

# **A modelagem como ferramenta no ensino da matemática**

Maria Eugênia de Carvalho e Silva (Mestre)

Curso de Matemática- Universidade Tuiuti do Paraná

Débora Cristina Sant`Ana (Discente)

Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia - Universidade Federal do Paraná

---

## Resumo

A Matemática sempre foi, e ainda é, considerada como uma área do conhecimento pronta, acabada, perfeita, pertencente apenas ao mundo das idéias e cuja estrutura de sistematização serve de modelo para outras ciências. A consequência dessa visão em sala de aula é a imposição autoritária do conhecimento matemático por um professor que, supõe-se, domina e o transmite a um aluno passivo, que deve se moldar à autoridade da *perfeição científica*. A essa visão da Matemática se contrapõe aquela proposta pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, onde se considera o conhecimento em constante construção e os indivíduos, no processo de interação social com o mundo, reelaboram, complementam, complexificam e sistematizam os seus conhecimentos. A Modelagem Matemática, processo que traduz a linguagem do mundo real para o mundo matemático, não é uma novidade deste século. Desde os tempos mais remotos o indivíduo procura resolver os problemas de sua existência com os recursos que o próprio meio em que vive oferece, buscando para isso conhecê-lo e compreendê-lo. A compreensão de Modelagem é apresentada em termos do processo de construção do modelo matemático, traduzido em esquemas explicativos. No entanto, na prática escolar, este conceito está sendo interpretado de forma equivocada. Professores e, conseqüentemente, alunos, confundem Modelagem Matemática com aplicações de matemática. Este trabalho esclarece o que é modelo e Modelagem Matemática e descreve a percepção de professores de Matemática acerca da Modelagem no processo ensino-aprendizagem.

**Palavras-chave:** Modelagem matemática, resolução de problemas, metodologia de ensino

## Abstract

The Mathematics was always, and it is still, considered as a ready, finished, perfect, area of the knowledge belonging just to the world of the ideas and whose structure serves of model for another sciences. The consequence of that vision in class room is the authoritarian imposition of the mathematical knowledge by a teacher that, it is supposed, dominates and transmits it to a passive student, that should be molded to the authority of the *scientific perfection*. To that vision of the Mathematics that proposal is opposed by the government organs, where the knowledge is considered in constant construction and the individuals, in the process of social interaction with the world, they re-elaborate, they complement, they turn its complex and systematized knowledge. Mathematical Modelling, process that translates the language of the real world to the mathematical world, is not a novelty of this century. Since the most remote times the individual tries to solve the problems of its existence with the resources that the own place in that lives he offers, trying to know it and to understand it. The understanding of Modelling is presented in terms of the process of construction of the mathematical model, translated in explanatory outlines. However, in the school practice, this concept is being interpreted in a mistaken way. Teachers and, consequently, students, confuse Mathematical Modelling with mathematics applications. This work illuminates what is model and Mathematical Modelling and it describes the teachers' of Mathematics perception concerning Modelling in the process teaching-learning.

**Key-words:** Mathematical Modelling, resolution of problems, teaching methodology

## Introdução

A Modelagem Matemática, processo que traduz a linguagem do mundo real para o mundo matemático, não é uma novidade deste século. Desde os tempos mais remotos o indivíduo procura resolver os problemas de sua existência com os recursos que o próprio meio em que vive oferece, buscando para isso conhecê-lo e compreendê-lo. Entretanto, a Modelagem tem sido aplicada com maior intensidade nas últimas três décadas, ganhando *espaço* nas discussões sobre ensino e aprendizagem, com posicionamentos a favor e contra sua utilização como estratégia de ensino de matemática.

No Brasil, a Modelagem está ligada à noção de trabalho de projeto. Trata-se em dividir os alunos em grupos, os quais devem eleger temas de interesse para serem investigados por meio da matemática, contando com o acompanhamento do professor (Biembengut, 1999).

As experiências no Brasil possuem forte influência antropológica, política e sócio-cultural, já que têm procurado partir do contexto sócio-cultural dos alunos e

de seus interesses. Esta pode ser considerada uma marca dos trabalhos brasileiros de Modelagem, ao contrário do movimento internacional que não apresenta esta preocupação de forma muito aparente (Barbosa, 1999).

A compreensão de Modelagem é apresentada em termos do processo de construção do modelo matemático, traduzido em esquemas explicativos. No entanto, na prática escolar, este conceito está sendo interpretado de forma equivocada. Professores e, conseqüentemente, alunos, confundem Modelagem Matemática com aplicações de matemática. Existe uma distinção significativa entre as resoluções de problemas que envolvem a Modelagem e as que não empregam a Modelagem.

A par disto, o objetivo deste trabalho consiste em discutir e elucidar o que é Modelagem Matemática tanto no contexto da proposta metodológica para o ensino, como no contexto de resoluções de problemas e, paralelamente, apontar algumas implicações para o professor e o aluno no ensino e aprendizagem de matemática. Não há a pretensão de se esgotar o assunto neste trabalho, nem de colocar suas posições na alteridade dos discursos. A intenção é apontar a necessidade de Modelagem – na perspectiva da Educação Matemática – se envolver no ciclo permanente da teoria-prática.

Nesse sentido, o presente trabalho esclarece o que é modelo e Modelagem Matemática e descreve a percepção de professores de Matemática acerca da Modelagem no processo ensino-aprendizagem.

## Modelagem e conhecimento matemático

A Matemática sempre foi, e ainda é, considerada como uma área do conhecimento pronta, acabada, perfeita, pertencente apenas ao mundo das idéias e cuja estrutura de sistematização serve de modelo para outras ciências. A conseqüência dessa visão em sala de aula é a imposição autoritária do conhecimento matemático por um professor que, supõe-se, domina e o transmite a um aluno passivo, que deve se moldar à autoridade da *perfeição científica*. Outra conseqüência e, talvez, a de resultados mais nefastos, é a de que o sucesso em Matemática representa um critério avaliador da inteligência dos alunos, na medida em que uma ciência tão nobre e perfeita só pode ser acessível a mentes privilegiadas, os conteúdos matemáticos são abstratos e nem todos têm condições de possuí-los.

