

OUTROS TEMAS

PESQUISA EM MODELAGEM MATEMÁTICA NO BRASIL: A CAMINHO DE UMA METACOMPREENSÃO

MARIA APARECIDA VIGGIANI BICUDO

TIAGO EMANUEL KLÜBER

RESUMO

Este estudo visou analisar as pesquisas em Modelagem Matemática na área da Educação Matemática no Brasil, investigando os trabalhos que adotam esse enfoque, publicados nos anais do 3º. Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, em 2007. A postura assumida é a fenomenológica, e as interpretações são pautadas no movimento hermenêutico, que aponta para uma metacompreensão do tema. Os núcleos de ideias emergem dos invariantes articulados no processo de efetuar convergências, como, por exemplo, a pesquisa que se centra prioritariamente nos modos pelos quais o professor trabalha tópicos de conteúdos matemáticos com o recurso da modelagem. Esse invariante elucidativo pode indicar fragilidades quando os pesquisadores permanecem apenas no “como fazer”; pode também indicar possibilidades de compreender concepções e sua conversão em práticas desenvolvidas em sala de aula.

HERMENÊUTICA • FENOMENOLOGIA • ENSINO DE MATEMÁTICA •
PESQUISA EDUCACIONAL

RESEARCH IN MATHEMATICAL MODELING IN BRAZIL: THE WAY FOR A METACOMPREHENSION

MARIA APARECIDA VIGGIANI BICUDO
TIAGO EMANUEL KLÜBER

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze researches in mathematical modeling in the area of Mathematics Education in Brazil. It was investigated the mathematical modeling papers published in the Proceedings of the Third International Seminar for Research in Mathematics Education – Sipem (2007). The phenomenological point of view was adopted, basing the interpretations on the hermeneutic movement, aiming move toward a metacomprehension about this topic. The core ideas emerge from the invariants articulated in the process of making convergences as, for example, the research which the primary focus was on the modes through which teachers work some topics of mathematical program employing the modeling recourse. These invariants may indicate weaknesses when the researches remain only in the “how-to”; but they may also point out new possibilities for understanding conceptions and their conversion in classroom practices.

HERMENEUTICS • PHENOMENOLOGY • MATHEMATICS EDUCATION •
EDUCATIONAL RESEARCH

A

MODELAGEM MATEMÁTICA - MM - tem sido foco de investigação de pesquisadores e professores que se dedicam à Educação Matemática. O interesse em investigá-la aponta para justificativas de variadas frentes, incluídas as científicas, de cunho epistemológico e ontológico, referindo-se aos modos de produção de conhecimento e de sua constituição e avançando até as sociais, que incidem na divulgação dos resultados entre os pares e no confronto de tais resultados com a realidade educacional.

De acordo com Silveira (2007), já são cerca de trinta anos de investigações sobre Modelagem direcionadas ao ensino. Entretanto, apesar e para além do afirmado pelo autor, podemos dizer que esta ainda é uma área em consolidação no âmbito da Educação Matemática. Requer compreensão das concepções assumidas e das práticas educacionais desenvolvidas, solicitando um olhar filosófico sobre as pesquisas que são realizadas nessa abordagem de produção matemática e do ensino dessa ciência. Dada a amplitude que as pesquisas concernentes à Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática têm assumido no Brasil, consideramos pertinente focar essa produção, buscando compreendê-la para além das práticas de ensino e de aprendizagem, caminhando em direção a uma “metacompreensão”.

Na impossibilidade temporal e material de analisar toda a produção de pesquisa no país, elegemos o 3º. *Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – Sipem*¹ –, que congrega distintos Grupos de Trabalho – GTs –, acolhendo os principais focos de pesquisa em Educação Matemática. Entre eles está o GT de Modelagem Matemática, GT 10. A escolha desse evento justifica-se por ser aquele que deve estimular, favorecer e

¹ O Sipem é organizado pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM – com o apoio de programas de pós-graduação que desenvolvem pesquisas em Educação Matemática, vinculados, prioritariamente, às áreas de Educação/Ensino de Ciências e Matemática/Psicologia. Tem como finalidade promover o intercâmbio dos grupos de pesquisadores do país e do exterior e divulgar as pesquisas brasileiras no âmbito da Educação Matemática. Para mais informações ver <http://www.sbem.com.br/index.php?op=Finalidades> do Sipem.

debater as pesquisas desenvolvidas em torno dos temas tratados em cada um desses GTs, e ainda por ser promovido pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática e se constituir num lócus especial para o debate da pesquisa efetuada no Brasil nessa área de conhecimento.

Nesse contexto, a investigação tem por meta examinar os trabalhos que tematizam a Modelagem Matemática apresentados no evento. Busca a compreensão dos sentidos e dos significados da pesquisa em Modelagem Matemática, no âmbito da Educação Matemática, sem partir de um quadro definido de categorias prévias que pudessem determinar que tipo e com que qualidade a prática de Modelagem Matemática estaria sendo efetuada. Focalizou-se a compreensão de concepções e práticas. Essa busca justifica o fato de os autores assumirem a Fenomenologia como linha norteadora da pesquisa.

Algumas questões concernentes aos aspectos teóricos e práticos da Modelagem Matemática no Brasil apontam para o conhecimento da própria investigação efetuada. Assim, conhecer o que tem sido pesquisado a respeito da prática com Modelagem Matemática na região de inquérito de Educação Matemática, bem como o modo como tem sido realizada essa investigação, é uma problemática que se coloca.

A história da Modelagem Matemática, examinada no âmbito do ensino e da aprendizagem da Matemática, mostra que seus enfoques foram se modificando ao longo do tempo e que os resultados dessas investigações não chegam, muitas vezes, à sala de aula e a outros contextos educativos. Além disso, o relatório apresentado pelo GT-10 traz alguns questionamentos que também acabaram por ser abarcados nessa investigação, na medida em que se constituíram no âmago de núcleos de ideias². São eles: O que é pesquisa em Modelagem Matemática na Educação Matemática? O que diferencia um relato de experiência de um projeto de pesquisa em Modelagem Matemática? Como se caracteriza um texto que pretende relatar uma pesquisa? Que elementos são importantes no relato de uma pesquisa?

Dentre essas perguntas, compreendemos que a primeira e a segunda incidem diretamente no tema “Modelagem Matemática”, enquanto as demais dizem respeito a temas de pesquisa que se definem por relato de atividades investigativas, de maneira genérica, ou seja, valem inclusive para outras investigações no âmbito da Educação Matemática e de outras áreas de conhecimento.

Fica evidente a preocupação do GT em refinar procedimentos e avançar teoricamente no que se refere à pesquisa em Modelagem em Educação Matemática. Porém, essas questões ainda estão postas para a própria constituição dessa área de pesquisa. Nossa investigação avança pelos procedimentos hermenêuticos, focalizando os textos dos trabalhos apresentados no GT-10, e com eles dialoga em busca da compreensão das perguntas perseguidas, dos procedimentos de pesquisa assumidos pelos autores, das

² O termo “núcleo de ideias” refere-se à convergência de sentidos e significados que se entrelaçam de maneira a fazer emergir um significado mais abrangente que carrega consigo os primeiros significados e aponta um espectro de sentidos mais amplo, ao mesmo tempo em que mantém a articulação das ideias essenciais desse núcleo abertas a possibilidades de mais compreensões.

justificativas teóricas, das argumentações e dos encaminhamentos pautados na pesquisa produzida.

