

Concepções e tendências de modelagem matemática na Educação Básica

Maria Salett Biembengut

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS

maria.salett@puc.br

Resumo

Nesta pesquisa objetivou fazer o mapeamento de produções brasileiras de Modelagem Matemática na Educação (MM), publicadas em Anais de eventos nacionais e identificar a concepção e a tendência de MM no Ensino Médio dos autores. A pesquisa se dividiu em *apreensão* de informações em uma amostra de 53 artigos e *identificação* de concepções e tendências de MM a partir do que os autores expressam nos artigos. As categorias de análise foram: justificativa de utilizar modelagem, atividade e/ou tema, conteúdos matemáticos indicados, considerações sobre MM. As expressões dos autores indicam três concepções de MM: *método de ensino e pesquisa*, *alternativa pedagógica de matemática e ambiente de aprendizagem*. Concepção que uma vez captadas por outro professor lhe conduzirá a um entendimento e, caso adote em suas atividades educacionais, firmará uma tendência. Não há como subestimar o mérito e a validade das expressões dos autores sobre Modelagem Matemática na Educação.

Palavras-chave: Modelagem Matemática, Educação Básica, Concepção e Tendência.

Conceptions and tendencies of mathematical modelling in Basic Education

Maria Salett Biembengut

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS
maria.salett@puc.br

Abstract

This study aimed at mapping Brazilian publications about Mathematical Modelling (MM) in annals of national events and at identifying the authors' MM conception and the tendency applied in high school. By means of data collected in 53 articles, MM conceptions and tendencies were identified. The categories of analysis implemented were: reason to use modelling, activity and/or topic, indicated math contents and considerations about MM. Results indicate three conceptions: teaching and research method, math pedagogical alternative and learning environment. Once a teacher captures a conception, it will conduct to an understanding that adopted in his/her educational activities, will set a tendency.

Keywords: Mathematical Modelling, Basic Education, Conception and Tendency.

Introdução

O movimento pela Modelagem Matemática (MM) na Educação Básica e Superior passa a ocorrer a partir da década de 1970, praticamente ao mesmo tempo, em diversos países, inclusive no Brasil. As primeiras propostas são procedentes de professores de matemática de Cursos de Educação Superior, em particular de Cursos de Engenharia, que buscavam atender as constantes questões dos estudantes sobre *‘para que serve matemática’* e ainda as críticas recebidas de empresários sobre a formação matemática dos recém-formados engenheiros.

Como muitos professores de matemática desses cursos da Educação Superior tinham conhecimento de Matemática Aplicada, na qual a MM faz parte do programa curricular, eles passaram a propor atividades aos estudantes que lhes permitissem identificar a aplicação de conceitos e definições matemáticas e saber avaliar os resultados das situações-problema propostas nas atividades. Dentre esses professores precursores destaca-se Aristides Camargo Barreto, do Brasil, que fez uso dos processos da modelagem em suas aulas de Cálculo Diferencial Integral e Análise Matemática em Cursos de Engenharia e de Matemática nos anos de 1970 e 1980, divulgou diversos resultados das atividades de MM em sala de aula em congressos nacionais e internacionais e orientou as duas primeiras dissertações de mestrado sobre modelagem matemática na educação (BIEMBENGUT, 2009).

Destaca-se que modelagem matemática é um método de pesquisa utilizado, em particular, nas Ciências. Os procedimentos são essencialmente: (1^o) reconhecimento da situação-problema, (2^o) familiarização com o assunto a ser modelado, (3^o) formulação do problema, (4^o) formulação de um modelo matemático, (5^o) resolução do problema a partir do modelo e (6^o) validação do modelo. Como perfaz as etapas da investigação científica, a modelagem tem sido defendida na Educação Matemática. O propósito é envolver os estudantes, em qualquer fase escolar, com a associação de elementos existentes em temas/assuntos propostos ou escolhidos por eles, de forma que possam aprender matemática e fazer pesquisa (BIEMBENGUT, 2004; BASSANEZI, 2002).

As diversas atividades e práticas de modelagem matemática em sala de aula na Educação Superior e na formação continuada de professores, realizadas e divulgadas pelos precursores da MM na Educação, em diversos países, foram estimuladas e sustentadas pelo estabelecimento gradual das comunidades de professores de matemática, como por exemplo, os grupos de estudo e pesquisa e, especialmente, de professores adeptos às propostas para o ensino. O esforço

educacional para melhor prover o ensino e a aprendizagem de matemática culminou com o desenvolvimento da pesquisa e ganhou espaço significativo nas discussões e documentos oficiais de Educação em diversos países, que inclui o Brasil, em especial nas duas últimas décadas.

É crescente o número de pesquisas publicadas em revistas especializadas ou em livros. Crescente ainda o número de preleções sobre pesquisas e/ou relatos de experiências em sala de aula apresentados em eventos de Educação Matemática e de Modelagem na Educação Matemática. Essas preleções em eventos de Educação, em particular, são fontes de recursos para a melhoria da Educação; muitos professores se interessam em fazer uso em suas aulas devido a um contato primeiro com trabalhos que incentivam a utilização. E num processo cíclico e crescente, aqueles que se motivam e efetuam algum tipo de atividade, seja como uma prática em sala de aula ou como pesquisa, ao avançar para melhor compreensão dos processos e resultados, esperam compartilhar em algum evento. E essa compreensão traz a concepção da pessoa ou do grupo que realizou a pesquisa, o estudo ou a atividade em sala de aula junto aos estudantes. Concepção que advém de crenças, conhecimentos adquiridos através das experiências e das interações da pessoa com o meio que a envolve.