A essa visão da Matemática se contrapõe aquela proposta pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, onde se considera o conhecimento em constante construção e os indivíduos, no processo de interação social

com o mundo, reelaboram, complementam, complexificam e sistematizam os seus conhecimentos (Carvalho, 1994).

A Matemática é a mais antiga das ciências. Por isso ela é difícil, por ter caminhado muito, ter sofrido muitas rupturas e reformas, possuindo um acabamento refinado e formal. Mas caminhou muito justamente por ser fácil. É isso que se deve considerar quando se está lecionando, procurando colocar o assunto no nível do desenvolvimento do aluno. Cada período tem suas características, seu grau de abstração, de elaboração, de acabamento e, conseqüentemente, sua didática (Neto, 1987).

Chega-se no ponto chave, na raiz do problema – a didática. A maneira como um assunto é abordado pelo professor é fundamental para o aprendizado do aluno. No entanto, em sala de aula, são trabalhados exercícios repetitivos, resolvidos por meio de procedimentos padronizados, previsíveis por aluno e professor. Esse método de ensino valoriza a memória em detrimento a compreensão, ao aprendizado.

Já tem algum tempo que se iniciou um trabalho em busca de novas metodologias de ensino de Matemática. Uma das mais recentes propostas – embora já exista há anos, somente recentemente tem sido dada ênfase a esse tema – é a Modelagem Matemática. No entanto, os conceitos de Modelagem Matemática e

modelo matemático são facilmente confundidos e entendidos como iguais.

Diante disto, procurou-se conceituar de forma clara e objetiva, modelo matemático e Modelagem Matemática.

## Modelo matemático

O termo modelo foi introduzido na matemática no último século com as descobertas das geometrias não euclidianas de Riemann e Lobachewski. Entretanto, antes disso, pode-se encontrar modelos matemáticos nos trabalhos que envolviam conceitos como função, números naturais, conjuntos, entre outros. Atualmente, o termo modelo matemático é amplamente utilizado no circuito acadêmico e tem diversas conotações e algumas poucas definições (Leal, 1999). Abaixo são apresentadas algumas das definições pesquisadas:

*O modelo matemático é uma imagem que se forma na mente, no momento em que o espírito racional busca compreender e expressar de forma intuitiva uma sensação, procurando relacionar com algo já conhecido, efetuando deduções.* (Granger, citado por Biembengut, 1999)

*Modelo matemático é um sistema axiomático consistindo de termos indefinidos que são obtidos pela abstração e qualificação de idéias essenciais do mundo real.* (Maki e Thompsom, citado por Gazzetta, 1988)

*Modelo matemático é uma estrutura matemática que descreve aproximadamente as características de um fenômeno em questão.* (Swetz, 1992)

*Modelo matemático de um fenômeno, é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduzem de alguma forma, o fenômeno em questão.* (Bassanezi, 1999, p.65)

*Um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduz, de alguma forma, um fenômeno em questão ou um problema de situação real, é denominado de modelo matemático.* (Biembengut e Hein, 2000, p.12)

Dentre as definições apresentadas, a que melhor explica o termo modelo matemático é a definição de Biembengut, pois no seu entender, seja qual for o fenômeno em questão, a resolução de um problema, em geral quando quantificado, requer uma formulação matemática detalhada, seja na forma de expressões numéricas ou fórmulas, diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações algébricas, tabelas, ou outros.

Também afirma que um modelo é proveniente de aproximações realizadas para se poder entender melhor um fenômeno e, nem sempre, tais aproximações condizem com a realidade. Seja como for, um modelo matemático retrata ainda em uma visão simplificada, aspectos da situação pesquisada.

As resoluções de problemas comumente encontradas na Matemática escolar são bem definidas. Elas exigem que o aluno traduza, da linguagem natural para a linguagem matemática, as características e relações dadas explícita ou implicitamente na descrição do problema. Embora tais problemas, e as habilidades que eles exigem, façam parte importante do ensino da Matemática; eles não requerem Modelagem Matemática.

## Modelagem Matemática

A Modelagem Matemática é, atualmente, utilizada em toda ciência e tem contribuído muito para a evolução do conhecimento humano, seja nos fenômenos microscópicos, em tecnobiologia, seja nos macroscópicos, com a pretensão de conquistar o universo.

No dia-a-dia, é necessária a utilização da Modelagem Matemática em muitas atividades. Para isso, basta a existência de um problema que exija criatividade, intuição e instrumental matemático (Biembengut, 2000).

No entanto, ainda não está claro o conceito de Modelagem Matemática, principalmente para os profissionais de ensino. Sendo assim, serão apresentadas algumas definições:

*A Modelagem Matemática é um processo dinâmico de busca de modelos adequados, que sirvam de protótipos de alguma entidade.* (Bassanezi, 1997, p.45)

*A Modelagem Matemática é o processo de escolher características que descrevem adequadamente um problema de origem não matemática, para chegar a coloca-lo numa linguagem matemática. A Modelagem é um processo iterativo em que o estágio de validação frequentemente leva a diferenças entre previsões baseadas no modelo e na realidade. (Berry, 1982)*

*O indivíduo é parte integrante e ao mesmo tempo, observador da realidade. Sendo que ele recebe informações sobre determinada situação e busca, através da reflexão, a representação dessa situação em grau de complexidade. Para se chegar ao modelo é necessário que o indivíduo faça uma análise global da realidade na qual tem sua ação, onde define estratégias para criar o mesmo, sendo esse processo caracterizado de Modelagem. (D'Ambrosio, 1986).*

*Modelagem Matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo. Este, sob certa óptica, pode ser considerado um processo artístico, visto que, para se elaborar um modelo, além de conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas. (Biembengut e Hein, 2000, p.12)*

Biembengut e Hein (2000, p.13), também diz que a Modelagem é um meio para integrar dois conjuntos disjuntos: matemática e realidade. Todos os autores citados se referem à Modelagem Matemática como

um processo de traduzir a linguagem do mundo real para o mundo matemático. Mas para que isto ocorra, uma série de procedimentos devem ser realizados. Biembengut e Hein (2000), agrupa e identifica esses procedimentos em três etapas, subdivididas em cinco etapas.

