ideias centrais apresentadas, além de permitir aproximações com outras pesquisas que versem sobre o assunto, evidenciando as dificuldades enfrentadas pelo professor ao utilizar as TDIC como ferramentas de ensino ou em relação às aulas de MM.

As decisões metodológicas adotadas podem influenciar nos resultados. A exemplo da seleção dos excertos transcritos, definição das unidades de análise e categorias, elaboração do *metatexto*, o referencial teórico utilizado, dentre outras.

Análises e resultados

Pautados nos trabalhos apresentados no Quadro 1 e na ATD, após diversas leituras do corpus, selecionamos os 101 fragmentos. O processo de leitura continuou para os organizarmos em unidades de análise (Moraes; Galiazzi, 2011). Com esse processo, emergiram cinco unidades e duas categorias, as quais dispomos no Quadro 2, juntamente com suas descrições e os códigos dos fragmentos que as compõem.

As indicações em negrito nos códigos de fragmentos revelados no Quadro 2 simbolizam os que foram explicitados no processo de análise a seguir.

⁵ Na transcrição de alguns excertos inserimos textos entre colchetes, de modo a contextualizar as informações extraídas de artigos completos nos quais tais contextos são apresentados fora do trecho selecionado.

Quadro 2 – Categorias e unidades de análise

Un. Análise	Descrição	Fragmentos
Categoria: Dificuldades alusivas ao sistema educacional		
Rigidez da estrutura escolar e curricular	Indica a rigidez difícil de ser quebrada da estrutura curricular nacional ou à estrutura escolar ditada pelo Planejamento Pedagógico Curricular da escola ou pela administração escolar exercida pela direção.	MM12.2; MM23.9; MM23.10; MM23.13; MM23.19; MM23.20; MM23.36; TG24.1; TG34.1; TG34.3; TG34.5; TM30.7.
Infraestrutura física presente nas escolas	Remete à infraestrutura escolar relacionada aos padrões de sala de aula, como disposição das carteiras, infraestrutura pertinente ao laboratório de informática e possibilidades de acesso à internet, seja no laboratório ou via Wi-Fi da escola.	TG24.3; TG24.4; TG24.5; TG24.6; TG24.20; TG24.21; MM23.18; TM30.4; TM35.2; TM38.1; TM38.2; TM38.6; TM38.7.
Categoria: Dificuldades de interação docente-estudantes		
Deficiências na formação docente	Traz aspectos de uma formação inicial ou complementar insuficiente para implementar o conhecimento docente de forma satisfatória para trabalhar com MM ou com as TDIC. Também remete a formações ocorridas há alguns anos, quando nem a MM nem as TDIC eram objetos de estudo em tais cursos.	MM05.6; TG09.1; TG09.3; TG09.4; TG09.5; TG09.7; TG09.8; TG09.9; TG09.10; TG13.1; TG22.1; MM23.8; MM23.14; MM23.32; MM23.34; MM23.37; MM23.38; TG24.12; TG24.13; TG24.14; TG24.16; TG24.17; TG24.18; TG24.22; TG24.23; TG24.24; TG24.25; TG24.26; TG24.28; TM30.3; TM30.5; TG34.4; TM38.4; TM38.5; TM38.8.
Dificuldades docentes	Contempla as possíveis dificuldades na preparação das aulas envolvendo as tecnologias digitais ou atividades de Modelagem Matemática, ou mesmo dificuldades no momento de atuar com os alunos durante suas aplicações.	MM05.3; MM05.7; TG09.2; MM16.2; MM16.3; MM23.4; MM23.7; TG24.29.
Insegurança docente	Explicita as diversas inseguranças que o docente pode ter ao adentrar uma zona de risco por trabalhar com a Modelagem Matemática ou com as tecnologias, inclusive pela necessidade de conhecimentos que sejam capazes de extrapolar o domínio da matemática e pela resistência à mudança, devido ao receio de trabalhar com MM e/ou TDIC.	MM05.1; MM05.2; MM12.4; MM23.5; MM23.11; MM23.15; MM23.16; MM23.17; MM23.21; MM23.25; MM23.26; MM23.29; MM23.30; MM23.31; MM23.39; TG24.8; TG24.9; TG24.10; TG24.15; TG24.19; TG24.27; TG26.1; TG34.2; TM30.1; TM30.2; TM30.6; TM38.3; TM38.9; TM38.10; TM38.11; TM38.12; TM38.13; TM38.14.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dificuldades alusivas ao Sistema Educacional

A primeira categoria analisada, que denominamos de **Dificuldades alusivas ao Sistema Educacional**, emergiu do estudo de duas unidades de análise: **Rigidez da estrutura escolar e curricular** e **Infraestrutura física presente nas escolas**. Elucidamos que a categoria busca exacerbar conjunturas nas quais ocorrem dificuldades no âmbito das TDIC e/ou da MM relacionadas ao sistema educacional. Portanto tem influências externas, ou seja, não inerentes ao profissional docente, mas que repercutem no processo de ensino e aprendizagem.

A seguir, apresentamos as análises da primeira unidade, **Rigidez da estrutura escolar e curricular**, que compreende a rigidez da estrutura curricular inerente à LDB (Brasil, 1996) e ao Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola. No caso específico desta unidade, ela também pode remeter à administração escolar exercida pela direção da instituição⁶.

Uma das situações nesse sentido reporta à estrutura escolar, que é fechada tanto na questão pedagógica como na física, conforme destacado nos excertos abaixo.

MM23.10 “o ensino acontece, na maioria das vezes, entre quatro paredes, com estudantes enfileirados, e com abordagem linear de conteúdos, seguindo a sequência inscrita no livro didático adotado pela escola” (p. 766).

MM23.9 “contrariar o sistema escolar vigente, que apresenta uma estrutura fechada, tanto do espaço físico como do pedagógico, resistindo assim aos novos recursos pedagógicos, pois se trata de um sistema de ensino alicerçado por práticas tradicionais” (p. 766).

Esses fragmentos se referem a uma pesquisa sobre MM, mas poderia retratar o uso das TDIC para o ensino de qualquer disciplina escolar. Assim, essa dificuldade é relativa à rigidez do sistema escolar. Essa rigidez é representada pelo currículo, que traz consigo os livros didáticos utilizados nas escolas, pela disposição dos alunos, geralmente enfileirados na sala, e pelo ensino dirigido pelo professor ao aluno, sem qualquer autonomia, sendo direcionado pelo livro didático (Skovsmose, 2007). Desse modo, o papel do professor é de “executor”, conforme posto por Tardif e Lessard (2005), uma vez que, em geral, o sistema escolar o exclui da gestão escolar e do planejamento das atividades curriculares.

