



UMA DISCUSSÃO SOBRE OS ASPECTOS METODOLÓGICOS DAS INVESTIGAÇÕES EM MODELAGEM MATEMÁTICA DO XI EPREM

Leoni Malinoski Fillos - UNICENTRO

Joanice Zuber Bednarchuk - UEPG

Priscila Dombrovski Zen - UNICENTRO

Karla Nadal - UNICENTRO

Dionísio Burak - UNICENTRO

Resumo: O artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo analisar os aspectos metodológicos desenvolvidos nos trabalhos de Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática, publicados no XI Encontro Paranaense de Educação Matemática - EPREM/2011. Com abordagem qualitativa, a pesquisa adotou a análise de conteúdo (BARDIN, 2009) para tratar os dados coletados, que foram ordenados a partir do *software* ATLAS.ti. As categorias que emergiram no processo possibilitaram responder ao seguinte questionamento: *O que evidenciam os trabalhos do XI EPREM, em relação ao referencial metodológico, ao delineamento e coleta de dados das investigações em Modelagem Matemática?* Os resultados apontam o predomínio de pesquisas qualitativas e descritivas, prevalecendo, quanto aos procedimentos técnicos, as modalidades de pesquisa-ação e bibliográfica. Os instrumentos de coleta de dados mais expressivos são os registros de alunos e professores, pois a maior parte se fundamenta em situações de ensino e aprendizagem. Percebe-se, ainda, na maioria dos trabalhos, que aspectos considerados elementares na apresentação de trabalhos científicos não vêm sendo observados pelos pesquisadores, como o detalhamento da metodologia da pesquisa.

Palavras-chave: Educação Matemática. Modelagem Matemática. Pesquisa Científica. Procedimentos Metodológicos.

Introdução

A Modelagem Matemática (MM) é um campo de estudos que tem suscitado o interesse de muitos pesquisadores no Brasil e no exterior e tem ampliado consideravelmente produções em âmbito acadêmico. Diversas áreas do conhecimento como a Biologia, a Física, a Química, a Engenharia, a Economia e a própria Matemática têm se fundamentado nos pressupostos teóricos e metodológicos da Modelagem Matemática para testar hipóteses, provar teorias, formular leis, buscar verdades.

Em linhas gerais, a Modelagem Matemática pode ser entendida como o uso de modelos matemáticos para a resolução de problemas reais. Ou seja, significa buscar

representações matemáticas para uma situação real, procurando interpretá-la e entendê-la, na tentativa de resolver problemas relacionados à situação (ARAÚJO, 2009).

No setor educacional, as potencialidades da Modelagem Matemática como metodologia vêm sendo bastante discutidas e testadas nos diferentes níveis de ensino. Diversos professores e pesquisadores ligados à Educação Matemática defendem que tal metodologia propicia um ensino da Matemática mais dinâmico, mais vivo e mais significativo (BARBOSA, 2004; BURAK, 2005; BASSANEZI, 2006), possibilitando ao estudante “tornar-se **um buscador** mais do **que seguidor**, aquele em permanente busca do conhecimento, de novos campos, novas visões, que interroga, discute, reflete e, forma suas convicções” (BURAK, 2010, p. 19).

É importante destacar que a produção de pesquisas sobre as ações pedagógicas de MM em nível nacional vem conquistando espaço no campo científico há mais de 30 anos. Tal fato pode ser constatado no grande número de relatos de experiências e investigações científicas apresentados em eventos da Educação Matemática, de publicações de artigos em periódicos e no crescente interesse de professores por cursos da área.

Tomando como parâmetro as produções do XI Encontro Paranaense de Educação Matemática (XI EPREM), por exemplo, pode-se verificar que dos 88 trabalhos aprovados pela comissão científica e publicados nos anais do evento, quatorze trabalhos (16%) foram inscritos na linha de pesquisa Modelagem Matemática - um número expressivo, considerando o total de 10 linhas de pesquisa. Eventos específicos sobre Modelagem Matemática, como a Conferência Nacional de Modelagem Matemática (CNMEM) e o Encontro Paranaense de Modelagem Matemática (EPMEM) têm atraído cada vez mais o interesse de pesquisadores e professores, revelando o fortalecimento dessa área no âmbito da Educação Matemática.

Neste artigo, nosso interesse está voltado para os trabalhos sobre Modelagem Matemática publicados nos anais do XI EPREM, a última edição do evento, realizada em Apucarana (PR), de 15 a 17 de setembro de 2011. O objetivo é apresentar um panorama dos referenciais metodológicos, delineamentos e procedimentos de coleta de dados das pesquisas sobre MM, descrevendo, analisando e interpretando estes elementos dos artigos publicados.

A reflexão neste estudo não se restringe somente ao âmbito dos referenciais metodológicos das pesquisas em Modelagem Matemática, mas abrange as implicações da utilização dessa tendência para o ensino e aprendizagem dos conceitos matemáticos na perspectiva das pesquisas em Educação Matemática.