Embora tenhamos pontuado o momento 3°. Sipem, o movimento de diálogo entre leitor e texto, na dimensão hermenêutica gadameriana, abre horizontes de compreensão para além do pontualmente trabalhado. Permite efetuar a dialética pesquisador/texto, na qual o texto expõe dimensões temporais, históricas e culturais. Assim, os artigos analisados trazem consigo os do 1°. e 2°. Sipem.

Nesse movimento, intencionamos “ex-por” (pôr para fora) a pesquisa em e com Modelagem Matemática, na área de inquérito da Educação Matemática, efetuada no Brasil, trazendo a racionalidade que a subjaz, bem como os procedimentos seguidos, a origem dos autores dos textos, os autores referenciados e as indicações apresentadas à comunidade. Com isso, esperamos contribuir com a busca por maior clareza do que é – e de como é – efetuada na área, de modo a ir além do já produzido e, talvez, caminhar em direção a uma teorização mais abrangente e relevante.

A postura de investigação assumida é fenomenológica, pois visamos compreender e expor os sentidos e os modos pelos quais o fenômeno focado se mostra (BICUDO, 2000). Assim, nosso olhar sobre todos os trabalhos (14) do GT-Modelagem Matemática busca os significados que são concernentes à pesquisa nessa área. O procedimento sustenta-se na abordagem fenomenológica que, ao efetuar o movimento hermenêutico, põe em “evidência a *linguagem*, entendida como expressão do sentir, e o *discurso*, entendido como articulação daquilo que faz sentido” (BICUDO, 2006, p.112). Essa é uma análise rigorosa que conduz aos invariantes da manifestação do fenômeno, em uma articulação entre a análise estrutural e a hermenêutica.

Abordamos, hermeneuticamente, os textos publicados nos Anais do 3°. Sipem. Em um primeiro momento, direcionamos questões aos textos, perseguindo as respostas ou informações que emergiam na leitura efetuada. A primeira análise deu-se por meio de leituras efetuadas sem interpretações prévias e sem hipóteses em relação ao estudado. A questão que direcionou nosso olhar desde o início e que conduziu aos procedimentos adotados, focados nos trabalhos publicados no 3°. Sipem, pode ser explicitada da seguinte forma: como se mostra a pesquisa em Modelagem Matemática, na Educação Matemática no Brasil?

Em um segundo momento, por meio da hermenêutica e conduzidos pela questão central, sempre em diálogo com o texto (BICUDO, 1991, 2000; FIGAL, 2007; GADAMER, 1997; KLUTH, 2005; RICOEUR, 1978, 1995), detivemo-nos nas informações compreendidas e passamos a efetuar análises compreensivas/interpretativas visando a compreensão do interrogado. É importante dizer que o foco é o texto, e não o autor. Isso porque o texto se afasta de seu criador depois de objetivado na escrita, ou seja, acaba desenraizado das forças psicológicas que levaram o autor a escrevê-lo. Esse *desenraizamento* não significa que o texto seja descontextualizado, pois, de acordo com a

abordagem fenomenológica, o mundo-horizonte é o mundo das compreensões realizadas pelos sujeitos e contextualizadas no solo histórico em que autor/texto/interrogações fazem sentido.

Ao elaborar as questões que subsidiaram a análise também nos inserimos nesse movimento hermenêutico³, haja visto que os textos analisados, já em uma primeira leitura, se mostram estruturados em torno de invariantes que se apresentam nos termos das seguintes questões: O que o texto interroga/busca/problematiza? Como expõe o modo pelo qual a interrogação conduz a busca do investigado? Como expõe o desenvolvimento da obtenção de dados, respectivas interpretações e articulações teóricas e/ou teorizantes? O que o texto responde de sua pergunta/problema/interrogação? Que modalidade de pesquisa sustenta a investigação apresentada? Que contribuição(es) apresenta(m) para a área ou região de inquérito em que está contextualizado? Quais autores são referidos?

Cada pergunta se constituiu em categoria analítica e, orientados por esta, identificamos Unidades de Significado – US –, sendo fiéis à forma como o texto respondeu ao ser questionado. Das unidades emergiram as convergências, continuando o movimento denominado redução fenomenológica ou *epoché*, no qual nos afastamos das primeiras expressões do compreendido, aproximando sentidos e significados que apareceriam de forma nebulosa no ato inicial de perceber o fenômeno.

Das questões mencionadas, nota-se que a última, além de estar relacionada ao texto em si, pode permitir o reconhecimento dos principais autores e núcleos de investigação; daí a necessidade de ir além do ato de interrogar o texto. Nessa perspectiva, buscamos outras fontes de informação que contextualizassem o investigado. O *site* do CNPq foi o lócus dessa busca, pois se constitui na plataforma que agrega os currículos de pesquisadores das mais diversas áreas de investigação no Brasil. A decisão de investigar dados na plataforma ancora-se na meta de perfilar núcleos de investigação sob a forma de grupos de pesquisa, instituições e orientadores dessa tendência em Educação Matemática.

Os encaminhamentos descritos até aqui conduzem-nos à análise dos textos e ao reconhecimento das unidades de significado, que serão caracterizadas e explicitadas no item a seguir.

A ANÁLISE DOS TEXTOS E AS UNIDADES DE SIGNIFICADO

Para a análise dos trabalhos de MM publicados no 3°. Sipem, elegemos duas frentes. A primeira frente se refere aos dados objetivos dos textos, aqueles que podem ser tomados do modo pelo qual se apresentam, não carecendo de interpretação intermediária de significados possíveis. Para esta criamos um Quadro A. A segunda se refere ao conteúdo dos trabalhos publicados como textos de pesquisa.

3

Esses estruturantes foram identificados pelo Grupo de Pesquisa de Fenomenologia em Educação Matemática – FEM –, cujo projeto é compreender o que é a pesquisa em Educação Matemática no Brasil, quando seus membros se debruçaram sobre textos científicos, sobre sua própria interrogação e também sobre os textos objeto deste estudo, e buscaram compreender sua estrutura. Os invariantes indicados nas convergências e articulados em termos de se fazerem inteligíveis foram traduzidos nessas perguntas, que passaram a indicar o que buscar nos textos analisados.

Para o Quadro A, foram elencadas quatro informações. A primeira informação visa identificar a modalidade de pesquisa: individual, em coautoria, em grupo, institucional, interinstitucional ou de pesquisador autônomo; e a abrangência da pesquisa: local, estadual, nacional ou internacional. A segunda esclarece a instituição de origem do autor, referindo-se ao seu local de trabalho e/ou de formação (quando o autor é aluno de programas de pós-graduação, por exemplo) e o vínculo dos autores com grupos de pesquisa. A terceira informação procurada relaciona-se à instituição fomentadora da pesquisa e busca verificar se há, para a pesquisa, fomento ou não, quando o autor do texto menciona esse aspecto. A quarta e última informação nos dá a titulação do autor, destacando a instituição e o ano de obtenção do título, bem como o nome do orientador.

Essas informações referentes aos dados institucionais e circunstanciais foram organizadas em dois quadros.

O quadro 1 expõe o modelo do registro dos dados no que concerne à modalidade da pesquisa apresentada, sua abrangência e instituição de origem do autor.

QUADRO 1

DADOS INSTITUCIONAIS E CIRCUNSTANCIAIS

Dados	Modalidade de pesquisa						Abrangência				Instituição de origem do autor	
	Individual	Em grupo	Em coautoria	Institucional	Interinstitucional	Autônomo	Local	Estadual	Nacional	Internacional	Onde trabalha	Onde estuda
Artigos												
GT 10.1												
GT 10.2												
GT 10...												
GT 10.14												

O quadro 2 expõe o modelo do registro dos dados no que concerne ao número de autores do texto, vinculação a grupos de pesquisa, título do(s) autor(es), ano de titulação, local em que obteve o título e orientador do trabalho de doutorado ou de mestrado.