MM12.2 “[o docente] objetiva cumprir o que determinam as normativas curriculares e, também, apresentar um conteúdo matemático no qual seus alunos vejam relações com o cotidiano” (p. 512-513).

TG24.1 “questões gerenciais e institucionais [obstáculos estruturais] que interferem na formatação da grade curricular” (p. 570).

TG34.1 “a realidade mostra que algumas escolas têm dificuldades de realizar uma reorganização curricular para promover a implementação de práticas pedagógicas inovadoras” (p. 180).

TM30.7 “falta de apoio por parte da direção de escolas aos professores, no sentido de incentivá-los a utilizar os laboratórios de informática” (p. 1006).

⁶ Consideramos uma escola genérica para a finalidade da análise. Assim, quando um fragmento remeter a uma escola, esta pode ser qualquer escola nacional pública ou privada de ensino fundamental, médio ou de educação profissional técnica.

MM23.36 “[Sistema Educacional] muito fechado no que se refere à autonomia do professor em relação à sua prática docente” (p. 774).

Na mesma vertente que o primeiro bloco de excertos, estes ratificam a questão curricular e a estrutura escolar como inflexíveis, tornando-se empecilho ao professor que queira usar a MM ou as tecnologias como auxiliadoras do processo de ensino e aprendizagem. É possível observar casos similares tanto em excertos que remetem à MM quanto naqueles sobre tecnologias voltadas, especificamente, ao ensino de matemática ou demais disciplinas.

A **Infraestrutura física presente nas escolas** é a segunda unidade de análise que destacamos. Nela, são englobados tanto os padrões existentes na maioria das salas de aula em relação à disposição enfileirada das carteiras e o professor à frente, quanto a infraestrutura disponível em relação às TDIC, como laboratórios de informática, projetores multimídia, internet com e sem fio. Dados esses preceitos, trazemos fragmentos relacionados especificamente à infraestrutura escolar.

TG24.20 “em publicações brasileiras são recorrentes relatos nos quais a barreira mais assinalada refere-se à infraestrutura física da escola em termos de equipamentos, conexão de internet e ambientes em que esses equipamentos serão utilizados na prática do professor.” (p. 564).

MM23.18 “estrutura escolar [espaço físico, dentre outros] já constituída, que geralmente se confronta e se choca com novas práticas de ensino.” (p. 773).

TM30.4 “constatamos que, na maior parte dos laboratórios visitados, há distintos empecilhos que inviabilizam o seu uso, tais como: número insuficiente de computadores por número de alunos, computadores inoperantes” (p. 1008).

TM35.2 “em relação às limitações de uso do software, evidenciamos algumas dificuldades de ordem estrutural, como por exemplo: poucos computadores para turmas muito grandes e a falta de conhecimento, pelos professores, do sistema operacional instalado nas escolas.” (p. 643).

TM38.7 “em muitas escolas não há um técnico a quem recorrer em situações como essa [problemas de softwares ou computadores defeituosos]” (p. 285).

Conforme destacado, pode-se observar que várias das dificuldades docentes ao trabalharem com atividades de MM ou pedagogicamente com as TDIC esbarram na questão da infraestrutura escolar. Isso pode ser constatado em outras pesquisas que, direta ou indiretamente, contemplam o tema (Alonso, 2008; Arruda, 2012). Inclusive, Carneiro e Passos (2010) destacaram situações que corroboram as postas nos excertos supracitados: “a falta ou o número insuficiente de equipamentos; a falta

de softwares matemáticos instalados nas máquinas; a inadequada estrutura da sala de informática, podendo não comportar a turma" (Carneiro; Passos, 2010, p. 790). Na mesma acepção, Bittar (2011) traz à tona problemas referentes à infraestrutura das salas de aula e dos laboratórios de informática.

Considerando o contexto da MM, Souza e Santo (2017) evidenciam empecilhos relativos à infraestrutura escolar ineficiente — que dificulta a realização de pesquisas na internet — e à falta de livros. Santos e Bisognin (2007) salientam as barreiras que a estrutura formal da escola cria ao ensino com MM, a rigidez estrutural nos programas a serem cumpridos, o tempo do docente para estudar o tema e a deficiência na infraestrutura escolar referente aos laboratórios de informática e à biblioteca.

Nesse cenário, ressaltamos alguns dos dados do Censo Escolar de 2018, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). O Censo indica que, naquele ano, 8,9% das escolas nacionais não tinham laboratório de informática, ao passo que 53,3% das escolas têm o laboratório, mas ele não atende às necessidades de ensino (INEP, 2019).

Nesta categoria, evidenciamos posicionamentos apresentados nos artigos selecionados, ressaltando informações a respeito do sistema educacional. Os artigos revelam dificuldades de se trabalhar com MM ou TDIC quando contrastadas com aulas tradicionais⁷. Muitas vezes, essa estrutura está posta nas escolas e dificulta os professores na iniciativa de utilizarem ferramentas ou metodologias que rompem com o tradicionalismo.

Muitas escolas apresentam a mesma rigidez infraestrutural, como aulas que devem ser trabalhadas preferencialmente em sala, evitando o deslocamento para o laboratório. Isso porque, geralmente, há apenas um laboratório para todas as turmas da escola, demandando reservas e burocratizando o acesso. Isso também se aplica a outras dependências da escola, além de reprimir, explicitamente, ambientes exteriores aos seus muros, pois é necessário ter autorização dos pais. Com relação ao laboratório de informática, é possível observar, em várias escolas públicas, equipamentos defasados ou quebrados, assim como uma internet incompatível com as necessidades dos alunos.

⁷ "No método tradicional o 'ensinar' baseia-se em uma instrução direta feita pelo professor, com conteúdo definido pelo docente, em espaço grupal, no qual a atuação do aluno se restringe em realizar anotações da explanação oral do docente, que assume o papel central na atividade" (Vilanova, 2021, p. 19).

Essas são questões que extrapolam a motivação ou o desejo do professor trabalhar com atividades de MM ou com a utilização pedagógica das TDIC, pois são aspectos estruturais e, por diversas vezes, acabam por obstruir o trabalho docente.