Para o tratamento dos dados utilizamos a análise de conteúdo, apoiados pelo *software* ATLAS.ti, que permitiu a identificação e organização dos padrões de asserções de interesse à

questão norteadora da pesquisa: *O que evidenciam os trabalhos do XI EPREM, em relação ao referencial metodológico, delineamento e coleta de dados das investigações em Modelagem Matemática?*.

Investigações dessa natureza são importantes para o avanço nas discussões sobre Modelagem Matemática e para a melhor compreensão das pesquisas na área, uma vez que, conforme indicam Bicudo e Klüber (2012, p. 03), a Modelagem é uma área em consolidação que necessita de “compreensão das concepções assumidas e das práticas educacionais desenvolvidas”, bem como de um olhar mais refinado sobre as produções que vem sendo realizadas, para uma teorização mais abrangente e o contínuo aprimoramento das pesquisas. A relevância está também na necessidade de se fomentar uma reflexão crítica sobre o rigor metodológico e a qualidade das produções científicas na área.

Autores como André (2001) e Silva (1998) apontam que dimensões tácitas assumidas em alguns trabalhos concernentes aos aportes teórico-metodológicos da investigação acabam fragilizando o rigor e a qualidade das pesquisas segundo os critérios de cientificidade na avaliação. Podemos inferir que essa situação, muitas vezes, é subjetiva à concepção que se tem de pesquisa.

Pesquisas científicas: discussões sobre os procedimentos metodológicos

Adotada como instrumento de criação e de indagação da realidade, a pesquisa científica vem sendo amplamente discutida nos meios acadêmicos; nas ciências humanas, como na educação e, em particular, no âmbito da Educação Matemática (GIL, 2009, BICUDO, 1993, 2006; DEMO, 1997; FIORENTINI, LORENZATO, 2009).

A expressão, em geral, está associada a vários outros termos como busca, esclarecimento, descoberta, problemática, análise, explicação. Trata-se de uma situação exclusiva, que reúne o pensamento e a ação de uma pessoa, ou de um grupo, no esforço de elaborar o conhecimento de aspectos da realidade. Esse conhecimento deve, portanto, ser “fruto da curiosidade, da investigação, da inquietação, da inteligência e da atividade investigativa dos indivíduos, a partir e em continuação do que já foi elaborado e sistematizado anteriormente” (LÜDKE, ANDRÉ, 1986, p.2).

Seja qual for a área de estudo ou a concepção de ciência assumida pelo pesquisador, interrogação, cuidado, rigor, sistematicidade são aspectos essenciais da pesquisa. Atitudes de respeito e de compromisso à luz dos significados que estão sendo elaborados no contexto social são princípios éticos que também jamais devem ser descartados (BICUDO, 1993).

É importante, nessa perspectiva, que o pesquisador situe em que campo se insere seu trabalho, de onde se originam seus pressupostos teóricos e metodológicos, como coletou os dados, à luz de qual referencial procedeu a análise e a que resultados chegou, a fim de que não incorra no risco de exercer uma prática de pesquisa alienada (SILVA, 1998).

É necessário que o pesquisador, muito mais do que saber defender sua posição metodológica em oposição a outras, saiba que existem diferentes lógicas de ação em pesquisa e que o importante é manter-se coerentemente dentro de cada uma delas. Além disso, é necessário que o pesquisador saiba explicitar em seu relato de pesquisa a sua opção metodológica e todo procedimento desenvolvido na construção de sua investigação e os quadros de referência que o informam (SILVA, 1998, p. 159).

Nesse sentido, André (2001), referindo-se à pesquisa educacional, defende a necessidade de se rever e analisar criticamente o que vem sendo produzido, na busca de caminhos para seu contínuo aprimoramento. Para a autora, várias revisões de pesquisas têm apontado a fragilidade metodológica dos estudos, sendo, portanto, imperativo, “como tarefa coletiva, o estabelecimento de critérios para avaliar as pesquisas da área, apresentá-los publicamente, ouvir críticas e sugestões, mantendo um debate constante sobre eles” (p. 63).

Nessa perspectiva, discute-se a seguir sobre a classificação das pesquisas quanto ao delineamento (natureza, objetivos e procedimentos técnicos) e principais instrumentos de coleta de dados. Importante ressaltar que tal classificação e procedimentos, de acordo com a literatura, não se apresentam como únicos, sendo aqui adotados aqueles que agrupam principalmente as ideias de Bicudo (2006), Bardin (2009), Gil (2009) e Fiorentini e Lorenzato (2009).

Quanto à natureza das pesquisas

Quanto à natureza, as pesquisas, em geral, classificam-se em três grupos: qualitativa, quantitativa e quali-quantitativa.

O quantitativo, segundo Bicudo (2006), tem a ver com o objetivo passível de ser mensurável. Carrega consigo a base do paradigma positivista em que são destacados pontos relevantes como a racionalidade, o método, a objetividade e a definição de conceitos. Esta modalidade de pesquisa busca traduzir opiniões e informações em números para classificá-las e analisá-las. “Funda-se na frequência de aparição de determinados elementos da mensagem”, obtendo dados descritivos através de um método estatístico (BARDIN, 2009, p. 140).