Segundo Thompson (1992), as concepções são os significados, os conceitos, as proposições, as regras, as imagens mentais, as preferências, dentre outros, que uma pessoa ou um grupo tem. É um processo, simultaneamente, *individual* como resultado de suas atividades e vivências, e *social* como resultado do confronto, da interação com outras pessoas e outros entes do meio. Esse conjunto de entes e relações individual e social, intimamente associados, forma uma unidade funcional mais ou menos inter-relacionada e interdependente. E, comumente, tende a difundir, ainda na mesma geração, dos ‘centros’ para as suas ‘margens’, o significado da existência e da forma de estar destas relações, conforme Linton (1971). Assim, nas diversas atividades da sociedade, a partir das concepções de diversos grupos, surgem tendências que se manifestam de diferentes formas, que se renovam pela coesão de seus elementos, pela educação e reeducação das pessoas que integram, de acordo com Ferreira (1988).

A Educação também contribui para que cada pessoa tenha diversas tendências, seja em relação aos conhecimentos formais, seja em relação aos procedimentos e métodos apreendidos ou vivenciados. Essas tendências podem incorrer em muitas implicações. Instigam diferentes entendimentos e levam a diferentes critérios para determinar os pormenores e as características relevantes

das atividades educacionais; e os respectivos entes e relações veem modificadas suas significações, diferentes daquela da anterior, corroborando para um crescente modificar. Nestes termos, a expressão de cada professor e/ou pesquisador de MM na Educação, seja nas preleções ou nas produções escritas, traz sua concepção de modelagem baseada no conhecimento ou na compreensão que ele tem advindo de experiências, vivências e estudo. Essa concepção, ao ser divulgada, contribui para gerar diferentes entendimentos e, por consequência, diferentes tendências.

Como o movimento pela Modelagem Matemática na Educação vem ocorrendo pelo menos há quatro décadas, diferentes concepções e, por recorrência, diferentes tendências têm se mostrado. Blum, Niss e Galbraith (2007) classificam as produções apresentadas em particular nas conferências internacionais de educação matemática – ICME, e de modelagem e aplicações – ICTMA, em três fases, denominando-as: da *sugestão* (1965-1975), do *desenvolvimento* (1975-1990) e da *maturidade* (desde 1990). Na *fase de sugestão*, as pesquisas sugerem que modelagem e aplicações promovem argumentos a favor da inclusão na Educação Matemática. Na *fase do desenvolvimento*, as pesquisas caracterizam-se pelo desenvolvimento de currículos e de materiais instrucionais para abranger os componentes de modelagem e aplicações. Na *fase da maturidade*, estudos empíricos de ensino e aprendizado de modelagem e aplicações têm sido adicionados à ênfase teórica de pesquisas das fases anteriores.

Kaiser, Lederich e Rau (2010) apresentam um sistema de classificação de abordagens de aplicação e modelagem na Educação Matemática baseado na análise de uma amostra de produções na literatura internacional, em particular, de conferências do *International Congress on Mathematical Education* – ICME e *International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications* – ICTMA. Nesse sistema os autores indicam cinco perspectivas de aplicação e modelagem que denominam de *realística ou aplicada*, *contextual*, *educacional*, *sócio crítica*, *epistemológica*; e uma meta-perspectiva, *modelagem cognitiva*. A saber:

- *Realística ou aplicada*, os objetivos são pragmáticos, isto é, resolver situações-problema autênticas de indústria, comércio ou ciência, permitindo aos estudantes desenvolver habilidades e competências para resolvê-las.
- *Contextual*, o objetivo centra-se em metas psicológicas, isto é, resolver situações-problema efetuando práticas e experiências a fim de que a matemática necessária à resolução destas situações faça sentido aos estudantes.

- *Educacional*, o objetivo é pedagógico, isto é, estruturar os processos de aprendizagem para introduzir e desenvolver conceitos matemáticos, motivar a aprender matemática, promover entendimento crítico do processo e do modelo desenvolvido. Os problemas são autênticos e integrados com o desenvolvimento das teorias matemáticas.
- *Sócio-crítica*, os objetivos centram-se no reconhecimento da relação entre a matemática e sociedade e na necessidade de compreensão crítica desta relação sobre o meio circundante; as situações-problema são pontos de partida para analisar a natureza e a relação do modelo matemático na sociedade, reconhecer dependência cultural.
- *Epistemológica ou teórica*, o objetivo é desenvolver teoria matemática, promovendo conexões entre atividades de modelagem e de matemática; situações-problema são designadas a levar o estudante a entender teoria matemática.
- *Cognitiva* é uma meta perspectiva, restrita à pesquisa: objetiva analisar os vários processos de modelagem com diferentes tipos de situações de modelagem, variando seu grau de autenticidade ou complexidade matemática.

Devido ao crescente interesse pela modelagem na Educação mundial e, em particular, na Educação brasileira, vem-se efetuando o mapeamento de produções acadêmicas brasileiras de modelagem matemática (dissertação de mestrado, tese de doutorado e artigos sobre pesquisas). As produções identificadas são classificadas em teóricas e aplicadas (dados empíricos advindos de práticas em sala de aula). As aplicadas estão organizadas em Ensino Fundamental, Ensino Médio, Formação inicial e continuada de professores, Educação de Adultos e Ensino Superior.

Nessa etapa da pesquisa, mapeamento de produções acadêmicas de modelagem matemática no Ensino Médio, os objetivos são identificar e compreender as concepções e as tendências de modelagem matemática dos professores/autores dessas produções. A razão de optar pelo Ensino Médio nesta fase é devido a um dos propósitos prescrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000): desenvolver um ensino dos conteúdos programáticos de forma interdisciplinar e contextualizada, a fim de que os estudantes adquiram conhecimento e habilidade em aplicá-los, fora dos limites escolares, em situações que lidarão em seu cotidiano. Destarte, se as concepções e as tendências de modelagem aplicadas ao Ensino Médio têm atendido este propósito.