QUADRO 2

DADOS INSTITUCIONAIS E CIRCUNSTANCIAIS

Dados	Autores	Grupos de pesquisa	Instituição fomentadora	Título(s)	Onde obteve o título	Ano da titulação	Orientador
Artigos							
GT 10.1							
GT 10.2							
GT 10...							
GT 10.14							

Para o segundo ângulo de análise, que se refere ao conteúdo dos textos, consideramos a descrição do fenômeno que, de acordo com Martins e Bicudo (2006), é um dos pilares da pesquisa qualitativa de base fenomenológica. A primeira análise desenvolvida, já referente ao Quadro B, buscou fidelidade ao dito nos textos, apontando formas de o fenômeno mostrar-se nas diferentes modalidades passíveis de serem vistas e compreendidas nas US destacadas a partir das perguntas. Uma vez lidos, diversas vezes, os 14 trabalhos apresentados no GT e respondidas as questões, passamos a enumerar, para cada uma delas, as unidades de significado que emergiram, sendo o primeiro número corresponde à ordem do texto, o segundo, à pergunta e o terceiro à US. Por exemplo: no primeiro texto, na primeira pergunta, a primeira unidade de significado foi identificada como 1.1.1.

As perguntas que compõem o Quadro B são oriundas da estrutura constante nos trabalhos, descritas na seção anterior.

Essas perguntas, além de auxiliar na elaboração dos procedimentos analíticos, conduziram a análise dos dados no conjunto. Entre esses procedimentos consta a construção de quadros que permitiram melhor visualização das unidades de significado. Elas ajudaram também a articular as convergências, partindo do quadro 3, que indica as unidades levantadas e exemplifica o trabalho realizado pelos pesquisadores.

O Quadro 3 traz as Unidades de Significado destacadas na leitura dos textos, indicando a pergunta posta pelos pesquisadores e o texto em que se encontra.

QUADRO 3

ANÁLISE DO TEXTO: UNIDADES DE SIGNIFICADO

Artigos Unidades de Significado	G. 10.1	G. 10.2	G.10.3	G. 10.4	G. 10.5	G. 10.6	G. 10...
Busca aplicar a MM como estratégia de ensino aprendizagem	1.1.1	-	-	-	-	-	-
Trabalha a MM no ensino fundamental	-	-	-	4.2.4	-	-	-
Trabalha a MM no ensino médio	1.1.2	-	-	-	-	6.2.5	-
Trabalha com MM no ensino superior – Geografia	-	2.2.8	3.1.2	-	5.2.8	-	-
Trabalha com programa de ensino de jovens e adultos – EJA	-	-	-	-	-	-	-
Ensino de Funções Estatísticas por meio da MM	1.1.3	-	-	-	-	-	-
Busca saber como professores em formação analisam suas experiências com MM	-	2.1.1	-	-	-	-	-
Busca trazer subsídios para a inserção da MM na formação de professores de Matemática	-	2.1.2	-	-	-	-	-
Busca refletir sobre os conceitos de ambiente de aprendizagem e cenários de investigação	-	-	3.1.1	-	-	-	-
Busca saber se as atividades de MM podem ser entendidas como ambientes de aprendizagem com computadores, incentivando cenários de investigação	-	-	3.1.3	-	-	-	-
Busca relatar as características do ambiente de aprendizagem gerado pela MM	-	-	-	4.1.1	-	-	-
Busca analisar como o desenvolvimento de trabalhos de MM pode influenciar na concepção de problemas em Matemática	-	-	-	-	5.1.1	-	-
Busca analisar como o desenvolvimento de trabalhos de MM pode influenciar na formulação de problemas de Matemática	-	-	-	-	5.1.2	-	-

Com a visualização possibilitada por esse quadro, passamos a interrogar os sentidos e os significados das unidades de significado, chegando a uma primeira redução por meio de interrogações como: O que dizem essas unidades de significado sobre cada uma das questões que dirigimos ao texto?

O movimento permitiu que caminhássemos em direção aos invariantes da ex-posição do fenômeno investigado, que foram sistematizados nos quadros seguintes. Por exemplo, em relação à primeira questão: “O que está sendo interrogado/buscado/problematizado?”; o questionamento sobre as unidades de significado foi: O que elas dizem sobre o interrogado/buscado/problematizado no texto?

As seguintes Unidades, por exemplo, podem esclarecer mais:

- Dizem da análise e reflexão de experiência/ambiente de aprendizagem (com ou sem computador) com e de Modelagem Matemática (convergências das US 3.1.1, 3.1.3, 10.2.3, 9.2.4 e 7.3.5).

- Apontam características do ambiente de aprendizagem com Modelagem Matemática (convergências das US 4.1.1, 9.1.3 e 2.12).
- Falam de ensino e aprendizagem da Matemática e de temas não matemáticos (convergências das US 1.1.3, 8.1.2, 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 7.1.1, 7.1.2, 8.1.1, 11.1.2, 11.1.1 e 12.1.1).

O mesmo questionamento é feito sobre as convergências das unidades de significado, e, assim, chegamos aos núcleos de ideias ou categorias abertas. O processo analítico está sintetizado nos quadros 4 a 10.

O Quadro 4 indica as US agrupadas em função de articulações compreensivas, efetuadas pelos investigadores, no que concerne às análises conduzidas pela primeira pergunta encaminhada ao texto, chamadas de primeira redução; e a segunda redução, que agrupa as primeiras reduções e respectivas denominações.

QUADRO 4

O QUE ESTÁ SENDO BUSCADO, PROBLEMATIZADO, INTERROGADO?

Unidades	Convergência das Unidades de Significado (Primeira Redução)	Núcleos de Ideias (Segunda Redução)
12.3.4, 2.2.7, 10.2.4, 9.2.5, 7.2.5, 1.1.1, 4.2.4, 1.1.2, 1.1.3, 6.2.5, 8.2.6, 11.2.6, 2.2.8, 3.1.2 e 5.2.8	Modelagem Matemática como recurso para o ensino e aprendizagem da Matemática	Busca aplicar a Modelagem Matemática em situações de ensino e aprendizagem
7.2.4, 2.1.1, 2.1.2, 9.1.1 e 9.1.3	Modelagem Matemática em cursos de formação de professores	Busca compreender como a Modelagem pode ser inserida e experienciada em cursos de formação de professores
3.1.1, 3.1.3, 10.2.3, 9.2.4 e 7.3.5	Análise e reflexão de experiência/ambiente de aprendizagem (com ou sem computador) com e de Modelagem Matemática	Busca evidenciar características do ambiente de ensino e de aprendizagem que se desenvolve com Modelagem Matemática
4.1.1, 9.1.3 e 2.12	Características do ambiente de aprendizagem com Modelagem Matemática	
1.1.3, 8.1.2, 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 7.1.1, 7.1.2, 8.1.1, 11.1.2, 11.1.1 e 12.1.1	Ensino e aprendizagem da Matemática e de temas não matemáticos	
5.1.1, 5.1.2, 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 14.2.6 e 7.2.2	Modelagem Matemática e resolução de problemas, modelos matemáticos, investigações matemáticas e conteúdos de Matemática	Busca compreender como a resolução de problemas, os modelos matemáticos, as investigações matemáticas e os conteúdos matemáticos são trabalhados em Modelagem Matemática.
10.1.1, 10.1.2, 10.2.1 e 10.2.3	Relata a construção de um ambiente de aprendizagem virtual com Modelagem Matemática	Busca relatar a construção de um ambiente de aprendizagem virtual que trabalha com MM
13.1.1, 13.2.2, 13.2.3, 13.3.1, 13.2.4 e 13.4.1	Reflexão sobre a pesquisa em Modelagem Matemática	Problematiza a pesquisa em Modelagem Matemática
14.1.1, 14.1.2, 14.2.3, 14.2.4, 14.2.5, 14.2.6 e 13.2.1	Apresentação e debate de concepções sobre Modelagem Matemática e do seu contexto histórico	Problematiza concepções de Modelagem Matemática obtidas em contexto histórico

O quadro 5 indica as US agrupadas em função de articulações compreensivas, efetuadas pelos investigadores, no que concerne às análises conduzidas pela segunda pergunta encaminhada ao texto, chamadas de primeira redução; e a segunda redução que agrupa as primeiras reduções e respectivas denominações.