Já o qualitativo “engloba a ideia do subjetivo, passível de expor sensações e opiniões” (BICUDO, 2006, p. 106). Engloba também percepções de diferenças e semelhanças, não

sendo aplicável a ele a noção de rigorosidade, pois aos dados faltam precisão e objetividade. Para Bardin (2009, p. 141), a pesquisa qualitativa “é válida, sobretudo, na elaboração das deduções específicas sobre um acontecimento ou uma variável de inferência precisa, e não em inferências gerais”.

A pesquisa quali-quantitativa, como o próprio nome indica, representa a combinação das duas modalidades. Requer, portanto, o uso de recursos e de técnicas estatísticas, porém não abdica da interpretação dos fenômenos e da atribuição de significados aos dados.

Quanto aos objetivos da pesquisa

Gil (2009) classifica as pesquisas quanto aos objetivos em exploratórias, descritivas e explicativas.

A pesquisa exploratória é vista como o primeiro passo de um trabalho científico. Tem por finalidade possibilitar melhor familiarização sobre um assunto, provocar a construção de hipóteses e permitir a delimitação de uma temática e de seus objetivos, tornando o problema mais explícito. Em geral, envolve levantamento bibliográfico, entrevistas, aplicação de questionários ou estudo de caso.

Já a pesquisa é considerada descritiva quando o pesquisador busca observar, registrar, analisar, classificar e interpretar os fatos, sem interferir neles. Tem como objetivo principal descrever as características de um evento ou população e descobrir, com precisão, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com os outros, sua natureza e peculiaridades.

Na pesquisa explicativa “o pesquisador procura explicar as causas dos problemas ou fenômenos, isto é, busca o porquê das coisas”, comumente apoiando-se numa investigação do tipo descritiva ou exploratória (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p. 70). Assim, além de registrar, analisar e interpretar os fenômenos, nessa modalidade de pesquisa ele tem como preocupação identificar os fatores que determinaram ou contribuíram para a ocorrência dos fenômenos.

Quanto aos procedimentos técnicos

Com base nos procedimentos técnicos utilizados no desenvolvimento, Gil (2009) classifica uma pesquisa como bibliográfica, documental, experimental, *ex-pos-facto*, levantamento, estudo de campo, estudo de caso, pesquisa-ação e pesquisa participante.

Segundo o autor, a pesquisa bibliográfica busca explicar um problema a partir de referências teóricas já publicadas, constituída principalmente de livros, monografias, teses e

publicações periódicas, como jornais e revistas. Tem por intuito possibilitar o conhecimento e a análise das contribuições culturais ou científicas existentes sobre um determinado assunto, permitindo ao pesquisador a cobertura mais ampla de uma gama de fenômenos.

A pesquisa documental é muito parecida com a bibliográfica. Elas se diferem pela natureza das fontes, pois a documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico como documentos de arquivos, atas de reuniões, relatórios, boletins, jornais, gravações, pareceres, fotografias, entre outros documentos (GIL, 2009).

Já a pesquisa experimental caracteriza-se “pela realização de ‘experimentos’ que visam verificar a validade de determinadas hipóteses em relação a um fenômeno ou problema” (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p. 104). Pode ser realizada em laboratório ou não, onde se manipulam certas variáveis e se verificam seus efeitos sobre outras.

Na pesquisa tipo *ex-pos-facto* o experimento é realizado depois dos fatos, buscando-se identificar situações que se desenvolveram de forma natural. O pesquisador não tem controle sobre as variáveis e precisa localizar grupos de indivíduos que sejam bastante semelhantes entre si, isto é, que tenham aproximadamente a mesma idade, as mesmas condições de saúde, que pertençam à mesma classe social, entre outros (GIL, 2009).

No levantamento realizam-se questionamentos diretamente às pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. As informações são captadas por meio de instrumentos que possibilitam a realização de análise quantitativa, cujas conclusões podem ser projetadas para um universo mais amplo. Quando apenas algumas pessoas do universo pesquisado são escolhidas de acordo com um critério, temos um levantamento por amostragem ou estatístico. O censo demográfico representa um estudo tipo levantamento.

Já no caso em que se procura aprofundar uma realidade específica, a pesquisa é dita estudo de campo. Esta modalidade focaliza uma comunidade, que pode ser de trabalho, de estudo, de lazer ou outra atividade. O pesquisador tem, ele mesmo, uma experiência direta com a situação de estudo (GIL, 2009).

Outro tipo de pesquisa é o estudo de caso. Para Gil (2009, p. 54), essa modalidade consiste no “estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, com contornos claramente definidos, permitindo seu amplo e detalhado conhecimento”. Busca, portanto, retratar a realidade de forma intensa e mais completa possível, enfatizando a interpretação ou análise do objeto, no contexto em que se encontra. Este estudo caracteriza-se por grande flexibilidade, sendo impossível estabelecer um roteiro rígido que determine com precisão como deverá ser desenvolvida a pesquisa.