Material e Métodos

Os aspectos relacionados às questões pesquisadas partem da *apreensão* de informações relevantes dos artigos: justificativa, temas ou atividades abordados, conteúdos matemáticos e considerações de MM dos autores dos artigos e da *identificação e compreensão* das concepções e das tendências. Considera-se que toda ação e prática de modelagem matemática pelos professores, baseadas na concepção que imprimem em seus trabalhos desta natureza estabelecem tendências. Trata-se de uma pesquisa documental, pois as fontes são artigos que abordam sobre MM no Ensino Médio da Educação Básica, apresentados por meio de comunicação de pesquisa científica e publicados em anais de congressos de Educação Matemática (EM) e de Modelagem na Educação Matemática (MEM) no período de 2003-2010. A pesquisa teve duas etapas.

- Na primeira etapa, *apreensão* de informações, fez-se identificação e compreensão dos artigos que tratam de MM na Educação Básica publicados em anais, classificou-os em *ensaios teóricos e empíricos* cujos dados advêm de práticas em sala de aula. Foram identificados 53 artigos completos, relativos à comunicação científica, publicados em anais de congressos de Educação Matemática e de Modelagem na Educação Matemática ocorridos entre 2003 a 2010 e, de acurada leitura, elaborou-se um resumo de cada um, grifando frases-chave para efeito de análise. A razão de tomar esses artigos e não os anteriores (1987-2002) foi pela especificidade dos congressos em período recente. Os congressos e relativos números de artigos são: quatro Conferências Nacionais de Modelagem e Educação Matemática – CNMEM (27 artigos), três Encontros Nacionais de Educação Matemática – ENEM (sete), dois Encontros Brasileiros de Estudantes de Pós-graduação em Educação Matemática – EBRAPEM (três), um Encontro Paranaense de Modelagem e Educação Matemática – EPMEM (dois), um Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – SIPEMAT (um), um Encontro Paraense de Modelagem no Ensino – EPAMM (dois), um Encontro Baiano de Educação Matemática – EBEM (dois), um Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática
- SIPEM (quatro), um Congresso Internacional de Ensino da Matemática – CIEM (quatro), um Simpósio de Educación Matemática - SEM (um). No quadro 2 do apêndice, constam referências dos artigos apreciados.

- Na segunda etapa, *identificação*, teceu-se considerações sobre esses 53 artigos tendo como referencial as proposições de *concepção e tendência*. Para identificar concepções e tendências de MM a partir do que os autores expressam nos artigos, foram estabelecidas quatro categorias para apreciação: (a) justificativa de utilizar modelagem, (b) atividade(s) e/ou tema(s) abordado(s), (c) conteúdos matemáticos indicados; (d) considerações sobre MM. Nos parênteses, consta o número de artigos que tem o referido item. Utilizou-se das cinco perspectivas definidas por Kaiser e Sriraman (2006): *realística ou aplicada, contextual, educacional, sócio crítica, epistemológica* para uma primeira análise da categoria (d): considerações sobre MM dos autores dos artigos.

Salienta-se que a classificação desses artigos, documentos da pesquisa, sob essas quatro categorias, foi baseada na compreensão e na análise de cada um dos textos. De acordo com Fleck (1986), três observações são essenciais ao efetuar esse tipo de análise: as concepções consolidadas tendem a persistir, superando eventuais observações contraditórias; as diferentes explicações podem coexistir, mesmo quando apresentam elementos incompatíveis; e o conhecimento científico não é neutro da concepção de quem estuda e prescreve os resultados. Identificar as concepções manifestadas nessas produções pode contribuir para entender como as propostas pedagógicas se alteram ao longo dos tempos e tendem para diferentes veios. Implica salientar os eixos principais das declarações dos autores de MM, tanto pelo caráter elusivo do objeto de estudo, como pelo fato de os autores estarem envolvidos no processo educativo.

Resultados e Discussões

O movimento pela Modelagem, iniciado há quatro décadas por pequeno grupo de professores como proposta para instigar o interesse dos estudantes pela matemática, ampliou significativamente, conduzindo a formação de grupos de estudo e pesquisa. Por efeito, as ações provenientes de estudo e pesquisas, ao serem divulgadas, fazem aumentar o número de interessados e adeptos. Neste veio emergem entendimentos diferentes, novas concepções influenciadas pelas experiências, que reconhecidas pelas comunidades educacionais dominantes geram novas tendências.

Dos 53 artigos analisados que focam no Ensino Médio, quatro são

ensaios teóricos, três apresentam um modelo matemático sobre algum tema para exemplificar a modelagem para o ensino de algum tópico matemático e a maioria apresenta dados empíricos obtidos de práticas em sala de aula ou de atividades experimentais com estudantes de 1ª, 2ª ou 3ª série do Ensino Médio em cursos regulares (46). De acordo com Blum, Niss e Galbraith (2007), as atividades experimentais contribuem para o aprendizado dos pesquisadores ao identificar elementos estáveis nos objetos de pesquisa, estabelecer fatos tacitamente aceitos e que permeiam a comunidade de modelagem na Educação. Passa-se às considerações sobre as categorias.

(a) Justificativa

Em todos os artigos os autores exprimem a MM como principal propósito para instigar o interesse dos estudantes em aprender matemática. Desse propósito, derivam-se dois outros: *aplicabilidade* da matemática e *interação* do estudante no processo de ensino e aprendizagem; objetivos que se entremeiam nos artigos. Em relação *aplicabilidade* tem-se: tornar a matemática significativa (8), re-significar os conceitos (10), mostrar a matemática aplicada à realidade (38) e interdisciplinar (3). E em relação à *interação* do estudante: saber tomar decisão (9), ser criativo (4) e ter senso crítico em relação às questões da realidade (12).