1ª etapa: Interação com o assunto.

- reconhecimento da situação-problema;
- familiarização com o assunto a ser modelo – pesquisa.

Nesta etapa, a situação a ser estudada será delimitada e para torná-la mais clara deverá ser feita uma pesquisa sobre o assunto escolhido através de livros, revistas especializadas e através de dados obtidos junto a especialistas da área.

2ª etapa: Matematização.

- formulação do problema – hipótese;
- resolução do problema em termos do modelo.

Para Biembengut e Hein (2000, p.14), esta é a fase mais complexa e desafiadora, pois é nesta que se dará a tradução da situação-problema para a linguagem matemática. Assim, intuição e criatividade são elementos indispensáveis.

Para formular e validar as hipóteses considera necessário:

- a) classificar as informações (relevantes e não relevantes) identificando fatos envolvidos;
- b) decidir quais os fatores a serem perseguidos – levantando hipóteses;

- c) selecionar variáveis relevantes e constantes envolvidas;
- d) selecionar símbolos apropriados para essas variáveis; e
- e) descrever essas relações em termos matemáticos.

Ao final desta etapa, deve-se obter um conjunto de expressões e fórmulas, ou equações algébricas, ou gráficos, ou representações, ou programa computacional que levem à solução ou permitam a dedução de uma solução. Desta forma, o problema passa a ser resolvido com as ferramentas matemáticas que dispomos. Isto requererá um conhecimento razoável sobre as entidades matemáticas envolvidas.

3ª etapa: Modelo Matemático.

- interpretação da solução – validação.

Para a conclusão e utilização do modelo será necessária uma checagem para verificar em que nível este se aproxima da situação-problema apresentada. Assim, a interpretação do modelo deve ser feita através de análise das implicações da solução, derivada do modelo que está sendo investigado, para então, verificar sua adequabilidade, retornando à situação-problema investigada, avaliando o quão significativa é a solução. Se o modelo não atender às necessidades que o gerou, o processo deve ser retomado na segunda etapa, mudando-se ou ajustando hipóteses, variáveis, e outros.

A partir dos procedimentos expostos, pode-se verificar que os aspectos que distinguem Modelagem Matemática de outras aplicações de matemática são as exigências das hipóteses e das aproximações simplificadoras como requisitos na criação do modelo. Os demais aspectos – o problema, a resolução e a verificação da matemática, a validação da solução e a decisão – valem para qualquer tipo de resolução de problema envolvendo matemática.

## A modelação matemática como metodologia de ensino

A essência da Modelagem Matemática consiste em um processo no qual as características pertinentes de um objeto ou um sistema são extraídas, com a ajuda de hipóteses e aproximações simplificadoras, e representadas em termos matemáticos (o modelo). As hipóteses e as aproximações significam que o modelo criado por esse processo é sempre aberto à crítica e ao aperfeiçoamento.

A modelação matemática é o método de ensino que utiliza a essência da Modelagem Matemática em cursos regulares que tem o programa (currículo) pré-determinado (Biembengut, 1997).

O objetivo da modelação matemática é desenvolver o conteúdo programático a partir de um tema ou

modelo matemático, orientando o aluno na realização de seu próprio modelo-modelagem. A modelação matemática é válida como método de ensino-aprendizagem de Matemática em qualquer nível escolar, desde as séries iniciais até a um curso de pós-graduação.

A modelação é um método que deveria ser utilizado pelos professores de Matemática da rede de ensino (pública ou particular), pois: aproxima uma outra área do conhecimento da Matemática; enfatiza a importância da Matemática para a formação do aluno; desperta o interesse pela Matemática ante a aplicabilidade; melhora a apreensão dos conceitos matemáticos; desenvolve a habilidade para resolver problemas; e estimula a criatividade (Biembengut e Hein, 2000).

Percebe-se que o que vem ocorrendo nas instituições de ensino é justamente o contrário. Todas as justificativas, anteriormente citadas, para a utilização da modelação matemática são vencidas pelo programa a ser cumprido – currículo – e uma estrutura espacial e organizacional nos moldes “tradicionais”.

Para obter informações sobre o atual quadro do processo da Modelagem Matemática no ensino, foi elaborado e aplicado um questionário com o objetivo de visualizar a percepção de professores de Matemática acerca do assunto.

## Procedimentos metodológicos

Este estudo teve início com a formulação de indagações que compõem o questionário apresentado aos professores de Matemática, para obtenção de informações que se tornariam objetos de estudo deste trabalho. O questionário foi, então, constituído das seguintes questões:

1. Atua na rede pública ou particular de ensino e em que nível leciona?
2. Há quanto tempo atua no magistério?
3. Já participou de algum curso sobre modelagem matemática?
4. Qual a opção que melhor define modelagem matemática?
  - ( ) Conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduz, de alguma forma, um fenômeno em questão ou um problema de situação real.
  - ( ) Um meio para integrar dois conjuntos disjuntos: matemática e realidade.
  - ( ) Método que usa a essência da modelagem matemática para ensinar, em cursos que tem o programa (currículo) pré determinado.
5. Já tentou implementar a modelagem matemática em sala de aula?
6. Seus alunos gostam das aulas em que você utiliza a modelagem matemática?

7. Você acredita que a modelagem traz vantagens para o ensino-aprendizagem de matemática?
8. Quais são os principais obstáculos para a implementação da modelagem?

Os questionamentos foram elaborados tendo como princípio analisar a percepção de professores de Matemática acerca da Modelagem Matemática no processo de ensino-aprendizagem desta disciplina.

Foram definidas as questões e, logo após, a estruturação do questionário a ser apresentado aos professores, na sua ordenação, tabulação e estética, de forma a se tornar possível a análise dos dados.

Diante da impossibilidade e inviabilidade de abranger todo o universo, foi tomado como amostragem trinta e cinco professores da rede pública e particular

de ensino que estão cursando especialização em Educação Matemática. Foi mantido o anonimato dos professores entrevistados por uma questão de discrição e respeito aos profissionais, bem como para motivar a sinceridade das respostas que melhor identificassem suas posturas profissionais.