Dificuldades de interação docente-estudantes

Agora, trazemos as análises referentes à segunda categoria, que denominamos **Dificuldades de interação docente-estudantes**. Ela surgiu a partir de três unidades de análise: **Deficiências na formação docente**, **Dificuldades docentes** e **Insegurança docente**. Essa categoria faz alusão a situações intrínsecas ao profissional docente, perpassando pela formação, por dificuldades constatadas no processo de ensino e aprendizagem e causas que culminam na insegurança no ato de lecionar.

Com relação à primeira unidade, foi possível perceber que a habilitação do futuro professor para desenvolver atividades de MM ou trabalhar educacionalmente com as TDIC nem sempre é o que ocorre — ao menos historicamente — em muitos dos cursos de formação inicial ou continuada.

MM23.14 “[as dificuldades em se trabalhar com a MM estão relacionadas] com a formação inicial e continuada do professor” (p. 772).

TG13.1 “O que se põe claramente em questão é a demanda para que a formação inicial e continuada de professores, bem como a pesquisa e o desenvolvimento educacional, passem a integrá-las [TDIC] com o vigor necessário, como forma de mediação pedagógica” (p. 3).

TG22.1 “O que se percebe, portanto, muitas vezes, é uma formação inadequada dos professores justamente para integração das TIC aos processos de ensino” (p. 478-479).

MM05.6 “lacunas ainda existem no que tange à formação em Modelagem Matemática” (p. 176).

TG34.4 “O uso das TIC será bem-sucedido quando o professor tiver domínio de conteúdo e estratégias que possibilitem a aprendizagem em cada situação de ensino” (p. 180).

TG09.5 “Já [a formação] em relação ao modelo TPACK [Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo] observou-se que os professores ainda possuem dificuldade no que diz respeito ao seu uso em sala de aula” (p. 20).

MM23.32 “a formação inicial dos professores não ter sido suficiente para sustentar o desenvolvimento de atividades de Modelagem na Educação Básica, ressaltando que a disciplina de Modelagem desenvolvida na graduação, na maioria das vezes, não faz relação com as práticas de ensino praticadas na Educação Básica” (p. 766).

Esses excertos remetem a fragilidades ou falhas da formação inicial e/ou continuada para o trabalho com a MM ou implementação de aulas pautadas nas

TDIC. Em geral, ao relatarem situações de deficiências advindas dos cursos de formação, essas pesquisas denotam questões similares, explicitando a falta de estudos práticos envolvendo atividades de MM ou tecnologias. Quando existem, geralmente são vistos eminentemente pelo viés teórico, sendo estudados casos de uso, teorias ou aplicações (Carneiro; Passos, 2010; Maciel; Cibotto; Ceolim, 2020).

Em um estudo sobre como as TDIC são contempladas em cursos de licenciatura em matemática de uma universidade pública *muticampi*, Maciel, Cibotto e Ceolim (2020) apresentaram como o uso pedagógico de tecnologias é ensinado nos cursos. Na mesma universidade, existem diferentes formas de trabalho com as TDIC; dos cinco cursos analisados, dois não explicitavam ensinar a utilizar as tecnologias para o ensino.

Nos trabalhos selecionados, não são raros os relatos de que o aprendizado sobre como trabalhar com atividades de MM ou utilizar as TDIC foram adquiridos após a formação inicial. Tais pesquisas relatam que os docentes recorrem ao YouTube ou trocam informações com outros professores. Uma pesquisa sobre isso respeito foi realizada por Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017). Os autores realizaram o estudo junto a 36 professores de licenciaturas em Matemática, Física, Biologia e Química de duas universidades públicas de Santa Catarina. Como resultado, 28% afirmaram terem tido disciplinas com o uso pedagógico de software, mas 91,4% indicaram ter aprendido a usar as TDIC por meio autodidata, ao passo que 60% aprenderam com o apoio de colegas de trabalho.

No entanto, existem situações em que os professores não tiveram contato com o uso pedagógico das TDIC devido à distância temporal de suas formações: TG24.17 “a formação e o tempo de atuação aparecem como justificativa para a resistência em seu uso [TDIC].”

Situações como essa remetem a cursos de formação inicial em uma época em que as TDIC tinham uso restrito, pois estavam apenas iniciando no meio educacional, muitas vezes ficando restritas a grandes centros de pesquisas. Portanto, estavam distantes da realidade de implantação em sala de aula da Educação Básica e dos Programas Político Pedagógicos (PPC) da maioria dos cursos de licenciatura. Como expresso por Peralta e Costa (2016, p. 82) em sua pesquisa, mesmo em contexto internacional, “a maioria dos professores experientes (de escolas tradicionais ou inovadoras), nos quatro países [Espanha, Grécia, Itália e Portugal], afirma que as TIC nunca foram objecto [sic] de trabalho da sua formação inicial”.

Embora essa reflexão não tenha aparecido explicitamente nos artigos selecionados, o período de formação também pode implicar no uso da MM em sala. Um exemplo pode ser extraído da pesquisa de mestrado de Magnus (2012), em que a autora explicita que 7 dos 43 professores participantes não tiveram leitura ou discussão sobre MM durante sua formação, enquanto 9 tiveram esse contato apenas na especialização. Cabe destacar que 9 deles já possuíam mais de 25 anos de docência; portanto, suas formações estão temporalmente distantes da coleta de dados.

A unidade de análise **Dificuldades docentes** se refere às adversidades do professor ao preparar ou desenvolver as aulas de MM ou utilizando TDIC. Os excertos a seguir remetem a algumas dificuldades que os docentes enfrentam ao ensinarem desenvolvendo atividades de MM ou por intermédio das TDIC.

MM05.3 “podemos destacar que a Modelagem Matemática, assim como nas demais tendências da Educação Matemática, não está isenta de imprevistos e nem de dificuldades de implementação” (p. 171).

TG09.2 “uma das maiores dificuldades na hora de implementar as TIC na sala de aula, possivelmente não é saber usar uma ferramenta e sim definir para que utilizará a tecnologia” (p. 3).

MM16.2 “a professora pesquisadora ter se deparado com obstáculos para proceder com o processo de modelagem e ter apresentado dificuldade para problematizar de maneira crítica as situações tematizadas” (p. 164).

TG24.29 “durante sua aula, a frouxidão da estratégia didática [TDIC] leva a dispersão da turma para outras atividades” (p. 573).