Em relação às *dificuldades* em realizar a MM com estudantes, a maioria dos autores salienta que o tempo disponível é insuficiente para os professores orientarem os estudantes a realizar um trabalho de MM e ao mesmo tempo ensinarem conteúdos programáticos e/ou não programáticos (39), suprirem todas possíveis dificuldades dos estudantes em sala de aula (6) e ainda, dos estudantes em dedicar-se ao trabalho de MM fora dos limites escolares (8). A despeito das dificuldades, esses autores mostram-se adeptos à MM. A defesa dos autores expressa nos propósitos indica a concepção de que a MM propicia aos estudantes capacidade para utilizar matemática na solução de problemas e tomada de decisão em outras áreas de conhecimento e diferentes contextos, fora dos limites escolares.

(b) Atividade ou tema

A maioria dos artigos que apresentam dados empíricos oriundos de práticas em sala de aula registra que o tema/assunto foi único em cada experiência

realizada. Nem todos informam se os estudantes escolheram o tema entre outros propostos ou se o professor sugeriu e eles acataram. As atividades descritas indicam que os estudantes levantaram ou dispuseram de dados a respeito do tema, inteiraram-se sobre esses dados e foram levantadas questões sobre o tema a fim de resolvê-las. Na resolução dessas questões 37 efetuaram aplicações matemática, seis adaptaram os dados a um modelo matemático e cinco seguiram os procedimentos prescritos na literatura de modelagem como orientação as etapas de pesquisa. Um modelo é requerido quando em uma situação-problema os dados disponíveis são insuficientes para se utilizar de uma estrutura matemática e resolvê-la. De qualquer forma, os autores indicam que nestas atividades os procedimentos adotados procuraram levar os estudantes a peregrinar como curiosos: levantando questões, buscando meios de obter respostas, discutindo e refletindo sobre estes resultados.

(c) Conteúdos matemáticos abordados

Nos exemplos apresentados nos artigos em seis não indicam os conteúdos matemáticos desenvolvidos e em cada um dos 43 artigos, o conteúdo matemático desenvolvido ou aplicado relativo ao programa do Ensino Médio restringe-se: funções polinomiais (1º e/ou de 2º grau) e/ou exponencial (22), geometria plana e/ou espacial (9), análise combinatória e probabilidade (2), geometria analítica (1), sistemas lineares (1), trigonometria (2), estatística (2). E há também artigos que nas atividades apresentam somente conteúdos de 7º ano do Ensino Fundamental: razão, proporção e porcentagem. Não há em nenhum artigo uma explicitação sobre o porquê de abordarem somente esses conteúdos, tampouco se foram estendidas as definições, as propriedades, os teoremas, dentre outras.

Não se pode afirmar por meio dos conteúdos abordados se o propósito da atividade visava, fundamentalmente, a mostrar aplicabilidade da matemática e levar o estudante a participar do processo da modelagem, ou se para alguns desses autores dos artigos analisados os temas escolhidos, frente ao tempo disponível em sala de aula, não lhes permitiram ir além de conceitos matemáticos.

Por isso, não se pode identificar com precisão as concepções de MM dos autores, bem como as concepções advindas de experiências, entendimentos e crenças da MM na Educação. A concepção de MM do professor depende do que ele conhece de MM: proveniente de quem e sob quais circunstâncias, estudos, experiências realizadas e tempo vivenciado. Concepção formada a partir da

compreensão dos elementos percebidos nas vivências e experiências e, então, da formação de significados.

Considerações de MM

Nessa categoria, *considerações de MM*, assinalou-se as principais declarações dos autores que constam nas análises e conclusões dos respectivos artigos, agrupou-as pela similaridade, fez-se adaptação deixando os verbos na forma infinitiva. A partir desse agrupamento, primeiramente classificou-as em uma das perspectivas propostas por Kaiser, Lederich e Rau (2010). No quadro 1, a seguir, as declarações e o número de artigos em que aparecem. Destaca-se que na coluna ‘total’ encontra-se número de artigos em que as declarações referidas à perspectiva. Como a maioria se refere ao estudante, pela mesma razão omitiu o termo “estudante”. Assim, a cada declaração está subentendida “ao/para o estudante”.

Quadro 1 – Principais declarações dos autores

Perspectivas	Declarações dos autores	Total
Realística	Desenvolver a capacidade para resolver problemas, tomar decisões, raciocinar logicamente e pesquisar; Levar à busca e à interpretação dos dados; Instigar senso de investigação, compreensão, interpretação da realidade e conscientização; Instigar a perseverança na busca de soluções dos problemas propostos, juntamente com os colegas.	10
Contextual	Aprender como a matemática se faz presente no cotidiano; Possibilitar a relação entre conteúdos matemáticos escolares e realidade; Ressignificar os conceitos por meio da leitura e interpretação de textos interdisciplinares, contextualizando os saberes escolares.	17
Educacional	Proporcionar aprendizagem significativa, refletindo sobre a importância da matemática escolar; Auxiliar a aprendizagem dos que apresentam dificuldades de compreensão de conceitos e conteúdos matemáticos; Reduzir as dificuldades em relação à interpretação dos enunciados e à resolução dos problemas; Permitir aula motivadora, dinâmica e enriquecedora que leve à aprendizagem significativa da matemática; Conscientizar em relação ao meio ambiente; Tratar assuntos de relevância social e que proporcionem aprendizagem significativa (03).	11

Sócio crítica	Levar à conscientização na vertente sócio crítica, que pressupõe a associação de reflexões; Enfatizar a matemática como instrumento de questionamento social, contribuindo com a competência crítica; Formar consciência crítica sobre a situação-problema estudada, levando a um posicionamento crítico; Envolver em questões da realidade que levem da consciência ingênua à consciência crítica; Possibilitar caminhos para aquisição de conhecimento e preservação da humanidade, paz, solidariedade, amizade, respeito e ética.	08
Epistemológica	Apreender conceitos matemáticos a partir de conexões entre matemática e as diferentes áreas curriculares; Resolver situações-problema para entender a teoria matemática.	03