QUADRO 5**COMO SE CHEGA AO INTERROGADO, BUSCADO, PROBLEMATIZADO?**

Unidades	Convergência das Unidades de Significado (Primeira Redução)	Núcleos de Ideias (Segunda Redução)
5.2.4, 3.3.2, 10.3.5, 5.2.6, 14.3.1, 10.3.6, 4.2.2, 10.3.1, 10.3.7, 4.3.1, 10.3.2, 10.3.9, 4.2.3, 10.3.3, 2.2.4 e 10.3.4	Descrição da experiência, do ambiente de pesquisa e etapas	Mediante descrição das atividades realizadas e do ambiente de pesquisa
12.2.1, 2.2.5, 1.2.2, 6.3.2, 6.2.1, 11.2.4, 8.2.3, 10.3.8, 12.2.2, 12.2.6, 7.2.3, 3.2.4, 12.2.5, 3.2.2, 7.3.2, 2.3.2, 11.2.2, 9.2.2, 7.3.3, 9.3.2, 11.2.6, 3.2.3, 7.3.4, 3.2.1, 9.2.3, 12.2.6, 9.2.1, 8.2.2 e 5.2.5	Apresentação da interrogação, objetivos, procedimentos e conclusões	Pela utilização de procedimentos de análise
1.2.1, 12.2.4, 2.2.2, 11.2.1, 4.2.1, 5.2.1, 5.2.3, 6.2.2, 11.2.3, 12.2.3 e 8.2.1	Apresentação da literatura sobre teorias de Modelagem Matemática, concepções e procedimentos	
4.3.3, 7.3.1 e 13.3.3	Não apresenta procedimentos de análise	Não apresenta, explicitamente, procedimentos de análise

O quadro 6 indica as US agrupadas em função de articulações compreensivas, efetuadas pelos investigadores, no que concerne às análises conduzidas pela terceira pergunta encaminhada ao texto, chamadas de primeira redução; e a segunda redução que agrupa as primeiras reduções e respectivas denominações.

QUADRO 6**O TEXTO EXPLICITA OS PROCEDIMENTOS DE PESQUISA? DE QUE MODO?**

Unidades	Convergência das Unidades de Significado (Primeira Redução)	Núcleos de Ideias (Segunda Redução)
12.3.5, 5.3.1, 8.2.5, 3.3.3, 1.2.3, 5.3.2, 8.3.6, 9.3.3, 8.2.4, 6.3.1, 11.3.2, 7.2.5, 8.3.5, 1.3.2, 12.3.3, 11.3.1, 1.2.4, 1.3.5, 2.3.2, 1.3.5, 8.3.2, 2.3.3, 4.3.2, 8.3.4 e 11.3.3	Como os dados são obtidos	Descreve procedimentos de obtenção e constituição de dados
1.3.3, 12.3.7, 8.2.7 e 8.3.3	Desenvolvimento de atividade de Modelagem Matemática segundo modelo didático estabelecido.	
1.3.6 e 8.3.7	Os procedimentos da pesquisa são os mesmos da MM	
3.3.4 e 6.3.3	Modelagem Matemática e Informática	
2.2.3, 5.2.2, 7.2.1, 6.2.3 e 6.2.4	Discussão de Modelagem Matemática e concepções de aprendizagem	Apresenta discussão sobre aprendizagem matemática, evidenciada em atividades de Modelagem Matemática
9.4.1, 13.3.4, 8.4.2, 11.4.3 e 12.4.1	Análise/interpretação do processo de aprendizagem	

(cont.)

(cont.)

5.2.7	Dificuldades encontradas pelos alunos com formulação de problemas em atividades de MM	Discute os dados pesquisados
1.4.1, 5.4.1, 8.4.1 e 11.4.1	Apresenta considerações sobre o que foi pesquisado	
4.2.4, 4.2.5, 2.3.1, 9.3.1, 8.3.9, 2.2.6, 3.3.1, 9.3.4, 1.3.1 e 8.3.1	Como os dados são tratados (o professor da disciplina é o pesquisador)	Interpretação de dados
2.2.7 e 9.3.5	Interpretação pautada em referencial	
12.3.1, 12.3.2 e 12.3.3	Dissonância entre os procedimentos indicados e os seguidos na efetivação da pesquisa.	Dissonância entre os procedimentos indicados e os seguidos na efetivação da pesquisa.

O quadro 7 indica as US agrupadas em função de articulações compreensivas, efetuadas pelos investigadores, no que concerne às análises conduzidas pela quarta pergunta encaminhada ao texto, chamadas de primeira redução; e a segunda redução que agrupa as primeiras reduções e respectivas denominações.

QUADRO 7

O QUE O TEXTO RESPONDE DA PERGUNTA?

Unidades	Convergência das Unidades de Significado (Primeira Redução)	Núcleos de Ideias (Segunda Redução)
2.4.1, 3.4.1, 2.4.2, 4.4.1, 2.4.3, 4.4.2, 2.4.3, 2.4.4 e 2.4.5	Apresenta concepções sobre Modelagem Matemática	Traz concepções de Modelagem Matemática e de aprendizagem em contextos de Modelagem
10.4.1	Ocorrência de aprendizagem colaborativa em ambiente virtual com Modelagem Matemática	
3.4.2	Em Modelagem Matemática nem sempre o uso de computadores garante a realização das atividades propostas	Indica modos de trabalhar conteúdos matemáticos com Modelagem Matemática
10.4.1	Ocorrência de aprendizagem colaborativa em ambiente virtual com Modelagem Matemática	
8.4.3, 7.4.1, 14.4.1, 7.4.2, 14.4.2, 7.4.3, 14.4.3, 9.4.2, 1.4.1, 14.4.4, 6.4.1 e 6.4.2	A Modelagem Matemática permite trabalhar conteúdos matemáticos de modelos matemáticos com e sem software	
5.4.2	Os alunos apresentam dificuldades na formulação de problemas em Modelagem Matemática	Apresentam dificuldades dos alunos em relação às atividades com Modelagem Matemática.
7.4.1	Alunos professores de cursos de formação tendem a reproduzir as atividades de Modelagem Matemática efetuadas no curso	

O quadro 8 indica as US agrupadas em função de articulações compreensivas, efetuadas pelos investigadores, no que concerne às análises conduzidas pela quinta pergunta, item *a*, encaminhada ao texto, chamadas de primeira redução; e a segunda redução que agrupa as primeiras reduções e respectivas denominações.

QUADRO 8

QUE MODALIDADE DE PESQUISA É: ENSAIO TEÓRICO, PESQUISA QUALITATIVA...?