É possível observar dificuldades comuns aos docentes na elaboração e/ou execução de aulas centradas na MM ou nas TDIC. A metodologia, a abertura das atividades, as ferramentas disponibilizadas, a amplitude dos estudos e o modo como as aulas são implementadas são decisões delicadas que o docente deve realizar tanto na elaboração quanto no decorrer das aulas.

Os excertos referentes à MM remetem a imprevistos e dificuldades que podem ocorrer durante o processo de desenvolvimento das aulas. Essas situações são oriundas do amplo leque de possibilidades que tais atividades, em especial as mais abertas (Barbosa, 2004), podem propiciar, culminando em dificuldades que o professor arrisca a enfrentar no momento de sua implementação.

Os trechos que aludem às TDIC abordam a questão da definição do conteúdo a ser ministrado por meio das tecnologias e, consequentemente, remete à elaboração das atividades e da sequência didática. Por outro lado, é apresentada a uma plausível preocupação com a dispersão da turma devido ao uso das TDIC, as

quais, frequentemente, oferecem uma variedade de conteúdo aos alunos. Nesse contexto, trazemos a reflexão proposta por Moran, Masetto e Behrens (2001): durante o uso do laboratório de informática, a internet é um fator de dispersão dos alunos devido às amplas possibilidades oferecidas pelas páginas web, que despertam fascínio por ofertarem assuntos de interesses pessoais, levando-os a desviar do tema trabalhado em aula.

A terceira e última unidade desta categoria remete à **Insegurança Docente**. Embora possa ter uma série de causas, como formação inicial e/ou continuada inadequadas para o ensino por meio da MM ou das TDIC, receios relativos à infraestrutura, conhecimento insuficiente para trabalhar com interdisciplinaridade, situações não esperadas ou problemas que possam surgir em relação à infraestrutura tecnológica etc., os holofotes desta análise foram direcionados aos momentos de vulnerabilidade docente quando o professor se embrenha em uma “zona de risco” (Borba; Penteado, 2019) ao desenvolver atividades de MM ou utilizar as TDIC no ensino. Isso pode se dar pela exigência de conhecimentos que possam ir além do domínio da matemática e pela resistência à mudança para trabalhar com MM e/ou TDIC.

Como analisado na unidade de análise anterior, a ausência de um amplo e adequado planejamento sobre as atividades a serem desenvolvidas pode dar origem a um descontrole na organização da turma. Essa conjuntura pode ser constatada nos fragmentos a seguir, a partir dos quais podemos refletir sobre a insegurança que aflige o professor.

TM38.10 “é preciso cuidado do professor para envolver os alunos na discussão [atividades utilizando TDIC], pois, caso contrário, pode haver tumulto na sala de aula” (p. 289).

MM05.1 “edificando uma relação de segurança para lidar com imprevistos que poderiam surgir no desenvolvimento das atividades [de MM]” (p. 170).

O receio de que haja tumulto ou dispersão da turma em relação ao que está sendo estudado e eventuais imprevistos refletem possíveis inseguranças do professor. Exemplos de prováveis fomentadores dessas situações ocorrem quando os alunos são levados para o laboratório de informática e se deparam com o acesso à internet, seja para pesquisas inerentes a atividades de MM, para usar a rede em sites específicos de Matemática ou quando o objetivo não é o uso da internet, mas de algum software matemático (Costa; Medeiros, 2009). Conforme posto por esses pesquisadores, o planejamento satisfatório da aula colabora para o enfrentamento e a mitigação de problemas análogos.

O excerto MM05.1 contempla imprevistos oriundos de atividades de MM em um sentido amplo, sem especificar, no contexto do artigo, quais seriam esses imprevistos. Não obstante, mesmo com um planejamento bem delineado, podem ocorrer uma série de eventualidades nos trabalhos com a MM ou com TDIC. Os excertos a seguir evidenciam alguns desses episódios.

MM12.4 “pensar sobre a atividade de Modelagem, como uma estratégia em sala de aula, que foge ao tradicional, demanda determinadas precauções e, mesmo assim, imprevistos podem acontecer” (p. 516).

MM23.39 “Na Modelagem ficam evidentes as situações imprevisíveis pelo fato de abordar temas/problemas que, na maioria das vezes, são oriundos do contexto em que os estudantes estão inseridos” (p. 769).

TM38.13 “Além dos problemas de ordem técnica, surgiram outros decorrentes das atividades propostas. É importante observar que o grupo leu e discutiu sobre a constituição de uma zona de risco e procurou antecipar muitas situações durante a preparação das atividades [...]. Porém, como já anunciado na teoria, foi impossível prever o que ocorreria com o uso do software” (p. 285).

TG26.1 “nas licenciaturas, futuros professores aguardam por uma formação que substitua temor por motivação e resistência ao desconhecido por determinação em superar o desafio que o novo representa [TDIC]” (p. 292).

Situações desconhecidas e imprevisíveis são constantes na arte do ensino e ficam evidentes quando o professor opta por trabalhar tanto com a MM quanto com as TDIC. No caso da MM, devido às atividades mais abertas, conforme os casos apresentados por Barbosa (2004), podem sair do controle do professor por diversos imprevistos e rumos que a atividade pode tomar, extrapolando o ensino da matemática e tomando outros direcionamentos.

Como relatado na unidade de análise sobre a infraestrutura escolar da primeira categoria, a quebra de computadores durante o uso ou na iminência do trabalho, quando um computador que funcionou na aula anterior não liga na aula atual e o aluno perde os arquivos nele construídos, pode ser considerada outra especificidade de imprevisto além dos relatados no fragmento TM38.13, que cita o uso do software quando pode ocorrer algo imprevisível.

Situações com contexto similar são contempladas nas pesquisas de Carneiro e Passos (2010), quando alertam que o professor “deve estar preparado para enfrentar muitos imprevistos, questões e dúvidas às quais poderá não saber responder, muito mais que em aulas sem as tecnologias” (p. 782), e de Borba e Penteado (2019), ao advertirem sobre a eventualidade de que “uma combinação de

teclas e comandos leve a uma situação nova que, por vezes, requer um tempo mais longo de análise e compreensão" (p. 55).