Ao comparar as *considerações* dos autores nos artigos, agrupadas e classificadas sob as cinco perspectivas de Kaiser, Lederich e Rau (2010) com as *justificativas* e as *atividades* desenvolvidas com os estudantes, verifica-se que as cinco entremeiam todas as pesquisas em maior ou menor ênfase. Baseada nessa ênfase, considera-se três concepções de modelagem matemática na Educação, reagrupando as cinco perspectivas, assim denominadas: *método ou estratégia* (realística e epistemológica), *alternativa pedagógica* (contextual e educacional) e *ambiente de aprendizagem* (sócio-crítica). Concepções que uma vez captadas por outro professor interessado em MM, o conduzirão a um entendimento e, caso venha a adotá-las em suas atividades educacionais, firmará a tendência.

O primeiro enfoque, *método ou estratégia*, foi identificado 13 artigos (26,7%). Nessa concepção, defendida por alguns precursores da MM na Educação brasileira, os procedimentos envolvidos na modelagem devem permitir ao estudante aprender matemática a partir de assuntos de outras áreas e, ao mesmo tempo, aprender a fazer pesquisa, isto é, levantar questões e dados sobre o tema ou assunto, formular hipóteses e daí formular um modelo matemático, e na etapa final, solucionar as questões levantadas a partir do modelo e avaliar o modelo. Neste enfoque, conforme Borges, Drews e Silva (2005, p.12-13), a MM é “fundamental para a formação de um profissional que use o conhecimento científico como ferramenta de trabalho para identificar e entender um problema, propor modelos, discutir métodos matemáticos de solução e a sua validação, e a modelagem matemática proporciona todos esses procedimentos”.

O segundo enfoque, *alternativa pedagógica*, se faz presente na maioria dos artigos (57 %). Nesta concepção, o objetivo principal é a aprendizagem matemática do estudante. A modelagem é um caminho para instigar a motivação,

o interesse do estudante em aprender matemática a partir de assuntos ou temas do contexto dele. Como disse Bisognin *et al* (2008, p 324), a MM na sala de aula “é uma estratégia que pode e deve ser utilizada em alguns momentos na sala de aula e em diferentes níveis de ensino”.

O terceiro enfoque, *ambiente de aprendizagem*, foi identificado em 17,3 %. Nesta concepção, a modelagem tem foco na questão social. Os procedimentos da MM na Educação primam por mostrar a matemática como ‘meio’ para refletir, discutir e analisar questões sociais. Como expressa Araújo (2004, p. 10), “modelagem matemática, quando fundamentada pela educação matemática crítica, pode proporcionar ricos momentos de discussões sobre o papel da matemática na sociedade. Os estudantes têm a oportunidade de vivenciar uma matemática em ação, o que demanda não apenas discussões de conteúdo matemático, mas também de economia, sociologia, geografia, ecologia ou qualquer outra área, dependendo do tema escolhido para ser estudado”.

Pelas proposições e declarações dos autores desses 53 artigos analisados, pode-se verificar que tem sido possível difundir a MM não apenas como forma de aplicar os conhecimentos matemáticos, mas, especialmente, por levar aos estudantes à ideia de pesquisa, instigar neles senso crítico e criativo, desenvolver um conceito de cultura ao estudar os modos de vida da comunidade a partir de um tema de interesse, saber distinguir os propósitos do ensino da matemática, indicar possibilidades na utilidade da modelagem, em especial no tratamento de problemas que incidem na sociedade. Isto é, estabelecer o princípio da modelagem com o fim em aprimorar a Educação brasileira que possa valer base à sociedade.

Conforme Thompson (1992), as concepções de um professor advêm de conceitos, significados, regras e preferências relacionadas com a disciplina, imbuídas das crenças conscientes ou subconscientes que adquiriu em sua formação escolar e experiência profissional. Schoenfeld (1991) indica que as concepções não operam individualmente, mas fazem parte de um sistema de concepções: da matemática, da perspectiva com a qual o professor aborda a matemática e das tarefas matemáticas. E esse sistema pode determinar de que modo o professor decide abordar um problema, que técnicas ele usará ou evitará e quanto tempo e esforço ele dedicará ao problema.

Embora haja concepções distintas, elas convergem no entendimento de que a MM possa contribuir não somente para aprimorar o ensino e a aprendizagem matemática, como também para provocar uma reação e interação entre corpo docente e discente envolvidos na contínua e necessária produção

do conhecimento. Uma partilha mútua de experiências adquiridas. Conforme Maturana e Varela (2001), no fazer se conhece e “todo ato de conhecer produz um mundo”.

Essas três concepções de MM indicadas pelos textos, sem dúvida representam a soma de contribuições de muitos professores e estudantes interessados em melhorar a aprendizagem escolar, aprimorando o conhecimento e para melhor viver e agir na sociedade. Ações que cada um imprime em seu próprio meio, suas próprias atividades combinadas com as imbricadas de outras e, por recorrência, a formação de cada pessoa, da comunidade, do setor profissional ou produtivo, da sociedade. Para Ponte (1992), a concepção encontra-se no núcleo do conhecimento tanto declarativo como processual do professor e que, por estarem associadas a valores e experiências diversas, podem manifestar-se de modos distintos numa dada situação de prática.