Na pesquisa-ação, segundo Fiorentini e Lorenzato (2009, p. 112), “o pesquisador se introduz no ambiente a ser estudado não só para observá-lo e compreendê-lo, mas, sobretudo, para mudá-lo em direções que permitam a melhoria das práticas e maior liberdade de ação e de aprendizagem dos participantes”. Para os autores, este tipo de pesquisa está centrado na reflexão-ação e apresenta-se como “transformadora, libertadora, provocando mudança de significados” (p. 112).

Por fim, temos a observação participante, também conhecida por pesquisa etnográfica. Essa modalidade “caracteriza-se pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas” (GIL, 2009, p. 55). Envolve a participação do pesquisador com registro das observações, procurando não interferir no ambiente de estudo. “A coleta de dados é realizada junto aos comportamentos naturais das pessoas quando essas estão conversando, ouvindo, trabalhando, estudando em classe, brincando, comendo...”, pressupondo um grande envolvimento do pesquisador na situação (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p. 107).

Instrumentos de coleta de informações

Ao orientar o desenvolvimento da pesquisa na busca de novos conhecimentos e possibilitar o processo de validação dos objetivos em relação à abordagem do objeto de estudo, o método define as técnicas e/ou instrumentos que serão utilizados para a coleta dos dados.

Um dos instrumentos recorrente para as investigações sobre a Modelagem Matemática, no âmbito da Educação Matemática, é a observação ou diário de campo ou de bordo, por abranger duas perspectivas: descritiva e interpretativa, enquanto o observador/pesquisador imprime suas reflexões.

O diário “é um dos instrumentos mais ricos de coleta de informações”. Tem como objetivo registrar de maneira detalhada e sistematizada, os acontecimentos, as rotinas e as conversas que contribuirão no processo de análise das ocorrências observadas (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p.118).

Outro instrumento, considerado tradicional na coleta de informações, é o questionário. Embora, sua restrição seja apontada pelas pesquisas de abordagem qualitativa, é utilizado como complementar à entrevista.

Já a entrevista constitui-se como um instrumento flexível, constantemente presente nas pesquisas educacionais, pois:

o pesquisador, pretendendo aprofundar-se sobre um fenômeno ou questão específica, organiza um roteiro de pontos a serem contemplado durante a

entrevista, podendo, de acordo com o desenvolvimento da entrevista, alterar a ordem dos mesmos e, inclusive, formular questões não previstas inicialmente (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p. 121).

O desenvolvimento de uma investigação associa-se a uma sequência de momentos ordenados, compreendidos pela definição metodológica e determinados pelos procedimentos de coleta de dados que encaminham a interpretação das informações colhidas, a análise. (FIORENTINI; LORENZATO, 2006).

Etapas e procedimentos de nossa investigação

Esta pesquisa, de natureza qualitativa e de caráter exploratório e bibliográfico, faz parte de um projeto mais amplo desenvolvido na disciplina de Tópicos Especiais em Educação Matemática do Programa de Mestrado em Educação da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). A disciplina foi ministrada ao longo do segundo semestre de 2011, suscitando reflexões sobre os pressupostos teórico-metodológicos da Modelagem Matemática e sobre produções científicas da área, focadas na Educação Matemática.

Para uma análise mais detalhada das produções no Paraná, propôs-se no decorrer das aulas, um estudo das comunicações científicas e relatos de experiência publicados nos anais do XI EPREM, evento expressivo que ocorre bienalmente no estado e que discute, dentre outros temas de relevância, a Modelagem Matemática (MM).

O processo de análise dos artigos esteve ancorado nos pressupostos da *análise de conteúdo*, que se baseia em operações de desmembramento do texto em unidades. Trata-se de

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção [...] destas mensagens (BARDIN, 2009, p. 44).

Bardin (2009) enfatiza que a análise de conteúdo tem por objetivo a manipulação de mensagens (conteúdo e expressão desse conteúdo), para evidenciar os indicadores que permitam inferir sobre uma outra realidade que não a da mensagem. A partir de leituras minuciosas dos textos, buscam-se elementos comuns e divergentes, que possibilitam estabelecer relações e promover compreensões acerca do objeto de estudo.

Para facilitar a análise e não haver repetições dos títulos dos trabalhos relacionamos inicialmente os artigos da seguinte maneira: número do artigo (de 01 a 14) e RE ou CC, conforme se enquadrem na modalidade de relato de experiência ou comunicação científica.

Quadro 1: trabalhos analisados

Código	Título do trabalho
01RE	Uma nota sobre MM no ensino de Matemática
02RE	O tabagismo: uma abordagem por meio da MM
03RE	MM: uma experiência no curso de formação de professores para as séries iniciais
04RE	O uso de vídeos como instrumento pedagógico de apoio às atividades de MM
05RE	Contribuições da MM no ensino de funções
06RE	MM empregada na obtenção de alturas inacessíveis: relato de tarefa aplicada aos alunos do Ensino Médio
07RE	MM na sala de aula: a questão do currículo
08CC	MM e perspectiva sócio-crítica: uma proposta de atividade
09CC	Um olhar sobre os trabalhos do IV EPMEM à luz das perspectivas de Kaiser e Sriraman para a MM
10CC	MM e interdisciplinaridade na Educação Básica: relações possíveis
11CC	A MM nos anos iniciais do Ensino Fundamental
12CC	MM e meio ambiente: uma proposta de conscientização nas aulas de Matemática
13CC	Aspectos epistemológicos da previsão de fenômenos: um estudo usando a MM
14CC	A “realidade” em uma atividade de Modelagem

Assim, após a constituição do *corpus* (BARDIN, 2009), ou seja, a identificação das produções relativas à Modelagem Matemática do XI EPREM, a turma, composta por 13 alunos, foi dividida em quatro grupos, cabendo a cada grupo analisar três ou quatro artigos e identificar as expressões e frases concernentes a elementos descritivos, definidos como núcleos.