Consequentemente, é possível que, em aulas com MM ou TDIC, possam ocorrer imprevistos que façam a aula tomar caminhos além dos planejados. Os alunos podem, por exemplo, executar ações ou comandos não esperados pelo professor, e pode ocorrer de o resultado previsto ser distinto daquele apresentado. Diversas podem ser as causas da insegurança na docência, e tal insegurança pode ser intensificada ao se trabalhar com MM ou TDIC. Uma destas causas está relacionada ao conhecimento deficiente sobre a metodologia/ferramenta ou à necessidade de conhecer conteúdos interdisciplinares, podendo ultrapassar o saber matemático.

MM23.5 "exigir conhecimento além da Matemática [em atividades de MM]" (p. 766).

TM30.1 "a perda de controle da classe, que podem surgir decorrentes das dúvidas que emergem dos alunos quando estes estão trabalhando com o computador" (p. 1002).

MM23.17 "envolver questões interdisciplinares [em atividades de MM]" (p. 772).

Esses excertos evidenciam conhecimentos deficitários como fator protagonista para a insegurança ao lecionar utilizando a MM ou as TDIC. No caso do computador, um dos receios é o seu uso para além daquilo que é esperado pelo docente, trazendo dúvidas que talvez ele não esteja preparado para sanar sobre determinado programa ou até mesmo sobre como trabalhar o conteúdo naquela plataforma. Tema envolvendo interdisciplinaridade é contemplado por Belo e Burak (2020), ao indicarem que, para desenvolver uma atividade de MM, o professor pode abranger conhecimentos além daqueles inerentes à matemática. Isso porque, ao partir do interesse dos estudantes, o domínio da atividade pode extrapolar o conhecimento docente a respeito dos assuntos desenvolvidos. Portanto, em síntese, tal extração pode culminar em insegurança.

A resistência à mudança é mais um dos elementos que compõem a insegurança ao lecionar matemática. Nos fragmentos a seguir, são apresentados alguns desses indícios.

TG34.2 "Muitas vezes os professores também resistem ao uso das TIC pela comodidade de permanecer no método de ensino tradicional" (p. 180).

MM23.29 "eles terão que sair da zona de conforto a que estavam acostumados para enfrentar situações de risco e lidar com o desconhecido - e isso gera resistência" (p. 771).

TG24.15 “Em alguns relatos o professor do Ensino Médio externa sua crença, sua opinião, de que o uso de TIC é de uso específico, isto é, não pode ser usado no contexto do conteúdo que ministra ou ainda que seja um modismo e, portanto, o ensino deve se manter imune a seu uso” (p. 573).

De modo similar, essas resistências ocorrem com professores que temem desbravar os percursos da MM e das TDIC, visto que dependem de dominar novos conhecimentos, e “essa resistência vai além do conceito de zona de risco, é uma resistência de ordem epistemológica, uma vez que a forma tradicional aparentemente é eficaz para os propósitos educacionais, as inovações não são vistas como positivas” (Idem; Silva, 2021, p. 15).

A zona de risco, já mencionada algumas vezes e destacada implícita ou explicitamente nos fragmentos a seguir, é outro dos componentes relativos à insegurança.

TM30.2 “Outro fator que pode ser associado à zona de risco consiste na eventualidade de problemas técnicos com o computador que podem surgir, os quais os professores não têm a obrigação de dominar” (p. 1002).

MM23.11 “diretamente relacionadas a introdução da Modelagem na sala de aula, e, isso coloca-os numa ‘zona de risco’” (p. 768).

TM38.11 “o professor [...] tem de estar bem preparado, pois, se ocorrerem muitas situações de paralisia, o estudante pode perder a confiança no professor e o interesse pela aula.” (p. 289).

Borba e Penteado (2019), ao relacionarem a zona de risco às TDIC, a delineiam como uma realidade intimidadora e que exige muito trabalho na preparação técnico-profissional, na qual vários docentes não estão dispostos a adentrar. No entanto, do mesmo modo, tal definição se estende a atividades de MM (Skovsmose; Penteado, 2008), em especial às mais abertas (Barbosa, 2004). Portanto, a zona de risco pode ser considerada de modo similar tanto na MM quanto nas TDIC.

Todos esses temas levantados nesta unidade de análise remetem à insegurança docente e, para encerrar as análises, trouxemos fragmentos que convergem nesse sentido.

MM23.25 “Ao abordar Modelagem Matemática, o professor se depara com situações incomuns, geralmente, por não haver disponibilidade de material orientador a ser seguido, como, por exemplo, o livro didático ou o conteúdo a ser apresentado de forma linear” (p. 767).

TG24.8 “a insegurança relacionada ao uso do computador e seus recursos aflige 54,7% dos professores (forte e média) [Amostra realizada com 42 professores do Ensino Médio]” (p. 571).

MM23.21 “medo do novo’ e da ‘insegurança’ para enfrentar situações inusitadas [atividades de MM]” (p. 767).

TG24.9 “o que caracteriza a dificuldade que eles sentem ao serem confrontados com seu uso [tecnologias] na prática docente” (p. 571).

MM05.2 “São muitos anos em sala tendo o controle total da situação, sabendo o que ia acontecer e naquele dia não tinha controle de nada [MM], tive medo, medo mesmo de não saber o que ia acontecer, direcionar, aquela preocupação ‘o que faço agora?’” (p. 171).

Com relação à insegurança e a outros tópicos previamente elencados, Vasconcelos e Santos (2021) proferem:

O professor precisa estar aberto para o imprevisto. Precisa também estar em constante formação para caminhar pela zona de risco, pois as TIC e as tarefas exploratório-investigativas podem promover novas formas de abordar os conteúdos e fazem com que a imprevisibilidade, a insegurança e as dúvidas apareçam com maior frequência (Vasconcelos; Santos, 2021, p. 220).

O âmago dessa citação pode ser estendido a atividades de MM sem profundas modificações. Nesse sentido, Barbosa (2012) traz que os professores por ela pesquisados em relação à MM “destacam os obstáculos para sua utilização, **produzindo insegurança em relação ao tema modelagem, aos conteúdos de matemática que poderão surgir, bem como aos temas escolhidos pelos alunos para investigação**” (Barbosa, 2012, p. 19, grifo nosso).

Destarte, apresentamos considerações sobre o universo docente e sua interação com os estudantes, tendo sido analisadas lacunas da formação docente, suas dificuldades e inseguranças. As três unidades de análise que compõem essa categoria estão inter-relacionadas, e os excertos convergem, fundamentando a discussão das dificuldades comuns no desenvolvimento de atividades de MM e na utilização das TDIC no ensino da matemática.