Considerações Finais

As declarações de MM apresentadas nesses textos analisados indicam o conhecimento que seus autores têm de MM e que ao partilhá-lo tendem a manifestar seus valores e experiências diversas. Para Fleck (1986), o saber se desenvolve de acordo com leis históricas nas quais se podem identificar regularidades. Quando uma pessoa explicita um conhecimento, o faz a partir das interações com o objeto do conhecimento e das relações que são mediatas, dispondo de uma concepção. Assim, todo conhecimento traz uma concepção de quem o propõe a partir de específica vivência, educação, modo de entender as diferentes questões envolvidas, de conectar com diferentes regras e com diferentes propósitos. Produções que trazem, mesmo que de forma velada seu contexto histórico, social e educacional, conforme Salles (2007).

A apreensão empírica, expressa em documentos, muitas vezes é subjetiva e independente do empenho do pesquisador em ser exato e objetivo. Segundo Wurman (1991), as ideias precedem a compreensão dos fatos, embora a superabundância de fatos tenda a obscurecer a questão. Só é possível compreender um fato dentro do contexto de uma ideia. Assim, procurou-se perceber fatos e ideias junto aos documentos e compreender como estes fatos combinam-se e (re) combinam-se no decurso destes anos. Não se tratou de analisar a concepção dos autores, pesquisadores de modelagem matemática na educação a partir de critérios atemporais e imutáveis, mas de compreender os multifios do saber que aceitos

pela comunidade de professores de matemática devem estabelecer tendências.

A concepção de MM adotada pelos autores nas experiências de ensino tem um preceito comum: tornar os estudantes mais interessados nas aulas de matemática a partir do que entendem, vivenciam e possam participar, seja com base em seus conhecimentos prévios, ou em suas crenças. E as tendências identificadas sugerem que nas práticas de sala de aula as propostas têm buscado encorajar os estudantes a se envolverem ativamente na sua aprendizagem, produzirem trabalhos a partir de necessidades, interesses, metas pessoais de forma desafiadora e talentosa e levarem a risco compromissos humanitário.

A essência da MM no ensino é primar sempre por envolver os estudantes com a associação de elementos existentes no que diz respeito ao próprio tema. Essa associação pode incluir um modelo ou aplicação existente ou uma lei fundamental ou uma mudança de variável. A expectativa é que se os estudantes aprenderem a traduzir as questões reais ou as que imaginam em linguagem matemática e se interessarem a apresentar soluções, meios de verter a produção em termos compreensíveis, pode-se esperar por melhor formação deles quando vierem a atuar profissionalmente.

Nesse sentido, se a concepção de MM na Educação do professor, seja como *método ou estratégia de ensino, alternativa pedagógica* ou *ambiente de aprendizagem*, convergir para essa formação, o valor de suas realizações com os estudantes tende a frutificar. A arte da MM está em guiar os estudantes para uma adequada compreensão do meio em que vivem e o potencial da MM adquirida, pô-las em prática. Conforme Linton (1971, p.77), “o ser vivo aprende seu ambiente e age para adaptar-se a ele”. E ao viver em comunidade, a pessoa defronta a natureza e a natureza do outro, não de forma isolada, mas na qualidade de membro de um grupo cooperativo e organizado.

Assim, não há como subestimar o mérito e a validade das expressões dos autores de MM sobre seus conhecimentos, experiências e entendimento sobre Modelagem Matemática na Educação Básica. Quaisquer que sejam os pontos teóricos em questão, as concepções influenciadas pelas experiências ou pelas representações sociais dominantes que geraram; importa reconhecer que contribuições positivas como essas levarão a novas tendências, novas concepções, novos conhecimentos.

Essa análise mostra, por um lado, que atualmente mais desenvolvimentos significativos estão a ter lugar no âmbito da discussão sobre modelagem e, por outro, indica que estas concepções advêm com as anteriores existentes. Uma

clarificação de conceitos precisos é necessária a fim de apontar para o debate e contribuir para uma melhor compreensão mútua. Assim, esta sugestão para uma análise da atual discussão sobre modelagem matemática na Educação pretende ser um primeiro passo no bom sentido.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, Jussara de Loiola. Modelagem Matemática segundo a Educação Matemática Crítica. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8. 2004, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2004. CD-ROM.

BASSANEZI, Carlos Rodney. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, Maria Salett **Modelagem Matemática: Mapeamento das Ações Pedagógicas dos Educadores de Matemática**. Tese de Pós – Doutorado, São Paulo, 2003.

_____. **Modelagem Matemática & implicações no ensino e na aprendizagem de Matemática**. 2. ed. Blumenau: Edifurb, 2004.

_____. **Mapeamento da Modelagem Matemática no Ensino Brasileiro**. Relatório de Iniciação Científica - Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico Científico – CNPq, 2007.

_____. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, UFSC, v. 2, n. 2, p. 7-32, 2009.

BISOGNIN, Vanilde et al. Contribuições da modelagem matemática para o ensino médio: ângulo de visão das cores do arco-iris. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3. 2008, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: Unicentro, 2008. CD-ROM.

BLUM, Werner; NISS, Mogens; GALBRAITH, Peter. **Modelling and Applications in Mathematics Education**. New York: Springer, 2007.

BORGES, Pedro Augusto Pereira; DREWS, Sonia Beatriz Telles; SILVA, Denise Knorst da. Modelagem Matemática e o Ensino de Álgebra. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4. 2005, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, 2005. CD-ROM.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da

Educação, 2000.

FERREIRO, Emília. **Reflexões sobre alfabetização**. 13. ed. São Paulo: Cortez, 1988.

FLECK, Ludwik. **La Génesis y el Desarrollo de un Hecho Científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

KAISER, Gabriele; LEDERICH, Carl; RAU, Vin. Theoretical Approaches and Examples for Modelling in Mathematical Education. In: BERINDERJEET, Kaur; JAGUTHSING, Dindyal. **Mathematical Applications and Modelling**. Singapore: Word Scientific, 2010. p. 219-246.

LINTON, Ralph. **O Homem: uma Introdução à Antrologia**. 8. ed. São Paulo: Livraria Martins, 1971.

MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco G. **A Árvore do Conhecimento**. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Palas Athena, 2001.

PONTE, João Pedro da. **Concepções dos professores de matemática e processos de formação: Educação Matemática**; Temas de Investigação. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1992.

SALLES, Antônio Carlos de. **Nem gênios, nem heróis: a história da ciência em Ludwik Fleck**. 2007. 127 f. Dissertação (Mestrado em História) – Programa de Pós-Graduação em História da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SCHOENFELD, A. What's all the fuss about problem solving? **ZDM**, Berlim, n. 1, p.4-8, 1991.

THOMPSON, Alba G. Teacher's beliefs and conceptions: a synthesis of the research. In: GROUWS, Douglas A. **Handbook for research on Mathematics Teaching and Learning**: New York: Macmillan, 1992. Cap. 7, p. 127-146.

WURMAN, Richard S. **Ansiedade de Informação: Como Transformar Informação em Compreensão**. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1991.

Recebido em novembro de 2011

Aprovado em dezembro de 2011

Apêndice

Quadro 2: Artigos de Modelagem no Ensino Médio apresentados como comunicação científica e publicados em Eventos de Educação Matemática (2003-2010)

Nº	Autor(es)	Título
X Encontro Nacional de Educação Matemática - X ENEM - Salvador - BA - 2010		
53	Elaine Cristina Ferruzzi, Rodolfo Eduardo Vertuan, Karina Alessandra Pessoa da Silva, Lourdes Maria Werle de Almeida	Possibilidades de desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática em diferentes níveis de escolaridade
52	Tiago Emanuel Klüber	Considerações sobre prática(s) de Modelagem Matemática na Educação Matemática
51	Giseli Virginia Sonego, Eleni Bisognim	As contribuições da etnomodelagem matemática no estudo da geometria espacial
50	Paulo Cléber Mendonça Texeira, Allana Souza e U Silva	Uma aplicação da modelagem matemática
VI Conferência Nacional de Modelagem e Educação Matemática - VI CNMEM - Londrina - PR - 2009		
49	Antonio Carlos Fonseca Pontes; Antonio Carlos Fonseca Pontes Junior	* Uma Abordagem Simples para Possibilitar o Ensino da Correlação de Postos (Correlação de Spearman) no Ensino Médio
48	Cintia da Silva; Clélia Maria Ignatius Nogueira; Lilian Akemi Kato	* Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica e Aprendizagem Significativa Crítica em Livro Didático de Matemática do Ensino Médio
47	Claudia Carreira da Rosa; Lourdes Maria Werle de Almeida	* O Fenômeno de Congruência em Registros de Representação Semiótica: Análise de uma Atividade de Modelagem Matemática
46	Felipe de Carvalho Barros; Marcelo de Oliveira Dias	* Modelagem Qualitativa Exploratória da Teoria de Van Hiele Proposta do Ambiente de Jogo Computacional YOGEO
45	Luzinete de Oliveira Mendonça; Celi Espasandin Lopes	* A Educação Estatística e a Modelagem Matemática no Ensino Médio
44	Silas Venâncio; Lilian Akemi Kato	* A Modelagem Matemática como Ambiente Favorecedor da Aprendizagem Significativa
XIII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação - XIII EBRAPEM - Goiania - GO - 2009		
43	Francivaldo de Sousa Barbosa, Alessandro Jacques Ribeiro	Multisignificados de Equação no Ensino Médio: uma proposta de ensino utilizando a modelagem matemática
III Encontro Paranaense de Modelagem e Educação Matemática - III EPMEM - Guarapuava - PR - 2008		

42	Fábio Roberto Vicentin; Dionísio Burak	Modelagem Matemática como instrumento do processo de ensino e aprendizagem matemática
41	Lênio Fernandes Levy; Adilson Oliveira do Espírito Santo	Conjugando, na modelagem matemática, o tema religião e alguns debates paradigmáticos
II Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática - II SIPEMAT - Recife - PE - 2008		
40	Maria Aparecida Silva Cruz	Um modelo fractal para ser explorado na sala de aula
II Encontro Paraense de Modelagem Matemática no Ensino - II EPAMM - Belém - PA - 2008		
39	Cláudia de Oliveira Lozada; Anneliese de Oliveira Lozada; Edilene Farias Rozal	Contextos Interdisciplinares: um texto paradidático para modelagem matemática em turmas do eja
38	Paulo Vilhena da Silva, Marisa Rosâni Abreu da Silveira	Modelagem Matemática em sala de aula: aprendizagem significativa e contrato didático
XII Encontro Nacional de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática - XII EBRAPEM - Rio Claro - SP - 2008		
37	Mirian Maria Andrade, Maria Lúcia L. Wodewotzki	Articulando educação estatísticas e modelagem matemática em uma investigação com o ensino médio
36	Luis da Silva Campos	Modelagem Matemática de Fenômenos Físicos Envolvendo Grandezas Proporcionais e Funções do Primeiro Grau, Através de Atividades Experimentais
IX Encontro Nacional de Educação Matemática - IX ENEM - Belo Horizonte - MG - 2007		
35	Ademir Donizeti Caldeira; Martha Joana Tedeschi Gomes	Modelagem Matemática E Os Detentos Operários Da Construção Civil
34	Marcos Além da Silva Elizabeth Mendes de Oliveira	Modelagem Matemática: Consumo Inteligente De Energia Elétrica
XII Encontro Baiano de Educação Matemática - XII EBEM - Senhor do Bonfim - BA - 2007		
33	Clenilda Ferreira Dias; Regina Lúcia de Castro e Castro; Alayde Ferreira dos Santos	Cubagem de Terra num Ambiente de Modelagem Matemática
32	Maria Izabel Lopes de Araújo Fernandes; Lynn Alves	Modelos Matemáticos: um estudo sobre o desempenho dos Alunos na interpretação da Função Quadrática
V Conferência Nacional de Modelagem e Educação Matemática - V CNMEM - Ouro Preto - MG - 2007		
31	Lênio Fernandes Levy, Adilson Oliveira do Espírito Santo	A relação histórica da filosofia com a (Modelagem) Matemática e a diagnose das interações cognitivas em uma sala de aula: o primeiro passo para uma experiência de Modelagem interdisciplinar
30	Márcio Urel Rodrigues, Gelson J. Neckel, Minéia Cappellari Fagundes	Investigando o consumo de energia e aprendendo conceitos matemáticos por meio da Modelagem Matemática
29	Mario Oliveira Thomaz Neto, Jocimar Albernaz Xavier	Explorando a lei dos senos e lei dos cossenos a partir da modelação do telhado de duas águas