Visando uma melhor apresentação dos resultados, foram estudadas formas de elaboração de gráficos que melhor ilustrassem as informações analisadas por intermédio da pesquisa, bem como apresentá-las de forma sistêmica e clara.

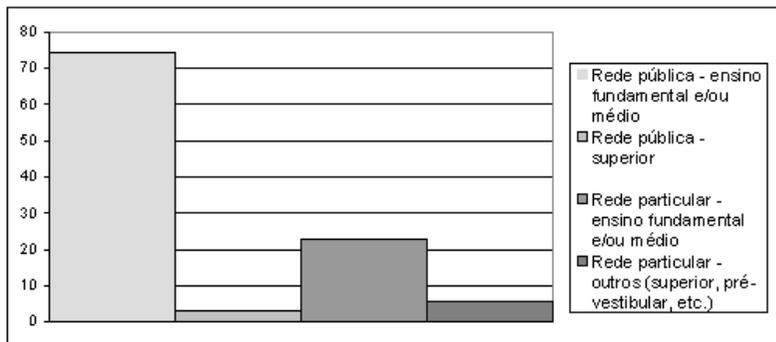
Uma vez construídos os gráficos, pode-se ter uma visão estatística das tendências ocorridas, das variações sofridas e da pluralidade de práticas educacionais ocorridas na amostra.

As interpretações aqui construídas referem-se aos sujeitos desta pesquisa, de modo que não se pretende absolutizá-las em relação a outros contextos e sujeitos. Mas as conclusões que emergem deste trabalho refletem, com certeza, a realidade do ensino de Matemática na maioria das instituições.

## Análise do questionário

O gráfico 01 representa as respostas à primeira questão do questionário aplicado aos professores de Matemática.

GRÁFICO 01 – ATUA NA REDE PÚBLICA OU PARTICULAR DE ENSINO E EM QUE NÍVEL LECIONA?



O objetivo desta questão foi apenas conhecer melhor o perfil dos entrevistados, não havendo o que comentar a respeito.

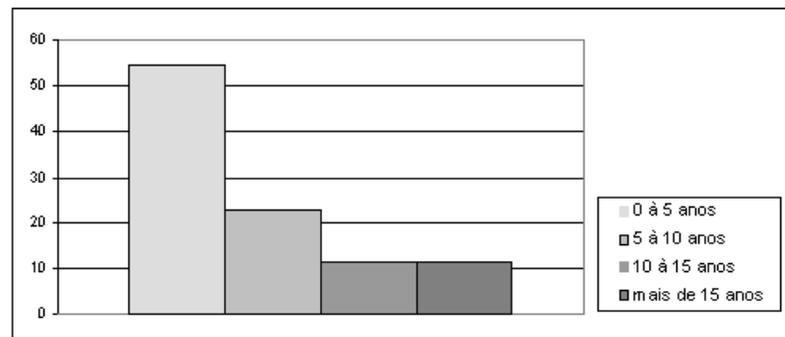
O gráfico 02 representa as respostas à segunda questão do questionário aplicado aos professores de Matemática.

A experiência é um fator determinante em relação ao controle da disciplina dos alunos (comportamento), à didática, à postura do professor, dentre outros aspectos. Mas, em contrapartida, também possui desvantagens. O professor que se formou segundo a Matemática *tradicional* e, desde então, desenvolve uma educação matemática técnica, impessoal, na qual a ação dos homens que criaram os conceitos matemáticos e as necessidades sociais da época que justificaram essa criação não têm lugar, nem sempre aceita mudanças no seu método de trabalho e com isso os maiores prejudicados são os alunos, que continuam a não gostar da Matemática, que para eles não tem utilidade alguma.

Mas os profissionais com pouca experiência, ou seja, aqueles que se formaram recentemente, em geral, também lecionam de forma tradicional, valorizando a memorização em detrimento da compreensão.

Embora tenham ocorrido diversas mudanças na formação acadêmica dos licenciados em Matemática,

GRÁFICO 02 – HÁ QUANTO TEMPO ATUA NO MAGISTÉRIO?



não se conseguem profissionais devidamente qualificados para lecionar segundo essas mudanças. E, conseqüentemente, continua-se a formação de professores de Matemática *tradicionalis*.

É devido a estes aspectos que métodos de ensino, como a utilização da Modelagem Matemática, são, muitas vezes, apenas *mal* comentados e nunca colocados em prática.

No gráfico 03 estão representadas as respostas à terceira questão do questionário aplicado aos professores de Matemática.

Entre os obstáculos que o Brasil tem enfrentado em relação ao ensino de Matemática, aponta-se a falta de uma formação qualificada. No entanto, muitos esforços vêm sendo empreendidos para minimizar esses problemas. Existem professores que, individualmente

GRÁFICO 03 – JÁ PARTICIPOU DE ALGUM CURSO SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA?

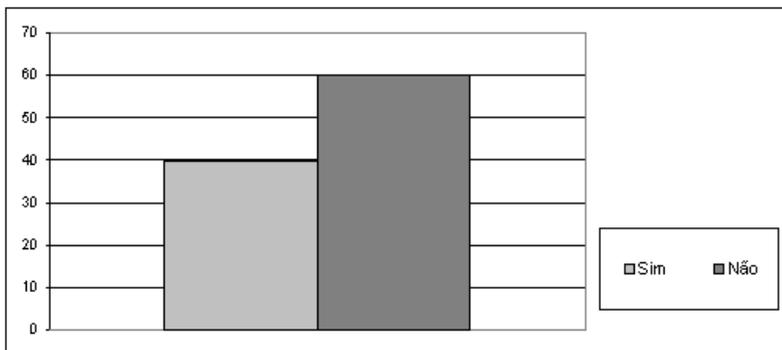
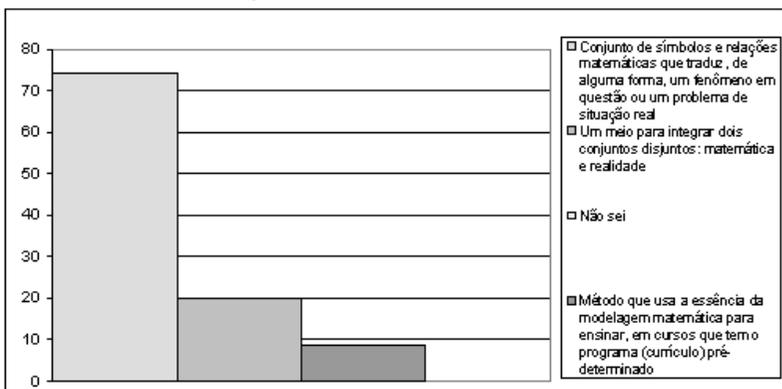