Essa fase da análise, Bardin (2009) identifica como codificação, quando os dados brutos são transformados sistematicamente, segundo regras precisas, em unidades, permitindo ao pesquisador atingir uma descrição exata das características relacionadas ao conteúdo.

Para a autora (2009, p. 130), o primeiro recorte realizado no texto é a **unidade de registro**, que “corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial”. São exemplos a palavra, o tema, o objeto, o personagem, o acontecimento e o documento.

Assim, as unidades de registro (categorias) utilizadas na análise dos 14 trabalhos foram as seguintes: problema, objetivo, objeto, referenciais, procedimento, delineamento, autores, coleta, análise e resultados.

Definidas tais unidades, para a organização dos códigos de forma rigorosa, os grupos utilizaram o *software* ATLAS.ti, uma ferramenta tecnológica que possibilita a análise de um

grande número de dados de forma concisa e detalhada, criando teias de dados que permitem a identificação de padrões ou repetições de interesse.

O ATLAS.ti é um aplicativo para a análise qualitativa de dados (textos, imagens ou sons). As unidades de análise (ou categorias) que o *software* possibilita são unidades de informação que podem ser processos, ações ou interações entre indivíduos. “A sigla ATLAS vem do alemão, *Archiv fuer Technik, Lebenswelt und Alltagsprache*, e pode ser traduzida para o português como ‘arquivo para tecnologia, o mundo e a linguagem cotidiana’, assim como a sigla TI expressa o termo interpretação de texto” (MENDONÇA; MELO; PADILHA, 2011, p. 16675).

Para proceder a codificação dos artigos, cada grupo selecionou nos textos os trechos relevantes que indicam a ocorrência das unidades de registro estabelecidas, que o *software* denomina citação (*quotes*). A referência da citação é formada então pelo número do documento onde está localizada, seguido do seu número de ordem dentro do documento. Assim, por exemplo, o código da décima citação do artigo 03RE, ficou identificado como 3:10.

Realizada a codificação dos artigos, cada grupo passou a analisar independentemente um dos elementos constitutivos de um trabalho científico: (1) objetivos, (2) referencial teórico, (3) aspectos metodológicos (abordagens, delineamento das pesquisas e análise de dados) e (4) resultados das investigações, indicadas pelos autores das publicações consideradas. Coube ao nosso grupo a descrição e análise criteriosa do item 3, para o qual elaboramos a questão norteadora: *O que evidenciam os trabalhos do XI EPREM, em relação ao referencial metodológico, delineamento e coleta de dados das investigações em Modelagem Matemática?*.

Na busca de respostas para tal questão, passamos a estabelecer as **unidades de contexto**. Tais unidades, segundo Bardin (2009, p. 133), correspondem aos segmentos das mensagens, cujas dimensões “servem de unidades de compreensão para codificar a unidade de registro”. Representam as unidades superiores às unidades de registro, identificadas nos artigos de acordo com suas abordagens metodológicas, ou seja, quanto à natureza, objetivos e procedimentos técnicos utilizados nas pesquisas e quanto à coleta de dados (questionário, entrevistas, diário de bordo, etc.).

Como o ATLAS.ti apresenta a vantagem de agilizar e facilitar o processo de análise, padronizando e vinculando citações aos códigos e possibilitando a fusão das etapas realizadas por diferentes pesquisadores, tínhamos já desenvolvida uma relação entre códigos (famílias), por meio de uma representação gráfica (*networks*). Passamos então a analisar somente as que

estavam vinculadas às famílias: delineamento e coleta dos dados, obtendo, ao final do processo, o seguinte quadro.