Considerações finais

Neste artigo, buscamos condensar aproximações sobre o que publicações em periódicos da última década trazem a respeito das dificuldades que os pesquisadores apresentam ao longo do desenvolvimento de atividades envolvendo MM e o uso pedagógico de TDIC. A pesquisa foi realizada por meio de filtro delineado e executado no *SciELO Brasil*, que após selecionados, resultou em um corpus de análise constituído por 13 artigos. Embora existam publicações que trazem o uso conjunto da MM e das TDIC, nenhum dos artigos selecionados para a constituição do corpus trouxe essa perspectiva, uma vez que não apareceram no rol pesquisado atendendo aos critérios de seleção da pesquisa.

Pautados na Análise Textual Discursiva (ATD), emergiram do corpus duas categorias que contemplam as dificuldades relatadas. Nos relatos subsequentes, resgatamos os principais fatos articulados neste texto, bem como apresentamos alguns episódios que, por uma questão de espaço físico e organização, não foram explicitados nos excertos evidenciados.

A primeira categoria, **Dificuldades alusivas ao sistema educacional**, exime as responsabilidades do professor, pois trata de questões para além daquelas que dependem do conhecimento docente ou de suas motivações para o ensino. Essa categoria foi constituída por duas unidades de análise: **Rigidez da estrutura escola e curricular e Infraestrutura física presente nas escolas**. Na primeira, foram discutidos temas como o modo com que os alunos ficam enfileirados em sala de aula e o professor à frente e a falta de autonomia dos alunos, que devem seguir o livro didático, o que também evidencia que o professor é um mero executor dos conteúdos e sequências designadas pelo sistema. Na mesma lógica, foi revelada a ausência de apoio das diretorias das escolas no sentido de utilizarem ferramentas ou metodologias distintas daquelas comuns.

Já a segunda unidade de análise versou sobre a infraestrutura escolar, tanto arquitetônica quanto da área de informática. Ao verificar a questão tecnológica, surgiram diversas lamentações a respeito de equipamentos quebrados ou defasados, número insuficiente de computadores para a turma, falta de técnico para prestar auxílio em problemas pontuais, sistema operacional utilizado na escola (Linux⁸), a ausência de softwares para o ensino de matemática, bem como a estrutura do laboratório, que pode não seguir o *layout* apropriado para o ensino, além da disponibilidade ou velocidade da internet não ser adequada às necessidades. Outro destaque é relativo à dificuldade de levar a turma para outras dependências da escola, como o deslocamento da sala de aula para o laboratório e a volta para a sala, que as vezes se torna inviável em uma hora-aula. Situação que, no mesmo período, torna-se mais morosa quando existe a necessidade de levar os alunos para além dos muros escolares para desenvolverem atividades de MM que exigem esse translado.

A segunda categoria, **Dificuldades de interação docente-estudantes**, remete a situações envolvendo diretamente o docente e seu conhecimento, em especial os que extrapolam o contexto do conteúdo matemático específico e linear

⁸ O Linux é um Sistema Operacional, assim como o Windows, no entanto é gratuito. Contudo tem seu manuseio e configurações geralmente diferentes do Windows.

posto no livro didático. Essa categoria foi constituída por três unidades de análise: **Deficiências na formação docente, Dificuldades docentes e Insegurança docente**. Na primeira, apresentamos questões relacionadas à formação, inicial ou continuada, abrangendo situações distintas das ideais esboçadas pelos pesquisadores e sujeitos que participaram das pesquisas selecionadas.

Com relação à questão tecnológica, foram discutidos os conhecimentos contemplados pelo TPACK quanto ao uso pedagógico da tecnologia. Em diversos dos casos apresentados, não houve formação acadêmica formal nesse sentido. Contudo, consideramos que a formação para o trabalho pedagógico com as TDIC contribuiria significativamente para a atenuação de diversas dificuldades apresentadas em relação às tecnologias. Ocorre que, na maioria das vezes, a tecnologia não foi estudada ou, se foi, ocorreu de modo superficial ou teórico, sem a utilização prática de tais recursos.

De maneira similar, essa situação ocorre com a MM, que, muitas vezes, não foi vista ao longo da formação, mas, se foi, ocorreu apenas no campo teórico ou por meio de relatos de situações vivenciadas por outros professores, sem que, durante a formação, o professor efetivamente tenha desenvolvido atividades de MM, especialmente as de caráter mais aberto.

Sem essa formação adequada para tal conjuntura, os professores que priorizam trabalhar com MM e/ou com TDIC recorrem ao YouTube ou a colegas de docência para adquirirem conhecimento e segurança sobre o tema. Ocorre que essas deficiências formativas podem ocasionar desmotivação, insegurança ou até mesmo aversão ao uso de tais recursos.

As dificuldades docentes no preparo ou na execução das aulas, tanto em relação à MM quanto às TDIC, constituem outra unidade de análise. Nela, foram salientados fatos relacionados ao preparo de atividades, em que o docente deve planejar e se preparar para situações inusitadas que possam ocorrer durante o desenvolvimento das aulas. Mesmo assim, pode se deparar com circunstâncias inicialmente não previstas, gerando dificuldades durante o processo de docência, podendo ocorrer, dentre outras possibilidades, a dispersão dos alunos.

Diversas condições se agregam para gerar e/ou ampliar a insegurança docente, que apontamos como a terceira e última unidade de análise que compõe a categoria. Destaca-se a zona de risco, amplamente discutida na literatura, e que pode ser proveniente de diversos fatores, tais como ausência de um planejamento adequado para a aula. Isso pode contribuir para a dificuldade de lidar com

imprevistos oriundos de problemas técnicos inerentes ao computador, *smartphone*, internet, aplicativos ou do contexto socioeconômico e sociocultural em que os alunos estão inseridos. Além desses problemas, o uso de um programa específico pode levar a resultados distintos daqueles esperados pelo professor, devido a algum comando ou clique que extrapole o planejamento e leve a resultados que divergem do esperado. Assim, o professor pode não saber explicar o que está errado, sem um estudo mais aprofundado do que pode ter originado a situação.