Unidades	Convergência das Unidades de Significado (Primeira Redução)	Núcleos de Ideias (Segunda Redução)
14.5.1	Ensaio teórico	Investigação teórica sobre Modelagem Matemática
13.5.1	Meta-Análise	
1.5.1 3.5.1 8.5.1	Questionário aberto	Qualitativa
8.5.2	Observação participante	
5.5.1	Descrição e análise direta de depoimentos	
7.5.1 11.5.1	Relato de experiência	
2.5.1 4.5.1 9.5.1	Descrição de depoimentos e construção de categorias	
6.5.1 12.5.1	Aplica questionário e relata discussão de resultados com os sujeitos	Pesquisa quali-quantitativa

O quadro 9 indica as US agrupadas em função de articulações compreensivas, efetuadas pelos investigadores, no que concerne às análises conduzidas pela quinta pergunta, item *b*, encaminhada ao texto, o nome atribuído a esse agrupamento; e a segunda redução que agrupa as primeiras reduções e respectivas denominações.

QUADRO 9

RELATA UMA PESQUISA EM ANDAMENTO, CONCLUÍDA OU É UM PROJETO DE PESQUISA?

Unidades	Núcleos de Ideias
1.5.2, 3.5.2, 9.5.2, 10.5.2 e 14.5.2	Pesquisa em andamento
2.5.2, 4.5.2, 5.5.2, 6.5.2, 7.5.2, 8.5.3, 11.5.2, 12.5.2 e 13.5.2	Pesquisa concluída

O quadro 10 indica as US agrupadas em função de articulações compreensivas, efetuadas pelos investigadores, no que concerne às análises conduzidas pela quinta pergunta, item *c*, encaminhada ao texto, chamadas de primeira redução; e a segunda redução que agrupa as primeiras reduções e respectivas denominações.

QUADRO 10

ESTÁ EXPLÍCITA NO TEXTO A CONTRIBUIÇÃO PARA A ÁREA? QUAL?

Unidades	Convergência das Unidades de Significado (Primeira Redução)	Núcleos de Ideias (Segunda Redução)
1.5.3, 1.5.4, 2.5.3, 8.5.4, 8.5.1, 8.5.6, 8.5.5, 9.5.3, 11.5.3, 12.5.3 e 14.5.1	Indica possibilidades da Modelagem Matemática	Indica possibilidades didático-pedagógicas trazidas pelas -atividades com Modelagem Matemática
2.5.4	Aponta limitação na formação inicial do professor para o trabalho com a Modelagem Matemática	
7.5.3	Importância das investigações matemáticas nas atividades de Modelagem Matemática	
10.5.3	Indica possibilidades do Centro Virtual de Modelagem para a Modelagem Matemática	
6.5.3	Importância da Modelagem Matemática na construção e aprendizagem de modelos matemáticos no Ensino da Matemática	Traça considerações sobre o ambiente de aprendizagem característico em atividades com Modelagem Matemática
4.5.3 6.5.4 6.5.5 5.5.3	O ambiente de aprendizagem gerado pela Modelagem Matemática é diferente do ambiente tradicional	
13.5.3	Aponta dificuldades em fazer pesquisa com Modelagem Matemática	
		Considera aspectos da efetivação de pesquisa com Modelagem Matemática

O quadro 11 indica as US agrupadas em função de articulações compreensivas, efetuadas pelos investigadores, no que concerne às análises conduzidas pela quinta pergunta, item d, encaminhada ao texto, indicando os autores mais citados nos diferentes trabalhos pesquisados.

QUADRO 11

AUTORES MAIS CITADOS NOS TRABALHOS DE MODELAGEM*

Autores	Quantidade de trabalhos em que foram citados
Almeida	6
Araújo	5
Barbosa	11
Bassanezi	10
Biembengut E Hein	7
Burak	3
D'Ambrósio	5
Skovsmose	7

* O quadro original, contendo a lista de todos os autores citados, não aparece aqui por limitação de espaço. Os que aparecem no quadro 11 são aqueles citados um mínimo de três vezes e com interlocução em distintos trabalhos.

INTERPRETAÇÃO

As informações concernentes aos dados objetivos indicam que os pesquisadores que apresentaram suas investigações no 3º. Sipem estão em instituições de ensino – IEs – ou outras modalidades de instituições localizadas

em diferentes partes do Brasil. Não se evidencia a formação de um núcleo de pesquisa, em termos de região ou instituições, que tematize a Modelagem Matemática. Mesmo quando os trabalhos são provenientes de um mesmo estado, como do Rio Grande do Sul e do Paraná, as IEs de origem dos autores são diferentes. Esses dados revelam uma dispersão de temas de pesquisa sobre Modelagem Matemática. Podemos compreender esse aspecto como estando em sintonia com os objetivos de pesquisa trazidos pelos textos que remetem para o trabalho com Modelagem Matemática como um recurso didático para ensinar Matemática.

Essa dispersão também ocorre com programas de pós-graduação que aparecem como locais de trabalho de autores. Assim, por exemplo, de cinco trabalhos cujos autores são oriundos de universidades localizadas no Estado de São Paulo, quatro são de diferentes universidades. Esse dado de dispersão é corroborado com aqueles referentes à citação de autores. De 126 referências detectadas nos textos, contando-se apenas uma vez para cada autor, nota-se que a incidência recaiu em oito. Dentre eles, cabe destacar o trabalho de Bassanezi, precursor da área de Modelagem Matemática voltada para o ensino e a aprendizagem da Matemática, citado dez vezes; Biembengut, citada juntamente com Hein, sete vezes; e Burak, citado 3 vezes. Entretanto, pela leitura dos trabalhos, cruzando as Unidades de Significado, dentre os autores mais referidos também está Barbosa. Ele comparece com 11 citações, portanto, uma a mais do que Bassanezi. Trata-se de um jovem doutorado pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista – Unesp –, *campus* de Rio Claro, onde Bassanezi lecionou nas décadas de 1980 e 1990, tendo deixado sementes. As indicações de Barbosa talvez anunciem a estruturação de um núcleo de pesquisa com Modelagem Matemática em sua IE, na Bahia. É importante notar que esse autor está se encaminhando para estender ambientes de ensino e de aprendizagem que permitem também a estruturação de ambientes virtuais, conduzindo o trabalho de modo um tanto distinto daquele seguido por Bassanezi.

Dentre os demais autores mais citados estão Skovsmose, Almeida, Ubiratan D'Ambrósio e Araújo. Cabe a indagação sobre a produção desses autores em Modelagem Matemática. Skovsmose, por exemplo, articula a Modelagem como recurso importante para se trabalhar criticamente com Matemática; Araújo destaca ambientes de ensino e de aprendizagem de Matemática; Ubiratan D'Ambrósio sempre enfoca aspectos mais abrangentes da Educação Matemática, incluindo também a Modelagem Matemática.

No que concerne à análise hermenêutica dos textos estudados, priorizamos o diálogo gerado em torno das questões de fundo que estruturam os diferentes textos. Assim, conforme especificado anteriormente, essas questões foram articuladas⁴ a partir de uma primeira leitura dirigida intencionalmente à busca do entendimento da estrutura da dinâmica do diálogo visado.

4

Essas leituras foram efetuadas pelo FEM, em reunião com todos os membros presentes. Foram analisados todos os textos, de todos os GTs (de 1 a 12), presentes no 3º. Sipem.