Quadro 2: Procedimentos de pesquisa

CÓDIGOS	UNIDADES DE REGISTRO (1ª convergência)	UNIDADES DE CONTEXTO (2ª convergência)		SUBCÓDIGOS
1:1, 1:3, 1:6, 2:1, 2:2, 2:3, 2:4, 2:5, 2:7, 2:8, 3:1, 3:2, 3:5, 3:6, 3:9, 4:1, 4:2, 4:3, 4:6, 4:10, 5:1, 5:3, 5:4, 5:5, 5:7, 5:8, 6:1, 6:2, 6:4, 6:5, 7:8, 7:9, 7:14, 8:2, 8:2, 8:3, 8:5, 9:1, 9:3, 10:1, 10:2, 10:3, 10:4, 10:5, 11:1, 11:2, 11:3, 11:4, 11:6, 11:7, 12:1, 12:2, 12:3, 12:6, 13:1, 13:2, 13:3, 13:4, 14:1, 14:2, 14:4, 14:5, 14:8,	Delineamento	Quanto à natureza das pesquisas	Qualitativa	1:3, 2:4, 2:3, 3:5, 3:9, 5:4, 5:7, 6:2, 7:9, 8:3, 9:1, 10:4, 11:3, 11:7, 12:6, 13:4, 14:4, 14:5
			quanti/qualitativa	2:7, 4:1,
		Quanto ao objetivo das pesquisas	Exploratória	3:6, 8:5, 11:2, 11:4, 12:1, 13:2, 13:3,
			Descritiva	1:1, 2:8, 3:1, 4:2, 4:6, 5:3, 6:5, 7:14, 14:1, 14:8
			Explicativa	2:1, 8:2, 10:5,
		Quanto aos procedimentos técnicos	Bibliográfica	4:3, 5:1, 5:5, 6:1, 8:2, 9:3, 10:1, 10:2, 10:3, 12:2, 12:3, 13:1,
			Estudo de campo	2:2, 2:5, 7:8, 11:1, 11:6,
			Participante	14:2
			Pesquisa-ação	1:6, 3:2, 4:10, 5:8, 6:4,
		1:2, 1:4, 1:5, 1:7, 2:9, 3:3, 3:4, 3:7, 3:8, 4:4, 4:5, 4:7, 4:8, 4:9, 5:2, 5:6, 5:9, 6:3, 6:6, 6:7, 7:12, 8:4, 9:4, 10:6, 11:5, 11:8, 12:4, 12:5, 13:5, 14:3, 14:6, 14:7,	Coleta	Questionário
Entrevista				2:9, 11:8
Observação/diário				1:2, 1:4, 1:5, 3:3, 3:8, 4:4, 4:9, 6:3, 6:7, 8:4, 10:6, 14:3,
Registros (professores e alunos)				1:7, 3:4, 6:6, 7:12, 11:5, 14:6, 14:7
Outros				9:4, 12:4, 12:5, 13:5

Análise dos dados

Os aspectos específicos do estudo e a elaboração do quadro de convergências nos auxiliaram no encaminhamento da análise da abordagem metodológica dos artigos e possibilitam a melhor compreensão das implicações e dos desafios para a consolidação da MM como perspectiva de ensino e de aprendizagem da Matemática.

Conforme pode ser observado no Quadro 3, há predominância de pesquisas de natureza qualitativa nos trabalhos analisados no XI EPREM. Tais estudos são realizados, em

geral, a partir de descrições detalhadas de situações, eventos, interações e comportamentos, e por meio de compreensões de citações literais do que as pessoas falam, suas atitudes, crenças e pensamentos.

Quadro 3: delineamento quanto à natureza das pesquisas

Delineamento quanto à natureza	Frequência	Percentual (%)
Quantitativa	-	-
Qualitativa	13	92,8
Quanti-qualitativa	01	7,2
Total	14	100

A pesquisa qualitativa, segundo Borba (2004), tem ganho vulto na Educação Matemática, sendo que praticamente só esta modalidade de pesquisa é desenvolvida. Isso não quer dizer que nas pesquisas educacionais ignoram-se dados do tipo quantitativo. Quer dizer que estes dados são coletados e analisados de forma crítica, buscando-se compreender o que os números dizem acerca das suposições das pessoas que os usam e os compilam.

Isso pode ser constatado no artigo 11CC - explícito no texto como de natureza qualitativa - no qual os autores buscam interpretar aspectos quantitativos relacionados a dois cursos de formação continuada, desenvolvidos na perspectiva da MM. Tais cursos foram realizados entre os anos de 2008 e 2009. Neles se inscreveram 72 e 30 professores respectivamente, dos anos iniciais do Ensino Fundamental da Rede Municipal de Curitiba. Dados como a redução no número de profissionais interessados em participar do curso da primeira para a segunda edição e o valor quantitativo das manifestações dos professores na avaliação dos cursos foram tomados como objeto de análise pelos autores.

No que concerne aos **objetivos das pesquisas**, entendemos que a maioria dos artigos se enquadra na modalidade de pesquisa descritiva, conforme expressamos no quadro a seguir:

Quadro 4: delineamento quanto aos objetivos das pesquisas

Delineamento quanto aos objetivos	Frequência	Percentual (%)
Exploratória	04	28,6
Descritiva	08	57,1
Explicativa	02	14,3
Total	14	100

Dos artigos analisados, 50% enquadram-se nos anais do evento como relato de experiência, ou seja, na modalidade de pesquisa cujo texto busca delinear uma experiência já realizada e documentada, com detalhes de todo o desenvolvimento e com reflexões do autor. Classificamos, portanto, os relatos de experiência como pesquisa descritiva. Caracterizamos também como descritiva a comunicação CC14 que buscou descrever e analisar uma atividade com MM desenvolvida em um curso de Licenciatura em Matemática.