Outra causa de insegurança pode estar relacionada à interdisciplinaridade motivada por uma atividade de MM, que toma rumos inesperados e difíceis de serem contemplados pelo planejamento prévio. Mais um fator relevante que contribui para a insegurança é a resistência à mudança, que pode ser causada, entre outros fatores, pelo receio de adentrar a zona de risco e lidar com a possibilidade do desconhecido. Também é possível de o docente ter um posicionamento contrário ao emprego das TDIC ou da MM nas aulas de matemática, justificando a preferência pela manutenção de um ensino tradicional.

Destacamos que existem diversas aproximações entre as dificuldades aqui constatadas em relação às atividades de MM e ao uso de TDIC como ferramentas de ensino. Em ambas as situações, detectamos que essas dificuldades têm como origem o sistema escolar, a insegurança docente em suas diversas formas e as fragilidades da formação inicial e continuada.

Revelamos, portanto, algumas das dificuldades comuns que foram expostas nos trabalhos selecionados a respeito do uso pedagógico das TDIC, bem como no desenvolvimento de atividades de MM. Os apontamentos apresentados possuem relevância prática para o contexto educacional, uma vez que, a partir dessas informações, é possível investigar medidas para minimizar — se não todas — algumas das dificuldades apresentadas, de modo a impactar diretamente as práticas pedagógicas na Educação Básica.

Por fim, embora extrapolem o indicado no objetivo desta pesquisa, optamos por tematizar algumas possibilidades de investigação de ações que possam contribuir para superar as limitações e os obstáculos apontados neste texto. Com relação ao sistema educacional, no quesito rigidez da estrutura escolar, é plausível verificar e propor flexibilizações nos PPP das escolas. Já em relação à infraestrutura, pode-se analisar a viabilidade de distribuir as carteiras de forma distinta das fileiras tradicionais ou de realizar aulas de campo para atividades que

assim necessitem, bem como modos ou caminhos para atualizar a infraestrutura tecnológica das escolas.

Na vertente das dificuldades de interação docente-estudantes, em relação às deficiências na formação docente, podem ser verificadas algumas possibilidades de complementações específicas, as quais podem ocorrer por meio de propostas de formações iniciais e continuadas orientadas a enfrentar problemas como os apontados neste texto. Para contribuir para amenizar as dificuldades docentes, na formação continuada, podem ser trabalhadas questões psicológicas de situações que possam ocorrer ao trabalhar com alunos resistentes a metodologias distintas das que estão acostumados. Sobre a insegurança docente, podem ser realizadas investigações sobre como o complemento na formação poderia contribuir para superar o receio de sair da zona de conforto e minimizar as dificuldades apresentadas na zona de risco, inclusive o enfrentamento de possíveis imprevistos que possam ocorrer ao longo do desenvolvimento das atividades.

Referências

- ALONSO, Katia Morosov. Tecnologias da informação e comunicação e formação de professores: sobre rede e escolas. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 29, n. 104, p. 747-768, especial, out. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v29n104/a0629104.pdf>. Acesso em: abr. 2022.
- ARAÚJO, Jussara de Loiola. *Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática*: as discussões dos alunos. 2002. 180f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, 2002.
- ARAÚJO, Jussara de Loiola. Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37948/28976>. Acesso em jun. 2022.
- ARRUDA, Heloisa Paes de Barros. *Planejamento de aula e o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação*: percepção de docentes do Ensino Médio. 2012. 256 f. Tese (Doutorado em Educação). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Educação. 2012. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/9688>. Acesso em: abr. 2022.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. *Investigação Qualitativa em Educação*. Uma introdução à teoria e aos métodos. Trad. Maria J. Alvez, Sara B. dos Santos e Telmo M. Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.
- BARBOSA, Angela Afonsina de Souza. *Modelagem matemática*: relatos de professores. 2012. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Setor de Ciências Exatas. Curitiba, Paraná: Universidade Federal do Paraná. Disponível em <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/30242>. Acesso em jun. 2022.

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

BELO, Cibelli Batista; BURAK, Dionisio. A Modelagem Matemática na Educação Infantil: uma experiência vivida. *Educação Matemática Debate*, v. 4, n. 10, p. 19, 2020. Disponível em <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7485337>. Acesso em: jun. 2022.

BITTAR, Marilena. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática. *Educar em Revista*, Curitiba, n. Especial (1), 157-171, 2011. Editora UFPR. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/er/nse1/11.pdf>. Acesso em: dez. 2022.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. *Informática e Educação Matemática*. 6. ed. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: abr. 2022.

CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem Matemática: um outro olhar. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 2, p. 33-54, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37940/28968>. Acesso em: mai. 2022.

CARNEIRO, Reginaldo Fernando; PASSOS, Cármem Lúcia Brancaglion. As Concepções de Professores de Matemática em Início de Carreira sobre as Contribuições da Formação Inicial para a Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação. *Bolema*, Rio Claro, v. 23, n. 36, p. 775-800, 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/4040/3278>. Acesso em: abr. 2022.

CEOLIM, Amauri Jersi; CALDEIRA, Ademir Donizeti. Obstáculos e dificuldades apresentados por professores de matemática recém-formados ao utilizarem modelagem matemática em suas aulas na educação básica. *Bolema*, v. 31, p. 760-776, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/i/bolema/a/sSGMDTkmK37JSYHLVsQczLM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em jun. 2022.

COSTA, Vinícius Vieira; MEDEIROS, Miguel Araújo. Concepções de professores do ensino médio sobre a internet. *Anais... VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis. 2009. Disponível em: <http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1003.pdf>. Acesso em: jun. 2022.

COSTA, Daniana; PONTAROLO, Edilson. Aspectos da educação ambiental crítica no ensino fundamental por meio de atividades de modelagem matemática. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 100, p. 149-168, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/i/rbeped/a/mQVQp8thpJMdy9qkjZxVbTD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em jun. 2022.

FERREIRA, Marcello; et al. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/dJv9Vkft6434ffq5tJDPbpM/?lang=pt>. Acesso em jun. 2022.

FORNER, Régis; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. Constituição da práxis docente no contexto da Modelagem Matemática. *Bolema*, v. 34, p. 501-521, 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bolema/a/J8bCFRSYtvthm8HjfWWyDYt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em jun. 2022.

IDEIM, Rita de Cássia; SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues. Tecnologias digitais no ensino e na formação docente segundo a visão de estudantes de licenciatura em matemática. *EccoS–Revista Científica*, n. 56, p. 8501, 2021. Disponível em <https://periodicos.uninove.br/eccos/article/view/8501/8796>. Acesso em mai. 2023.