III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática - III SIPEM - Recife - PE - 2006		
28	Arthur Gonçalves Machado Júnior; Adilson Oliveira do Espírito Santo; Francisco Hermes Santos da Silva	O Ambiente de Modelagem Matemática e a Aprendizagem dos Alunos: relatos de experiência
27	Cláudia O. Lozada; Wagner Morrone; Mauro Sérgio Teixeira de Araújo; Luiz Henrique Amaral	Os Modelos Matemáticos e a sua Importância para o Ensino de Física no Ensino Médio
26	Denise Helena Lombardo Ferreira; Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki	O Tratamento de Questões Ambientais através da Modelagem Matemática: um trabalho com alunos do Ensino Fundamental e Médio
25	Karla Jaqueline Souza Tatsch; Vanilde Bisognin	Modelagem Matemática no Ensino Médio: uma alternativa para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem
IV Conferência Nacional de Modelagem e Educação Matemática - IV CNMEM - Feira de Santana - BA - 2005		
24	Alzenir Virginia Ferreira Soistak; Dionísio Burak	Modelagem Matemática: uma alternativa de ensino aprendizagem da matemática
23	Arlindo José de Souza Junior, Douglas Silva Fonseca, Adriana Rodrigues, et al.	Produção coletiva sobre saberes docentes relativos ao trabalho com informática e modelagem matemática no cotidiano da escola pública.
22	Auxiliadora Baraldi Pacheco	As Chances de Acertar a Quina uma Modelagem Com Jogos em Análise Combinatória
21	Cláudio Camargo Coelho	Uso da astronomia no ensino de matemática.
20	Dionísio Burak	Modelagem Matemática experiências vividas
19	Lourdes Maria Werle de Almeida; Rodolfo Eduardo Vertuan	M.M e registro de representação semiótica: um exemplo abandonando o trabalho infantil no Brasil
18	Maria Isaura Albuquerque Chaves	Modelagem Matemática e contrato didático: impressão de uma experiência
17	Maria Lúcia Pessoa Chaves Rocha e Adilson Oliveira Espírito Santo	Matemática e Cartografia: como a cartografia pode contribuir no processo ensino-aprendizagem da matemática?
16	Mario Oliveira Thomaz Neto, Shyrleny Suely Aberu da Costa	Explorando modelos matemáticos subjacentes à estrutura das pipas.
15	Pedro Augusto Pereira Borges, Denise Knorst da Silva, Sonia Beatriz Telles Drews.	Modelagem Matemática e o Ensino da Álgebra
14	Roseli de Alvarenga Corrêa; Roberto Lessa de Carvalho	Modelagem Matemática em um curso noturno do ensino médio: uma investigação sobre suas possibilidades
13	Tiago Emanuel Klüber, Dionísio Burak	Modelagem Matemática: uma experiência concreta
III Congresso Internacional de Ensino da Matemática - III CIEM - Canoas - RS - 2005		

12	André Gustavo Oliveira da Silva; Lourdes Maria W. de Almeida.	A Modelagem Matemática e a Construção da Cidadania no Contexto da Educação Matemática Crítica
11	Carla Dallagnol Oliveira; Carmen Teresa Kaiber	Os Professores de Matemática do Ensino Médio e a Utilização da Modelagem Matemática, da Resolução de Problemas e de Projetos de Trabalho
10	Clarissa Trojack Della Nina	Modelagem Matemática e Novas Tecnologias: uma alternativa para a mudança de concepções em matemática
9	Karla Jaqueline Souza Tatsch, Lozicler Maria Moro dos Santos, Vanilde Bisognin	Modelagem Matemática no Ensino Médio: questões sobre a Previdência Social brasileira
VII Simposio de Educación Matemática - VII SEM - Chivilcoy - Argentina - 2005		
8	Nelson Hein, Calisto José Sevegnani	Modelagem Matemática no Ensino de Geometria Analítica usando Antenas parabólicas
VIII Encontro Nacional de Educação Matemática - VIII ENEM - Recife - PE - 2004		
7	Vanessa Sena Tomaz	Uma Experiência de Modelagem Matemática em Sala de Aula
III Conferência Nacional de Modelagem e Educação Matemática - III CNMEM - Piracicaba - SP - 2003		
6	Ana Maria Côgo	O ensino-aprendizagem de Matemática no ensino fundamental: uma abordagem a partir da Modelagem
5	Anízio Perissinotto Jr., Fabiana Andrade Machado, Benedito Sérgio Denadai	Modelação Matemática – Ponto de “inflexão”
4	Catharina de Oliveira Corcoll Spina	A Modelagem Matemática no processo de Ensino-Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Médio
3	Laécio Carvalho de Barros	Matemática X Barba do Imperador D. Pedro II
2	Renata Pinheiro Cardoso, Fábio Ferrentini Sampaio	Modelagem Computacional como ferramentas no ensino de Matemática
1	Sérgio Noriaki Sato	Modelando com Calendários