GRÁFICO 04 – QUAL A OPÇÃO QUE MELHOR DEFINE MODELAGEM MATEMÁTICA?



ou em pequenos grupos, têm iniciativa para buscar novos conhecimentos e assumem uma atitude de constante reflexão, o que os leva a desenvolver práticas pedagógicas mais eficientes para ensinar Matemática.

Mas o interessante seria que, em conjunto com essa iniciativa dos professores, o governo e as instituições particulares de ensino propiciassem cursos sobre as novas tendências de ensino na área de Matemática.

Somente a qualificação (cursos) juntamente com o interesse dos professores poderá mudar o atual quadro da educação, ou seja, fará com que a Matemática deixe de ser ensinada de forma *tradicional*, meramente informativa, e passe a ser ensinada de maneira que estimule uma atitude ativa do aluno em busca do conhecimento.

O gráfico 04 representa as respostas da quarta questão do questionário aplicado aos professores de Matemática.

Pode-se dizer que esta questão é fundamental, pois sua resposta implicará nas outras respostas.

O quadro aqui é crítico, como se pode observar 80% dos profissionais entrevistados não sabem o que é Modelagem Matemática e, destes 80%, mais de 70% confundem Modelagem com modelo matemático. Realmente Modelagem e modelo são conceitos que estão interligados quando se trata de Modelagem Matemática, mas possuem definições bem diferentes. E, se o professor não tem certeza de seu conhecimento em relação a um determinado assunto, é conveniente que não fale sobre ele, pois só criará ainda mais dúvidas em seus alunos. E o pior é que não conseguirá saná-las.

Percebe-se que, mesmo aqueles que fizeram algum curso sobre Modelagem, não aprenderam o seu conceito. Ou porque o curso foi mal ministrado, ou por falta de interesse dos alunos (professores de Matemática).

Enfim, a dedicação é fundamental para o aprendizado e se os professores não se dedicarem ao estudo das novas tendências da educação Matemática, infelizmente o ensino continuará *tradicional*.

No gráfico 05 estão representadas as respostas à quinta questão do questionário aplicado aos professores de Matemática.

Embora sem o devido conhecimento do assunto, mais de 50% dos entrevistados já tentaram implementar a Modelagem Matemática em sala de aula. Dos mais de 50% (18 entrevistados), apenas aproximadamente 22% (4 entrevistados) definiram Modelagem Matemática corretamente. Ou seja, aproximadamente 35% dos entrevistados, tentaram utilizar a Modelagem sem ao menos conhecer sua definição.

É claro que isso não levou a grandes conseqüências, pois a Modelagem é uma proposta de trabalho e não um conteúdo matemático. Mas, com certeza, não se obteve as vantagens oferecidas pela Modelagem Matemática e o conceito errôneo, de modelo ao invés de Modelagem foi repassado aos alunos.

GRÁFICO 05 – JÁ TENTOU IMPLEMENTAR A MODELAGEM MATEMÁTICA EM SALA DE AULA?

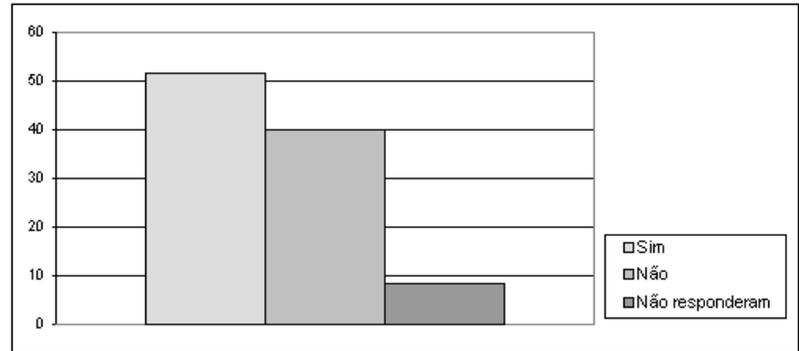
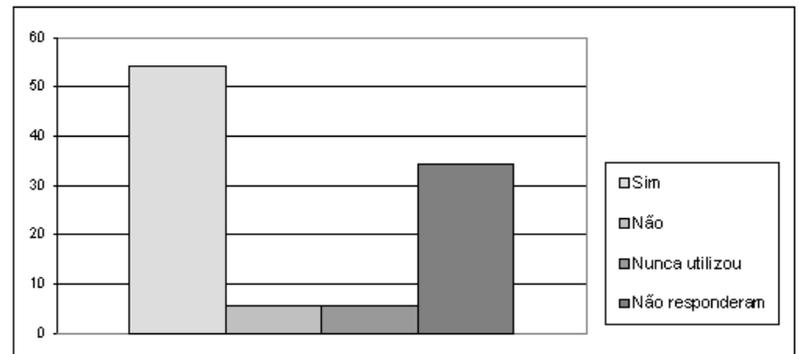


GRÁFICO 06 – SEUS ALUNOS GOSTAM DAS AULAS EM QUE VOCÊ UTILIZA MODELAGEM MATEMÁTICA?