Segundo Bicudo e Klüber (2012, p. 16), análises realizadas em trabalhos com Modelagem Matemática revelam que pesquisas envolvendo o ensino e a aprendizagem da Matemática são cada vez mais frequentes e apontam para a busca de melhores compreensões sobre modos de se trabalhar com essa metodologia.

Nessa direção, são efetuadas investigações sobre as características do ambiente de ensino em que a MM floresce e permite florescer, trazendo tanto as modalidades de relacionamentos que se estabelecem entre os integrantes da situação de aprendizagem, quanto os contextos científicos, históricos e sociais evidenciados, em que os problemas tratados adquirem significado para alunos e professores envolvidos.

Dos artigos aprovados na modalidade de comunicação científica, que expressam uma pesquisa concluída ou em andamento, entendemos que quatro são investigações exploratórias, porque têm como objetivo proporcionar maior familiaridade do pesquisador com a temática, como é o caso da pesquisa 11CC. Os estudos que apresentam uma proposta de atividade envolvendo a MM (08CC, 12CC e 13CC) também classificamos como exploratórios.

Outros 14,2% dos artigos consideramos como pesquisas explicativas, pois o interesse principal do estudo foi explicar o processo por meio das interrelações entre as categorias e propriedades encontradas. Adequamos o artigo 09CC nessa modalidade, pois os autores realizam uma análise dos trabalhos publicados nos anais do IV EPMEM – Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática, visando uma classificação em relação às perspectivas de MM enunciadas por Kaiser e Sriraman (2006). Também a comunicação 10CC, pois os autores buscam compreender, explicitar e estabelecer algumas relações entre a Interdisciplinaridade e a MM, a partir da explicação dos temas.

Quanto aos **procedimentos técnicos** utilizados pelos autores, após interpretação dos artigos, encontramos quatro formas de delineamento: pesquisas bibliográficas, estudo de campo, participante e pesquisa-ação.

Quadro 5: delineamento quanto aos procedimentos técnicos

Delineamento quanto aos procedimentos técnicos	Frequência	Percentual (%)
Bibliográfica	5	35,7
Estudo de campo	3	21,5
Participante	1	7,1
Pesquisa-ação	5	35,7
Total	14	100

As análises realizadas indicam que as intenções das pesquisas bibliográficas nos trabalhos sobre MM no XI EPREM foram: realizar análise dos trabalhos publicados nos anais de outros eventos (09CC), estabelecer relações entre a MM e Interdisciplinaridade (10CC) e apresentar uma proposta de atividade (08CC, 12CC e 13CC).

Já as pesquisas 02RE, 07RE e 11CC buscaram o aprofundamento das propostas estudando um único grupo: a primeira, o grupo de fumantes entre os funcionários de uma prefeitura e, as outras, um grupo de professores. Classificamos tais investigações como estudo de campo, pois os dados foram coletados *in loco*, com aplicação de entrevistas e fichas de avaliação e posterior tabulação e interpretação dos dados.

A pesquisa 14CC está adequada, no nosso entendimento, como pesquisa participante, pois as autoras realizaram a investigação junto a um grupo de alunos de um curso de Licenciatura em Matemática, “participando” com registros das observações e das atividades realizadas, sem interferir no ambiente de estudo.

Nas demais pesquisas, 01RE, 03RE, 04RE, 05RE e 06RE, há um envolvimento ativo e cooperativo entre os pesquisadores e participantes. Ou seja, há “um processo investigativo de intervenção em que caminham juntas prática investigativa, prática reflexiva e prática educativa” (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p. 112). Tais estudos classificamos como pesquisa-ação.

Em se tratando da **coleta de dados**, as fontes de informações nos trabalhos analisados se revelaram sob a forma dos seguintes instrumentos:

Quadro 6: instrumentos de coletas de dados

Instrumentos de coleta de dados	Frequência	Percentual(%)
Questionário	04	28,6

Observação/Diário	05	35,7
Registro (professores e alunos)	06	42,8
Entrevista	02	14,2
Outros	05	35,7

Tanto os relatos de experiências como as comunicações científicas apresentaram certa dissonância em relação ao propósito anunciado e os instrumentos de coleta de dados utilizados como procedimentos metodológicos da pesquisa sobre MM. Essa confusão ficou ressaltada nos trabalhos (01RE, 02RE, 08CC) que tiveram como objetivo analisar atividades desenvolvidas, a partir da utilização da metodologia da MM.

No processo de construção de conhecimentos, os registros e as observações foram as fontes de informações mais expressivas observadas nos artigos. Estes trabalhos envolveram alunos e professores no desenvolvimento de atividades e tinham por intenção sistematizar os conceitos matemáticos trabalhados com o suporte metodológico da MM. Corrobora-se tal afirmação nos artigos: 01RE, 03RE, 04RE, 06RE, 07RE, 14CC.

Sobre a designação “Outros”, ressaltamos que em alguns trabalhos considerados pesquisa bibliográfica (08CC, 09CC, 10CC, 12CC, 13CC), não se observa a nominação de instrumentos de coleta. Entendemos que o dado coletado é inseparável do teórico. Essa característica não é exclusiva apenas desse tipo de pesquisa, mas é uma das condições necessárias para a validade de uma produção científica quando se trata de investigações que exploram as concepções de MM (BURAK, 2010; KLÜBER, 2011; BARBOSA, 2004; BASSANEZI, 2006).