Ao fazer o movimento de caminhar para as articulações dos sentidos que se evidenciaram para nós, no intuito de saber o que as pesquisas perseguiam, cinco modalidades de perguntas mostraram-se suficientemente abrangentes, de maneira a englobar o visado nas investigações analisadas. Essas perguntas conduziram à compreensão de que as pesquisas expostas nos textos de Modelagem Matemática do 3º. Sipem apresentam como mote as ações de “aplicar”, “compreender”, “evidenciar” e “relatar”. A interpretação que articulamos pode ser assim explicitada: buscam “aplicar” a Modelagem Matemática em situações de ensino e aprendizagem; buscam “compreender” como a Modelagem pode ser inserida e experienciada em cursos de formação de professores; buscam “evidenciar” características do ambiente de ensino e de aprendizagem que se desenvolve com Modelagem Matemática; buscam “compreender” como se dá a resolução de problemas e como são produzidos modelos matemáticos, mostrando de que forma as investigações matemáticas e os conteúdos matemáticos podem ser trabalhados em Modelagem Matemática; e buscam “relatar” a construção de um ambiente de aprendizagem virtual que trabalha com MM.

As análises efetuadas revelam que a intenção das pesquisas aponta para a busca de melhor compreensão sobre modos de se trabalhar com Modelagem Matemática em situações de ensino e de aprendizagem de Matemática. 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 que se abordam adquirem significado para alunos e professores envolvidos.

Com referência a esta afirmação, uma pesquisa busca compreender Modelos Matemáticos presentes no Ensino de Física, contidos, por exemplo, na unidade 6.1.1. Dentre as pesquisas apresentadas no 3º. Sipem esse é um caso idiossincrático, porém, refere-se ao ambiente de aprendizagem de e com Modelagem. Assim também ocorre em outras unidades, como 3.1.1 e a 4.1.1. A primeira busca refletir sobre os conceitos de ambiente de aprendizagem e cenários de investigação, e a segunda busca relatar as características do ambiente de aprendizagem gerado pela Modelagem Matemática.

Procura-se estender o ambiente de ensino e de aprendizagem com MM concebido presencialmente para o virtual. A pesquisa efetuada abrange a própria construção desse ambiente, trazendo possibilidades de se trabalhar com MM no Ensino de Matemática a distância. A unidade 10.1.2 esclarece essa afirmação, pois busca construir um ambiente computacional para atividades de MM que solicite e facilite a aprendizagem colaborativa.

Busca-se também avançar no caminho de teorização da MM na região de inquérito de Educação Matemática, problematizando a pesquisa

sobre ela – momento em que são apresentadas, criticamente, concepções de MM problematizadas em relação ao contexto histórico em que seus significados se iluminam. A unidade 14.1.1 propõe uma concepção de MM para o ensino e aprendizagem da Matemática, destacando a importância de concepções ontológicas, epistemológicas e da linguagem matemática. Juntamente com essa unidade está a 13.2.1, que afirma que ao trabalhar com MM introduzem-se aspectos históricos e teóricos da MM.

São trabalhados diferentes tópicos da Matemática em diferentes níveis de ensino: fundamental, médio e superior, e as pesquisas abrangem assuntos e ciências diferenciadas, como a Geografia e a Física. O trabalho com a Modelagem mostrou-se significativo desde a abordagem de conteúdos basilares, como a multiplicação, representada por regras de três, funções lineares, quadráticas, exponenciais, e até mesmo matemática de autoformação e de nível mais elevado, como indicam as unidades 1.4.2, 7.2.2 e 14.2.6, quando afirmam, respectivamente: discute a importância de os professores valorizarem as atividades que envolvem investigações matemáticas em sala de aula e expõe estudos de caso modelando aspectos de operações de adição e de multiplicação. O sentido de investigação aqui apresentado é o mesmo concebido por Ponte, Brocardo e Oliveira (2005), no qual os estudantes são incentivados a explorar situações matemáticas com conteúdos elementares. Consideramos esse aspecto relevante no que concerne à busca de ensinar visando uma aprendizagem que privilegie a produção do conhecimento matemático, e não somente o trabalho com MM tomado como um recurso didático.

“O texto explicita os procedimentos de pesquisa? De que modo?”. Essa segunda pergunta, com a qual nos dirigimos aos 14 textos interpretados, aponta que o modo pelo qual os dados das investigações são obtidos converge em torno das seguintes ações: “descrever” e “apresentar discussão”. Visando a obtenção dos dados, são programadas e realizadas atividades de ensino e de aprendizagem com Modelagem Matemática. O programa da atividade didática, em alguns textos, segue um modelo didático estabelecido previamente, como aquele apresentado por Burak (2004), de acordo com concepções explícitas, como é o caso das unidades 1.3.3, 8.3.7 e 12.1.2.

É importante notar que há entendimento de convergência entre os procedimentos de pesquisa com MM em Educação Matemática e os da própria Modelagem Matemática. São entendidos como sendo os mesmos, de acordo com as US de significados de 1.3.6 e 8.3.7. A constatação de que os procedimentos de pesquisa com Modelagem Matemática estão sobrepostos às atividades de Modelagem pode indicar uma fragilidade em relação ao investigado, bem como uma força impressa na direção das teorizações. Assim, essa ambiguidade poderia ser compreendida como fragilidade, no caso de apenas serem superpostas à lógica de produção da MM ao ensino,

como também poderia indicar uma busca de transcender às situações pontuais dirigidas ao ensino e à aprendizagem. A fragilidade também se anuncia na falta de clareza em relação a procedimentos de pesquisa em Ciências Humanas e Sociais e à pesquisa em Modelagem, quando, por exemplo, o que deveria ser um “relato de uma pesquisa” acaba sendo um relato de experiência, que conceitualmente é bastante distinto do primeiro em termos de rigor, da coleta à interpretação dos dados. A ambiguidade é reforçada ao trabalharem com a lógica da produção de modelos matemáticos, evidenciando a lógica da produção do conhecimento matemático do aluno a respeito do assunto específico tematizado e trabalhado nas atividades de ensino.

As pesquisas revelam preocupação em expor concepções de aprendizagem presentes nas atividades de ensino e de aprendizagem que sustentam a investigação. São concepções que formam uma constelação de ideias em torno de teorias, como, por exemplo: a dos Campos Conceituais, de Vergnaud; a Educação Matemática Crítica, de Skovsmose; a Aprendizagem Significativa, de Ausubel; e a Transposição Didática, de Chevallard. Os autores buscam, a partir dessas teorias, sustentar as análises e interpretações sobre o processo de aprendizagem ocorrido nas atividades com MM programadas, em acordo com as US. Nesse sentido, vemos: a unidade 6.2.3, que discute conceitos da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, da teoria dos Modelos Mentais e da Transposição Didática (Chevallard); e as unidades 13.2.3, 13.3.1, 13.3.2, que se referem à descrição e discussão de quatro trabalhos orientados pela própria autora (MM e Aprendizagem Significativa; MM e sentidos e significados; MM e EM Crítica; MM e formação de professores).

Há ainda textos em que se evidencia a dissonância entre os procedimentos de pesquisa indicados e aqueles efetuados na marcha da investigação, o que pode ser visto na expressão das unidades 12.3.1, 12.3.2 e 12.3.3.

Ao buscar compreender o que os textos analisados respondem da pergunta que eles próprios apresentam como sendo a indicadora da investigação pretendida, duas respostas se evidenciaram: indicação de modos de trabalhar com conteúdos matemáticos, lançando mão da Modelagem Matemática como recurso didático, e apontamento das dificuldades apresentadas pelos alunos (sejam os alunos de cursos comuns, sejam os de formação de professores) ao desenvolverem atividades com Modelagem Matemática.

Apresentam, visando maior clareza, concepções de Modelagem Matemática e de aprendizagem em contextos de Modelagem. As principais concepções identificadas nos trabalhos do GT, mesmo havendo outros autores mais citados, são as de Barbosa, Bassanezi, Biembengut e Burak, que descrevemos na sequência com o intuito de situar o leitor e favorecer a compreensão do interpretado.