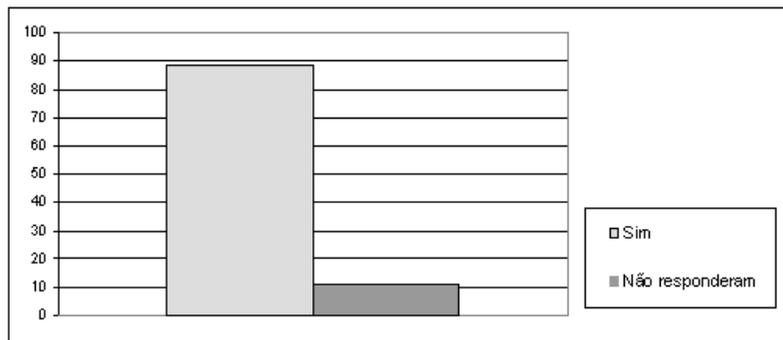
O gráfico 06 representa as respostas à sexta questão do questionário aplicado aos professores de Matemática.

Esta pergunta está diretamente ligada à anterior, pois é claro que o professor que nunca tentou implementar a Modelagem Matemática não saberá se seus alunos gostam das aulas que utilizam a Modelagem.

Acredita-se que os professores que responderam *Não*, queriam dizer *Não sei*, pois não faz sentido dizer que os alunos não gostam de algo que o professor nunca aplicou.

Aqueles que utilizam a Modelagem Matemática em suas aulas, responderam que seus alunos gostam. De fato, tudo aquilo que foge à pedagogia tradicional atrai a atenção dos alunos, estejam os professores trabalhando com Modelagem ou mesmo equivocados, trabalhando apenas com modelos matemáticos. A Matemática que trabalha com o dia-a-dia do aluno é

GRÁFICO 07 – VOCÊ ACREDITA QUE A MODELAGEM TRAZ VANTAGENS PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA?



sempre bem vista, independente do método de ensino utilizado.

Houve um professor que entrou em contradição em suas respostas. Na questão 05 (gráfico 05) ele respondeu: *Ainda não tive esta experiência de forma direta*, enquanto que na questão 06 (gráfico 06): *Sim, percebo maior interesse quando existe contextualização dos conteúdos*. Ou seja, ele nunca tentou implementar, mas seus alunos gostam das aulas em que ele utiliza a Modelagem Matemática.

Percebe-se aqui, o quanto alguns professores encontram-se perdidos com relação às novas tendências da Educação Matemática, para eles Modelagem Matemática, Etnomatemática, Interdisciplinaridade, têm o mesmo significado.

No gráfico 07 estão representadas as respostas à sétima questão do questionário aplicado aos professores de Matemática.

A relação entre a realidade e o mundo matemático é um dos aspectos mais positivos da Modelagem. Assim, aceita-se a idéia de que este método conduz a um trabalho de natureza interdisciplinar, o qual requer diálogo constante com outras áreas do conhecimento. Portanto é necessária uma transformação na postura do professor que deve diferir substancialmente da chamada “escola tradicional”. Por detrás desta percepção está a idéia de que a Modelagem na sala de

aula reorganiza as relações de conhecimento entre professor e aluno, com nova divisão de responsabilidades.

Contudo, a grande maioria dos professores entrevistados reconheceu que a Modelagem Matemática traz vantagens para o ensino-aprendizagem, mas não soube mencioná-las. Isso ocorre porque, na realidade, esses professores talvez nunca tenham tentado utilizar Modelagem em suas aulas. Embora alguns deles tenham dito que já a utilizaram, acredita-se que, para eles, Modelagem seja sinônimo de contextualização.

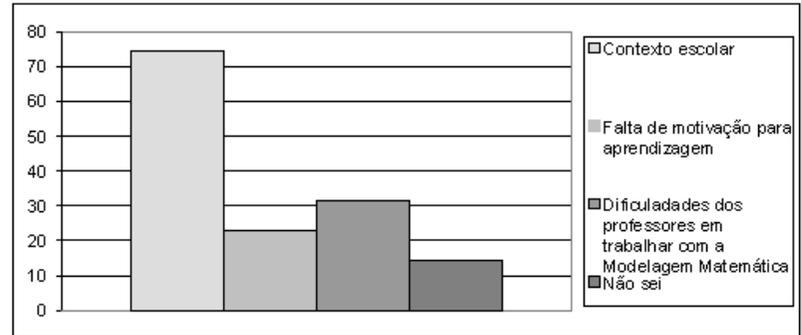
Apenas 5,71% dos entrevistados mencionaram que a Modelagem induz os alunos a usarem a Matemática no seu dia-a-dia, pois partem do princípio de que, se os alunos investigam a realidade com o suporte matemático na escola, assim continuarão fazendo no seu cotidiano.

Enfim, embora a Modelagem não seja conhecida e utilizada pela grande maioria dos professores, pode-se dizer que o primeiro passo de uma longa caminhada já foi dado – o reconhecimento de que a Modelagem traz vantagens para o ensino-aprendizagem de Matemática.

O gráfico 08 representa as respostas à oitava questão do questionário aplicado aos professores de Matemática.

Através dos dados obtidos percebe-se que os professores vêem dificuldades na implementação da Modelagem Matemática na sala de aula, concentrando-se em três eixos: escola, alunos e professores.

GRÁFICO 08 – QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS OBSTÁCULOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA MODELAGEM?



O contexto escolar, na visão dos entrevistados, pode inibir iniciativas dos professores. Falou-se em espaço físico, material de apoio, currículo, conteúdos e tempo como barreiras que a institucionalidade oferece à implementação da proposta de Modelagem. É importante notar como os professores valorizam o cumprimento dos programas, os quais têm relação direta com os livros didáticos adotados por eles. Acredita-se que este respeito aos programas deve-se, em boa parte, à pressão dos demais membros do ambiente escolar, entre eles supervisores, diretores e pais.

Outro obstáculo relevante é a falta de motivação dos alunos para a aprendizagem, que interfere de maneira direta na sua despreparação para a abordagem da Modelagem. A maioria dos alunos não quer

raciocinar, quer algo pronto e acabado. Franchi (1993) relata sobre a dificuldade dos alunos na fase inicial do trabalho com modelos em sua experiência:

*Eles estão acostumados a ver o professor como transmissor de conhecimento e, portanto, têm uma postura passiva em relação à aula. Esperam receber explicações e participar apenas fazendo perguntas ou resolvendo exercícios. Quando o trabalho coloca o centro do processo ensino-aprendizagem nos alunos, e quando os resultados dependem da ação deles, a aula passa a caminhar em ritmo lento, pois eles não estão acostumados a agir e nem sempre sabem o que fazer, ou por onde começar.* (Franchi, 1993, p. 102)

E, por fim, os professores reconhecem a si mesmos como barreira à proposta da Modelagem. De fato, a adoção da Modelagem demanda maiores qualificações do professor como, por exemplo, a disposição para adquirir conhecimentos interdisciplinares. Mas ele necessitará, sobretudo, de espírito inovador, aumentando sua iniciativa para a pesquisa e de flexibilidade perante os obstáculos.