INEP. *Notas estatísticas censo escolar 2018*. Brasília: MEC, 2019.

JAVARONI, Sueli Liberatti; ZAMPIERI, Maria Teresa. O Uso das TIC nas Práticas dos Professores de Matemática da Rede Básica de Ensino: o projeto Mapeamento e seus desdobramentos. *Bolema*, v. 29, p. 998-1022, 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bolema/a/RVsdSzYqRdpNLx8Vht3mcMS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em jun. 2022.

LIZ, Lucilene Lisboa; QUAREZEMIN, Sandra. Formação de professores dos anos iniciais da Educação Básica na modalidade EaD: ensino de língua materna e a influência das Tecnologias da Informação e Comunicação. *Educar em Revista*, p. 173-190, 2014. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/er/a/CDHpDCFkv5FzG86Qwghr95H/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em jun. 2022.

LOPES, Maria Maroni. Sequência didática para o ensino de trigonometria usando o software GeoGebra. *Bolema*, v. 27, n. 46, p. 631-644, 2013. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bolema/a/7jbBvcDtcR7tG7qGYwXzMQM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em jun. 2022.

LOPES, Rosemara Perpetua; FÜRKOTTER, Monica. Formação inicial de professores em tempos de TDIC: uma questão em aberto. *Educação em Revista*, v. 32, p. 269-296, 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/edur/a/n45nDkM4vvsHxGw9tgCnxph/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em jun. 2022.

MACIEL, Kayque Henrique; CIBOTTO, Rosefran Adriano Gonçales; CEOLIM, Amauri Jersi. Uso pedagógico das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC): formação inicial e percepções de licenciandos em matemática da Unespar. *Revista Paranaense de Educação Matemática*, v. 9, n. 19, p. 308–329, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/rpem/article/view/6220/4243>. Acesso em jun. 2022.

MAGNUS, Maria Carolina Machado. *Modelagem Matemática em sala de aula: principais obstáculos e dificuldades em sua implementação*. 121f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. *Análise Textual Discursa*. 2 ed. rev. Ijuí. Editora Unijuí, 2011.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. São Paulo: Papirus, 2001.

PERALTA, Helena; COSTA, Fernando Albuquerque. Competência e confiança dos professores no uso das TIC. Síntese de um estudo internacional. **Sísifo**, n. 3, p. 77-86, 2016. Disponível em <http://sisifo.ie.ulisboa.pt/index.php/sisifo/article/view/63/82>. Acesso em: jun. 2022.

PIRES, Magna Natalia Marin; SILVA, Karina Alessandra Pessoa; GOMES, Joice Caroline Sander Pierobon. Formação de professoras dos anos iniciais em Modelagem Matemática. **Sisyphus-Journal of Education**, v. 9, n. 2, p. 154-180, 2021. Disponível em <https://www.redalyc.org/journal/5757/575769046008/575769046008.pdf>. Acesso em: abr. 2023.

SANT'ANA, Claudinei de Camargo; AMARAL, Rúbia Barcelos; BORBA, Marcelo de Carvalho. O uso de softwares na prática profissional do professor de matemática. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 03, ago. 2012. Disponível em <http://educa.fcc.org.br/pdf/ciedu/v18n03/v18n03a03.pdf>. Acesso em: nov. 2022.

SANTOS, L. M. M.; BISOGNIN, V. **Experiências de ensino por meio da Modelagem Matemática na educação fundamental**. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A.D.; ARAÚJO, J. L. Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007.

SCHUHMACHER, Vera Rejane Niedersberg; ALVES FILHO, José de Pinho; SCHUHMACHER, Elcio. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 23, p. 563-576, 2017. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/ciedu/v23n3/1516-7313-ciedu-23-03-0563.pdf>. Acesso em: mai. 2022.

SILVA, Guilherme Henrique Gomes da; PENTEADO, Miriam Godoy. Geometria dinâmica na sala de aula: o desenvolvimento do futuro professor de matemática diante da imprevisibilidade. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 19, n. 2, p. 279-292, 2013. Disponível em <http://educa.fcc.org.br/pdf/ciedu/v19n02/v19n02a04.pdf>. Acesso em: mai. 2022.

SILVA, Juarez Bento; BILESSIMO, Simone Meister Sommer; MACHADO, Letícia Rocha. Integração de tecnologia na educação: proposta de modelo para capacitação docente inspirada no TPACK. **Educação em Revista**, v. 37, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/gzgFdTsmv9vGmKNQnFPQLQF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: mai. 2022.

SILVA, Raquel Silveira; NOVELLO, Tanise Paula. O uso das tecnologias digitais no ensinar matemática: recursos, percepções e desafios. **RELACult-Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 6, n. 4, 2020. Disponível em: <https://periodicos.claec.org/index.php/relacult/article/download/1733/1159>. Acesso em: mai. 2022.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação crítica**: incerteza, matemática, responsabilidade. Tradução de Maria Aparecida Viggiani Bicudo. São Paulo: Cortez, 2007.

SKOVSMOSE, Ole; PENTEADO, Miriam Godoy. **Riscos trazem possibilidades**. In: SKOVSMOSE, O. Desafios da reflexão em Educação Matemática Crítica. São Paulo: Ed. Papirus, 2008. p. 41-50.

SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho; SANTO, Adilson Oliveira do Espírito. Alfabetização científica em ambiente de Modelagem Matemática. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, v. 5, n.1, 2017. Disponível em <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/5334/3532>. Acesso em: set. 2022.

TARDIF, Maurice; LESSARD Claude. **O trabalho docente**: Elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. 7. ed. Petrópolis-RJ: Vozes, 2005.

VASCONCELOS, Carlos Alberto; SANTOS, Josiane Cordeiro de Sousa. Contribuições das Tecnologias da Informação e Comunicação à prática dos professores de Matemática. **Com a Palavra, o Professor**, v. 6, n. 16, p. 205-228, 2021. Disponível em <http://revista.geem.mat.br/index.php/CPP/article/view/575>. Acesso em: abr. 2023.

VILANOVA, Ariane Delitti. **Sala de aula invertida versus sala de aula tradicional**: ensaio randomizado controlado no curso de Técnico de enfermagem. Dissertação de Mestrado. 2021. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/204092>. Acesso em: mai. 2022.

Submetido em dezembro de 2023

Aceito em junho de 2024.