Barbosa afirma: “À medida que não compreendo as atividades de Modelagem contendo encaminhamentos e fins *a priori*, sustento que os alunos podem investigar matematicamente uma dada situação, sem necessariamente construir um modelo matemático” (2001, p.36). Assume que a “Modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade” (BARBOSA, 2001a, p.6). Bassanezi (2002) compreende a Modelagem Matemática como uma “arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (2002, p.16). Biembengut explicita que a Modelagem é “o processo que envolve a obtenção de um modelo” (1999, p.20). E, nesse processo, a Modelagem é uma forma de interligar Matemática e realidade, as quais, na visão da autora, são disjuntas. Além disso, afirma que é “a estratégia usada para se chegar ao modelo” (BIEMBENGUT, 1990, p.3) e que a “Modelagem Matemática é o processo envolvido na obtenção de um Modelo” (BIEMBENGUT, 1997, p.65). Para Burak a MM “constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e tomar decisões” (BURAK, 1992, p.62). Acrescenta que, na concepção da Modelagem Matemática, dois princípios/fundamentos básicos são necessários: o interesse do grupo; e a obtenção de informações e dados do ambiente, de onde se origina o interesse do grupo (BURAK, 1998, 2005).

Vale afirmar que todos os demais trabalhos se apoiam ora em uma concepção ora em outra. Quando o foco está na Modelagem Matemática ou na construção de Modelos Matemáticos, as concepções predominantes são as de Bassanezi e Biembengut, e quando o foco está no processo de ensino e aprendizagem, as concepções dos demais autores acabam sendo enfatizadas, mesmo quando ambos os grupos de autores aparecem nos trabalhos e a tendência é de o segundo grupo predominar sobre o primeiro.

Há todo um ensaio para explicitar modos de essa aprendizagem ocorrer quando a aprendizagem colaborativa se faz presente. Para tanto, os textos focalizam ambientes virtuais em que a Modelagem Matemática é trabalhada como um modo de ensinar e de aprender, junto com conteúdos matemáticos e com o suporte da informática. A US 10.4.1 esclarece essa afirmação ao dizer que o ambiente virtual (Centro Virtual de modelagem – CVM) em que se efetuam atividades com MM proporciona aprendizagem colaborativa. Nessa dimensão, as pesquisas começam a avançar em relação às concepções de MM no ensino e na aprendizagem da Matemática das décadas de 1980 e 1990 e aos respectivos seguidores, na medida em que trazem possibilidades diversificadas de contextos de aprendizagem e de ensino.

A Modelagem Matemática é apontada como um recurso importante que permite trabalhar com conteúdos matemáticos de modelos matemáticos, com e sem *software*. As US 14.4.1, 14.4.2 e 14.4.3 expressam: efetiva e apresenta um processo de matematização trabalhando com MM da própria matemática, extraindo conceitos e propriedades do modelo construído. E a 6.4.2: conclui que no trabalho com MM o uso do software Modellus permite realizar experimentos conceituais com modelos matemáticos.

Essa indicação, sustentada pela pesquisa efetuada, é relevante, pois mostra uma imbricação entre modo de produção de conhecimento matemático, compreendido em termos de Modelagem Matemática, e modelos matemáticos e respectivos conteúdos, bem como a viabilidade de esses aspectos serem trabalhados em sua complexidade com alunos e professores. Com essas considerações, interpretamos que novos problemas de pesquisa emergem para dar conta do processo de ensinar a aprender, como, por exemplo, a concepção de aprendizagem que sustenta a abordagem do conteúdo nas atividades de Modelagem.

Outra resposta que surge com clareza pontua as dificuldades percebidas junto aos alunos em atividades cujo objetivo é trabalhar conteúdos matemáticos com Modelagem Matemática. Essas dificuldades referem-se à ausência de capacidade/habilidade dos alunos de formular problemas. Ou seja, as atividades com Modelagem Matemática solicitam que os alunos apontem os problemas com os quais querem trabalhar, de acordo com seus interesses. Entretanto, em face de um universo aberto de questões formuláveis, eles se sentem perdidos, com dificuldade de focar os problemas a serem trabalhados. Essa afirmação está presente na unidade 5.5.3, que indica um choque entre a concepção de problemas e resolução de problemas dos alunos e a concepção de problemas e resolução de problemas oriundos do trabalho com a MM; e na 5.4.2, que expõe a dificuldade dos alunos formularem problemas ao trabalharem com MM.

Além desse aspecto, as pesquisas indicam que, em cursos de formação de professores, uma dificuldade detectada junto a esses participantes evidencia a tendência a reproduzirem em suas salas de aula as atividades desenvolvidas no curso. A US 7.4.1 conclui que os alunos/professores em suas atividades docentes com MM tendem a repetir as atividades com MM desenvolvidas no curso de formação.

Esse é um indicador da falta de domínio tanto da metodologia da própria Modelagem Matemática quanto dos procedimentos didáticos possíveis, em vista dos conteúdos matemáticos especificados. É um indicador da ampla necessidade de formação desses professores, inicial ou em serviço e continuada. Além disso, pode apontar para a manutenção de um paradigma educacional, em termos de um modelo pedagógico, que tende à reprodução.

Mesmo com uma pretensa proposta de ensino diferenciada, nota-se, então, a ocorrência da preservação da prática vigente em termos socioculturais.

Quanto à modalidade de pesquisa relatada nos textos analisados, deparamo-nos com uma maioria autodenominada qualitativa e, nesse caso, o leque de diversificação é amplo. Trabalha-se com questionários abertos, com observação participante, com depoimentos descritos e tomados diretamente para análise, e também com relato de experiência. O que se revela, predominantemente, é a tendência de se tomar as descrições ou depoimentos em sua empiricidade, passando-se diretamente à análise do dito, ou não explicitando como se deu a construção das categorias analíticas, como mostram as US 2.5.1, 4.5.1 e 9.5.1, referentes à primeira unidade transcrita, e as unidades 4.3.3, 7.3.1 e 13.3.3, relacionadas à segunda transcrição. Vejamos nessa afirmação: Pesquisa qualitativa: descrição de depoimentos e construção de categorias analíticas a partir desses dados; não explicita procedimentos de análise, mas é possível entendê-lo pela leitura do texto.

Há uma tendência dos textos de trabalhar com dados quantitativos, quando o buscado permite assim expor, como testes ou provas, por exemplo, e, em seguida, proceder a uma análise qualitativa para interpretar o depoimento das pessoas que efetuaram esses testes. Isso é verificável nas US 6.5.1 e 12.5.1, conforme segue: Pesquisa quali-quantitativa: aplica questionário com respostas tratadas estatisticamente para obter informações sobre o modo pelo qual os alunos-professores trabalharam com MM e discutiram com os sujeitos os resultados. Essas duas unidades já foram convergentes na primeira análise efetuada.

Avançando nas compreensões sobre Modelagem Matemática e aspectos ontológicos e epistemológicos que sustentam seus procedimentos, é apresentada uma pesquisa que pode ser entendida como ensaio teórico e outra que traz uma metacompreensão da investigação efetuada (textos 13 e 14).

Alguns dos textos informam tratar-se de pesquisa em andamento. Nesse caso, há aquelas que apenas se insinua como pesquisa, estando em um momento de produção que espera por melhores informações e interpretações. Outras dizem respeito a uma pesquisa que já revela avanço nas interpretações e indicações, mas que são consideradas em andamento por se inserirem em um projeto maior. A maioria refere-se a pesquisas concluídas.