## Como implementar a modelação no ensino

Até o momento, falou-se do objetivo da modelação matemática e suas vantagens e de como está sendo aplicada em sala de aula, ou melhor, de como *não* está

sendo aplicada em sala de aula pelos professores. Sendo assim, acredita-se ser conveniente colocar como a modelagem deve ser empregada no processo ensino-aprendizagem.

A condição necessária para o professor implementar modelagem no ensino – modelação – é ter audácia, grande desejo de modificar sua prática pedagógica e disposição para conhecer e aprender uma nova proposta.

Para implementar a modelação matemática sugere-se que o professor faça, inicialmente, um levantamento sobre a realidade socioeconômica dos alunos, o tempo disponível para que seja realizado o trabalho extraclasse e o conhecimento matemático. Esse levantamento é denominado diagnóstico e é determinante para o planejamento das aulas, pois com base nele, planeja-se como implementar a modelação, isto é, como desenvolver o conteúdo programático, como orientar os alunos na realização de seus modelos matemáticos – modelagem e como avaliar o processo (Biembengut e Hein, 2000).

Para a modelação matemática, o mais importante não é a obtenção do modelo, mas o caminhar pelas etapas de onde vão emergindo os conteúdos matemáticos. Segundo Biembengut (1997), o método abrange três momentos:

- 1) Justificativa do processo

Nesse momento, o professor justifica o processo, expondo o interesse no processo de aprendizagem e procurando motivar os alunos para que voluntariamente decidam por um desenvolvimento ativo do aprendizado, tornando-se co-responsáveis pelo ensino-aprendizagem.

## 2) Escolha do tema

O professor e o aluno devem sugerir juntos os temas. Entretanto, caberá ao professor usar estratégias que facilitem aos alunos a escolha de um tema abrangente, motivador e sobre o qual, de certa maneira, seja fácil obterem-se dados e informações.

## 3) Desenvolvimento do conteúdo

Esta fase é semelhante à do curso de modelagem, não esquecendo que agora existe um conteúdo programático e cabe ao professor fazê-lo fluir a partir do tema. Para que isso ocorra, o professor pode fazer a primeira questão ou propor aos alunos que dêem sugestões do que se pode estudar ou propor que os próprios levantem questões. Desta forma, o professor poderá levantar a situação mais adequada para desenvolver o conteúdo programático.

O professor pode seguir o seguinte procedimento:

- a) propor aos alunos que façam uma breve pesquisa e a partir desta, uma síntese;

- b) propor que façam questionamentos sobre o assunto ou sugestões do que se pode estudar;
- c) determinar, face ao que o aluno desconhece, o conteúdo matemático a ser desenvolvido e qual a questão a ser resolvida primeiro;
- d) passar a desenvolver o conteúdo programático;
- e) propor, nesse momento, exemplos análogos para que o conteúdo não se restrinja ao modelo;
- f) solicitar aos alunos que analisem o resultado obtido com duplo objetivo:
- g) aplicar e exercitar o conteúdo;
- h) avaliar, criticamente, a validade do modelo.

Além disso, o professor deve procurar manter um clima de certa liberdade e descontração, estimulando a participação e a criatividade individual. Desta forma, poderá obter resultados satisfatórios em relação ao aprendizado de Matemática.

Quando se propõe *estudar* Matemática, o processo pode se dar de maneiras diversas, dependendo da *atitude* empregada. Ou considera-se tal estudo dentro do contexto científico em que a Matemática se desenvolve, portanto como resultado da tentativa de organizar o universo (físico, mental, etc.), ou considera-se como um objetivo de interesse restrito, uma disciplina estanque e descomprometida.

Não se procura enfatizar a importância e o interesse filosófico de tal questão, se bem que se acredita que

uma das grandes dificuldades encontradas no ensino-aprendizagem de Matemática se dá quando se considera tal disciplina como um objeto de estudo de interesse próprio e fechado em si mesmo.

Sendo assim as deficiências do ensino matemático multiplicam-se a cada dia, frustrando os objetivos dos profissionais da área.

O trabalho com a realidade através da Modelagem Matemática reverte a condição do ensino tradicional do *eu ouço e eu esqueço* para *eu faço e eu aprendo*. Com isso valoriza-se o processo criativo inerente ao aluno e, se o professor pode favorecer algo ao aluno, que seja o espírito crítico (Biembengut, 1999; Bassanezi, 1997).

## Considerações finais

Nas novas tendências da Educação Matemática encontra-se a Modelagem, que contempla uma abordagem externalista para a Matemática. Em outras palavras, trata-se de um método de ensino que contempla a pesquisa e o estudo/discussão de problemas que dizem respeito à realidade dos alunos.

Nesse contexto, o aluno terá uma aprendizagem mais significativa e efetiva da Matemática se esta estiver relacionada ao seu cotidiano e à sua cultura. Ou seja, o processo de aprendizagem dar-se-ia a partir da compreensão/sistematização do

modo de pensar e de saber do aluno (Fiorentini, 1995).

Mas ocorre que o conceito de Modelagem Matemática não está bem definido, tanto na fala de educadores, como na literatura nacional ou internacional. Esta falta de clareza, reside em parte na complexidade de transferir ou adaptar a atividade do modelador ao campo do ensino de Matemática onde atua o professor de Matemática (Bean, 2001).

Com isso, o ensino de Matemática continua a ser mecânico e exato: um conjunto de fórmulas e passos que, se repetidos corretamente, levam invariavelmente à solução de um problema hipotético.