Identificamos também nos artigos 01RE, 03RE, 04RE, 06RE, 14CC a utilização de mais de um instrumento no desenvolvimento das investigações, possibilitando alternativas de novos momentos de construção de significado que motivam a ampliação de outras informações.

Considerações finais

Em resposta a pergunta que motivou esse estudo: *O que evidenciam os trabalhos do XI EPREM, em relação ao referencial metodológico, delineamento e coleta de dados das investigações em Modelagem Matemática?*, podemos inferir que:

Quanto à natureza, os trabalhos se enquadram, quase em sua totalidade, como pesquisa qualitativa. Esta característica demonstra que os estudos relacionados à MM, em sua maioria, procuraram interpretar fenômenos e atribuir significados ao processo de investigação, na perspectiva da Educação Matemática (FIORENTINI; LORENZATO, 2006).

Das pesquisas analisadas, grande parte busca analisar atividades de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos, ligadas ao contexto social, com a elaboração de modelos matemáticos. São, prioritariamente, pesquisas descritivas, que se fundamentam em diferentes ações educativas, na tentativa de implementar e realizar mudanças no ensino e aprendizagem da Matemática, bem como melhor compreender modos de se trabalhar com MM. Podemos classificá-las, portanto, quanto aos procedimentos técnicos, como pesquisa-ação. Nessa classificação, prevalecem também pesquisas bibliográficas, principalmente com a apresentação de uma proposta de atividades, sem, entretanto, o aprofundamento de reflexões teóricas no campo da MM.

O principal procedimento de coleta de dados é o registro de professores e alunos, adotado em seis trabalhos.

É importante destacar que a classificação dos trabalhos do XI EPREM quanto à natureza, aos objetivos, procedimentos técnicos e instrumentos de coleta de dados foram por nós identificados por meio da leitura e interpretação dos textos, uma vez que na maioria dos artigos tais delineamentos não são explicitados pelos autores. Isso representa um aspecto preocupante, pois aponta a falta de clareza dos pesquisadores em relação à estrutura de uma produção científica, em específico, aos referenciais metodológicos. Percebe-se que não há discernimento entre a multiplicidade nos encaminhamentos metodológicos, ou seja, as etapas do desenvolvimento do trabalho com a MM segundo a concepção de alguns pesquisadores (BARBOSA, 2004; BURAK, 2005; BASSANEZI, 2006) e a abordagem metodológica da pesquisa numa produção científica.

Os resultados da pesquisa constituem um indicativo de que são necessários avanços na elaboração de trabalhos científicos no campo da MM. Não obstante, permitem concluir também que a MM, mesmo que de forma ainda tímida, vem sendo cada vez mais incorporada ao processo educativo da Matemática.

Referências

ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Buscando Rigor e Qualidade**. Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas), São Paulo, v. 113, p. 51-64, 2001.

ARAÚJO, J. L. Pesquisa sobre Modelagem em Eventos Científicos Recentes da Educação Matemática no Brasil. In: **IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, Brasília, 2009.

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

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís A. Reto e Augusto Pinheiro. 5ed. Lisboa: Edições 70, 2009.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. 3ed. Contexto: São Paulo, 2006.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa em educação matemática. **Pro-posições**, Campinas, v. 4, n. 10, p. 18-23, 1993.

_____. Pesquisa Qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. (Coleção tendências em Educação Matemática), p. 101-114.

BICUDO, M. A. V.; KLÜBER, T. E. . **Pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil: A caminho de uma Meta-Compreensão**. Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas), 2012.

BORBA, M.de C. A Pesquisa qualitativa em Educação Matemática. In: 27ª Reunião Anual da ANPED. **Anais...** Caxambu, MG, 2004.

BURAK, D. As Diretrizes Curriculares para o Ensino de Matemática e a Modelagem Matemática. **Perspectiva**, Erechim - RS, v. 29, n. 107, p. 153-161, 2005.

_____. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem e Educação Matemática**, Blumenau- SC, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 5ed. São Paulo: Cortez, 1997.

FIorentini, D.; Lorenzato, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 2ed. Campinas: Autores Associados, 2009. 240 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MENDONÇA, J. R. C.; MELO, R. de C. B. de; PADILHA, M. A. S. O Atlas.TI para a análise de fotos na pesquisa qualitativa: uma discussão ilustrada sobre os métodos visuais na educação. In: X Congresso Nacional de Educação - EDUCERE, 2011, Curitiba. **Anais...**, 2011.

SILVA, R. C. A Falsa Dicotomia Qualitativo-Quantitativo: Paradigmas que informam nossas práticas de pesquisa. In: ROMANELLI, G; BIASOLI-ALVES, Z. M. (Org.). **Diálogos Metodológicos sobre prática de pesquisa**. Ribeirão Preto: LEGIS SUMMA, 1998, p. 159-174.