Ao olharmos atentamente para a pergunta que dirigimos aos textos: “Está explícita no texto a contribuição para a área? Qual?”, vimos que as contribuições indicadas são, em muitos deles, consoantes com as propostas apresentadas. Indicam possibilidades didático-pedagógicas trazidas pelas atividades com Modelagem Matemática, traçam considerações sobre o ambiente de aprendizagem característico em atividades com Modelagem

Matemática e consideram aspectos da efetivação da pesquisa com Modelagem Matemática, indicando os que facilitam e os que dificultam o trabalho com MM.

A CAMINHO DE UMA SÍNTESE DE COMPREENSÃO

As análises efetuadas mostram que as pesquisas no Brasil que têm como tema a Modelagem Matemática focam, prioritariamente, modos de o professor trabalhar tópicos de conteúdos matemáticos com o recurso de MM. Nesse tema maior incidem questões acerca do ambiente de ensino e de aprendizagem, quando são trazidas teorias sobre aprendizagem, colocações sobre a didática e a relação do ensino efetuado em contextos da realidade vivida pelos alunos. Nessa dimensão, discutem-se aspectos importantes referentes a uma postura crítica dos estudantes quando são investigados assuntos socialmente polêmicos e não matemáticos, buscando-se modelá-los. Assim, estudam-se conteúdos matemáticos relacionados com o processo de modelar.

As análises indicam ainda que os locais de trabalho ou de formação dos autores são dispersos, o que revela a ausência de um núcleo que tenha a Modelagem Matemática como tema de produção de conhecimento interseccionado com situações de aprendizagem. Esse aspecto vem ao encontro da dispersão de autores referidos. Nesse caso, dois focos são evidenciados: Bassanezi e Barbosa. Bassanezi produz/produziu conhecimento em Modelagem Matemática, matematicamente falando. Será que se preocupa ainda em trabalhar esse processo de produção em situações de aprendizagem da Matemática? E quanto a Barbosa, que caminhos estão se abrindo com seu trabalho? Além disso, mesmo os autores com menos citações, como é o caso de Burak, aparecem no cenário de investigação sobre Modelagem, ditando, em alguns trabalhos, o modo de desenvolvimento, no âmbito escolar, da Modelagem.

Outra consideração que advém de uma idiossincrasia nas pesquisas analisadas, mas que se destaca como relevante, diz respeito à busca de compreender a Modelagem Matemática para além dos procedimentos seguidos, tanto no nível da pesquisa, como no do ensino e da aprendizagem. São questionamentos que enveredam para interrogações de caráter ontológico e epistemológico a respeito da produção e do produto da Modelagem Matemática. Porém, investigações que levem em conta tais interrogações ainda são escassas no que se refere aos processos efetivados em sala de aula. O que se caracteriza como importante é uma predominância dos aspectos concernentes à realidade e ao conhecimento da Matemática para essa visão. Assim, outra questão se mostra importante para o trabalho com MM em ensino e aprendizagem de Matemática: Que horizontes de compreensão podem se abrir ao se tematizarem os aspectos ontológicos e epistemológicos da Modelagem para o ensino e para a aprendizagem da Matemática?

Dentre as perguntas encaminhadas pelo GT-10, descritas em seu relatório, a primeira e a segunda incidem diretamente no tema “Modelagem Matemática”, enquanto as demais dizem respeito a temas de pesquisa que se definem por relato de atividades investigativas. Entendemos que nossa análise nos permite contribuir com esse GT quanto às perguntas dirigidas à MM propriamente dita, ao emergirmos do mergulho que fizemos. As pesquisas com Modelagem Matemática caracterizam-se pela descrição e análise de atividades de ensino e de aprendizagem de conteúdos matemáticos que efetuam estudo de temas polêmicos contextualizados na realidade social visando a compreensão do processo de aprendizagem dos conteúdos matemáticos, da formação de postura crítica nos alunos e da elaboração/aplicação de modelos matemáticos.

Por nossas investigações, esse é o forte do efetuado. Como já mencionado, há idiosincrasias. Ao buscar compreendê-las, vemos que esse núcleo poderia ser enriquecido se as preocupações abrangessem também a produção/produto da Matemática com o trabalho de Modelagem Matemática, inclusive do ponto de vista da aprendizagem de Matemática. Dessa maneira, as questões da produção/construção do conhecimento matemático poderiam ser enfatizadas em situações de ensino, principalmente pela consideração de categorias ontológicas e epistemológicas, como as de sujeito, objeto e realidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GT 6. Educação matemática: novas tecnologias e educação a distância. In : SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3. *Anais...* Águas de Lindoia: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2006.

BARBOSA, J. C. *Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores*. 2001. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BARBOSA, J. C. Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 24. *Anais...* Caxambu. Rio de Janeiro: Anped, 2001a. p.1-15.

BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto, 2002.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. *Fenomenologia: confrontos e avanços*. São Paulo: Cortez, 2000.

_____. Hermenêutica e o fazer do professor de Matemática. *Cadernos de Pesquisa Qualitativa*, São Paulo, v.3, n.3, p.63-95, 1991. Disponível em:< www.sepq.org.br>. Acesso em: ago. 2009.

_____. Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola. *Pesquisa qualitativa em educação matemática*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p.101-114. (Col. Tendências em Educação Matemática)

BIEMBENGUT, Maria Salett. *Modelagem matemática & implicações no ensino-aprendizagem de matemática*. Blumenau: Editora da Furb, 1999.

_____. *Modelagem matemática como método de ensino aprendizagem de matemática em cursos de 1º e 2º graus*. 1990. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

_____. *Qualidade no ensino de matemática na engenharia: uma proposta metodológica e curricular*. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Curso de Engenharia de Produção e Sistema, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BURAK, Dionísio. Formação dos pensamentos algébricos e geométricos: uma experiência com modelagem matemática. *Revista Pró-Mat*, Curitiba, v.1, n.1, p.32-41, 1998.

_____. *Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem*. 1992. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

_____. Modelagem matemática: experiências vividas. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4. *Anais...* Feira de Santana, BA: CNMEM, 2005. p.1-12.

FIGAL, Günter. *Oposicionalidade: o elemento hermenêutico e a filosofia*. Petrópolis: Vozes, 2007. (Trad.: Marco Antonio Casanova)

GADAMER, Hans-Georg. *Verdade e método: traços fundamentais de uma hermenêutica filosófica*. Petrópolis: Vozes, 1997. (Trad.: Flávio Paulo Meurer)

KLUTH, Verilda Speridião. *Estruturas da álgebra: investigação fenomenológica sobre a construção do seu conhecimento*. 2005. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. Disponível em: < www.sepq.org.br >. Acesso em: ago. 2009.

MARTINS, Joel; BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. *Estudos sobre existencialismo: fenomenologia e educação*. 2. ed. São Paulo; Centauro, 2006.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. *Investigações matemáticas em sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. (Col.: Tendências em Educação Matemática)

Ricoeur, Paul. *O Conflito das interpretações: ensaios de hermenêutica*. Rio de Janeiro: Imago, 1978. (Trad.: Hilton Japiassu)

_____. *Teoria da interpretação*. Porto: Porto Editora, 1995. (Trad.: Artur Morão)

SILVEIRA, E. *Modelagem matemática em educação no Brasil: entendendo o universo de teses dissertações*. 2007. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MARIA APARECIDA VIGGIANI BICUDO

Doutora e livre-docente, professora titular de Filosofia da Educação do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista – Rio Claro
mariabicudo@uol.com.br

TIAGO EMANUEL KLÜBER

Mestre em Educação e professor colaborador da Universidade Estadual do Centro-Oeste – Guarapuava (PR) – e doutorando em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis
tiago_kluber@yahoo.com.br