Para que esse quadro se reverta é necessário que a prática educativa esteja dirigida para o interesse dos estudantes, que professores e alunos tenham objetivos bem definidos e que eles sejam os mesmos. O que se observa no cotidiano escolar é o distanciamento entre professor e aluno, cada um preocupado com seus próprios objetivos e a relação entre eles, que deveria ser de compromisso mútuo na separação das dificuldades, mas acaba por se tornar uma relação de poder e opressão.

Portanto, se o ensino de Matemática está em crise, é porque ele já não se justifica mais pela aplicação de fórmulas, pelo estímulo à memorização ou pela preparação do aluno para o vestibular. A Matemática

precisa ser ensinada como um instrumento para a interpretação do mundo em seus diversos contextos.

Sendo assim, acredita-se que a Modelagem Matemática possa provocar uma mudança no ensino de matemática, que até o momento é vista pelos alunos como uma disciplina de pouca utilidade.

Contudo, ao analisar o ponto de vista da prática docente, pode-se encontrar algumas limitações quanto à implementação da Modelagem:

- O professor de Matemática atua em diversas escolas simultaneamente e, geralmente, possui uma carga horária bastante grande o que dificulta a sua dedicação à pesquisa.
- A não continuidade do professor com a mesma turma dificulta a implementação, conjuntamente com os alunos, de um trabalho a longo prazo.
- Não existe um planejamento conjunto entre professores, que permita a inteiração das necessidades da disciplina, bem como das inovações tecnológicas.
- Em turmas onde o número de alunos é superior a 30, a implementação do método por um professor que ainda não possui muita experiência em elaborar modelos matemáticos pode ser inviável, uma vez que, este pode encontrar dificuldades em orientar simultaneamente, um número grande de trabalhos com temas distintos.

- Pode haver uma certa resistência por parte dos alunos acostumados com os métodos *tradicionais* de ensino, que poderão ver na Modelagem Matemática um caminho difícil por ser um processo que exige pesquisa, criatividade e raciocínio.

No entanto, ao comparar o método que utiliza a Modelagem (Modelação) ao método conhecido com *tradicional* percebe-se que a Modelagem:

- Provoca um maior interesse, por parte dos alunos, frente à aplicação da Matemática.
- Estimula o aumento na participação em sala de aula (perguntas e respostas) durante a exposição do conteúdo.
- Permite um estreitamento entre as novas tecnologias levando a rever questões relativas ao currículo, periodicamente.
- Cria oportunidades para o aluno lidar com questões relativas às mais diversas ciências desde o curso básico.

Esta análise permite assinalar que a Modelagem Matemática transforma a Matemática fria e acabada baseada apenas nos livros didáticos em uma ciência viva, que se desenvolve a cada modelo matemático elaborado, numa ciência dinâmica, possuidora da mesma dinâmica que caracteriza a sociedade e a História humana, propriamente dita, pois conduz professor e aluno à constante pesquisa, contribuindo para

a atualização, aperfeiçoamento e desenvolvimento de ambos e como consequência, permite que o professor passe de agente autoridade para agente companheiro.

Finalmente espera-se que este trabalho possa esclarecer o que é Modelagem Matemática e, principalmente, que possa contribuir para incentivar colegas docentes, de Matemática, à adoção de uma nova postura frente ao ensino da disciplina. Sugere-se como proposta para

esta mudança a utilização da Modelagem, pois sua implantação significará a oferta de um ensino de Matemática sintonizado com os objetivos dos PCN's, ou seja, sua implantação desenvolverá e promoverá alunos, com diferentes motivações, interesses e capacidades, criando condições para sua inserção num mundo em mudanças e contribuirá para desenvolver as capacidades que deles serão exigidas em sua vida social e profissional.

## Referências bibliográficas

- BARBOSA, J. C. (1999). *O que pensam os professores sobre a Modelagem Matemática?* Campinas: Revista Zetetike, v. 7, n. 11.
- BASSANEZI, R. (1997). *Modelagem Matemática*. Blumenau: Dynamis.
- BEAN, D. (2001). *O que é Modelagem Matemática?* Educação Matemática em Revista, ano 8, n.9.
- BERRY, J. O. (1982). *Assessing Mathematical Modelling*. In: International Journal of Mathematical Education Science and Tecnology, v. 13, n. 6.
- BIEMBENGUT, M. S. (1999). *Modelagem Matemática e Implicações no ensino-aprendizagem*. Blumenau: Editora da FURB.
- BIEMBENGUT, M. S. e HEIN, N. (2000). *Modelagem Matemática no Ensino*. São Paulo: Contexto.
- CARVALHO, D. L. de. (1994). *Metodologia do Ensino de Matemática*. 2ª ed. São Paulo: Cortez.
- D'AMBROSIO, U. (1986). *Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática*. 2ª ed. São Paulo: Summus.
- FIorentINI, D. (1995). *Alguns modos de ver e conceber o ensino de Matemática no Brasil*. Campinas: Revista Zetetike, n. 4, ano 3.
- FRANCHI, R. H. de O. L. A. (1993). *Modelagem como Estratégia de Aprendizagem no Cálculo Diferencial e Integral nos Cursos de Engenharia*. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 102 p. Dissertação de Mestrado.
- GAERTNER, R. (1994). *Modelação Matemática no 3º grau – uma estratégia de ensino-aprendizagem de Matemática no Curso de Administração de Empresa*. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau. Dissertação de Mestrado.
- GAZZETA, M. (1988). *A Modelagem como Estratégia de Aprendizagem em Cursos de Aperfeiçoamento de Professores*. Rio Claro: UNESP. Dissertação de Mestrado.
- LEAL, S. (1999). *Modelação Matemática uma proposta metodológica para o curso de Economia*. Florianópolis: UFSC. Dissertação de Mestrado.

MATOS, J. M.; CARREIRA, S.; SANTOS, M.; AMORIM, I. (1994). *Ferramentas Computacionais na Modelação Matemática*. Lisboa: MEM.

NETO, E. R. (1987). *Didática da Matemática*. São Paulo: Ática.

SWETS, F. (1992). *Quando e como podemos usar Modelação?* Lisboa: Educação e Matemática, n. 23, 3º trimestre.