



**A Modelagem Matemática em
sala de aula: reflexão com base em
experiências realizadas**



Mestrado Profissional
em Educação Matemática





Leonardo de Assis

CéliaMaria Fernandes Nunes

Regina H. de O. Lino Franchi

ilustrado c

A Modelagem Matemática em sala de aula: reflexão com base em experiências realizadas



EDITORA UFOP

Ouro Preto | 2014

© 2014

Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas|Departamento de Matemática
Programa de Pós-Graduação|Mestrado Profissional em Educação Matemática

Reitor da UFOP | Prof.º Dr.º Marcone Jamilson Freitas Souza
Vice-Reitor | Prof.ª Dr.ª Célia Maria Fernandes Nunes

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
Diretor | Profª. Drª. Raquel do Pilar Machado
Vice-Diretora | Prof.º Dr.º Fernando Luiz Pereira de Oliveira

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Pró-Reitor | Prof.º Dr.º Valdeci Lopes de Araújo
Pró-Reitor Adjunto | Prof.º Dr.º André Talvani Pedrosa da Silva



Mestrado Profissional
em Educação Matemática

Coordenação | Profa. Dra. Regina Helena de Oliveira Lino Franchi
MEMBROS

Profa. Dra. Ana Cristina Ferreira	Profa. Dra. Maria do Carmo Vila
Profa. Dra. Célia Maria Fernandes Nunes	Prof. Dr. Milton Rosa
Prof. Dr. Dale William Bean	Prof. Dr. Plínio Cavalcanti Moreira
Prof. Dr. Daniel Clark Orey	Profa. Dra. Regina Helena de Oliveira Lino Franchi
Prof. Dr. Dilhermando Ferreira Campos	Profa. Dra. Teresinha Fumi Kawasaki
Prof. Dr. Frederico da Silva Reis	
Profa. Dra. Marger da Conceição Ventura Viana	

A848mAssis, Leonardo de.
Modelagem matemática na formação de professores[manuscrito]:
algumas contribuições / Leonardo de Assis-2014.
140f.: il.; color.; tab.

Orientadora: Profa. Dra. Célia Maria Fernandes Nunes e
Co orientadora: Regina Helena de Oliveira Lino Franchi

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Departamento de Matemática. Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática.
Área de concentração: Educação Matemática.

1. Formação de professores - Teses. 2. Matemática - Aplicações educacionais - Teses. I. Nunes, Célia Maria Fernandes. II. Franchi, Regina Helena de Oliveira Lino. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU: 51:37.011.3

Catálogo: sisbin@sisbin.ufop.br

Reprodução proibida Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de fevereiro de 1998.
Todos os direitos reservados.

realizadas



Expediente Técnico

Organização | Leonardo de Assis

Pesquisa e Redação | Leonardo de Assis
Célia Maria Fernandes Nunes
Regina Helena de O. Lino Franchi

Revisão | Leonardo de Assis

Projeto Gráfico e Capa | Editora UFOP

Fotos | Leonardo de Assis

Ilustração | Leonardo de Assis

Índice

Introdução	11
Desenvolvendo atividades de Modelagem Matemática.....	14
Atividade de Modelagem desenvolvida a partir de temas escolhidos pelos participantes.....	14
Atividade de Modelagem desenvolvida a partir de um tema proposto pelo professor.....	23
Possibilidades, limitações e sugestões para atividades de Modelagem.....	39
Bibliografia Comentada.....	45
Referências bibliográficas.....	49



A

Apresentação

Caro(a) Leitor(a)

Apresentamos a coleção Cadernos de Ensino e Pesquisa em Educação Matemática. Nela, você encontrará livretos com propostas de ensino e de formação de professores.

Os Cadernos representam os esforços de professores de Matemática no sentido de buscar possibilidades alternativas de ensino dessa disciplina que tenham reflexos positivos sobre a aprendizagem. Todos os autores foram alunos ou são docentes do Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto e as pesquisas que subsidiaram a elaboração das propostas apresentadas tiveram como foco a sala de aula da escola, a formação de professores e os processos de ensino e de aprendizagem em geral.

Esperamos que nos Cadernos você possa encontrar subsídios para o exercício da docência em Matemática e para reflexões sobre a prática docente.

Mestrado Profissional em Educação Matemática

Caro(a) colega,

Desde quando comecei a exercer o magistério ainda na graduação, sempre me preocupei em ministrar as aulas de forma a despertar o interesse e propiciar o aprendizado do aluno. O dia a dia da sala de aula, a convivência com outros colegas e os estudos foram, paulatinamente, proporcionando-me mais maturidade e mais confiança nas minhas ações como professor. Porém as inquietações e as dúvidas com relação às possibilidades diferenciadas para o exercício da docência ainda persistiam. Conheci a Modelagem Matemática na Especialização em Educação Matemática, da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e esse conhecimento mudou minha forma de encarar a Matemática e de lecionar. A proposta da Modelagem era muito diferente das aulas expositivas que eu ministrava, as quais, apesar de serem elogiadas pelos alunos por serem claras e com aplicações e exemplos cotidianos, não fugiam da transmissão de conteúdos pelo professor e da aplicação de exercícios de livros texto para fixação. O tema me interessou tanto que me dediquei a estudá-lo já na Especialização e posteriormente no Mestrado.

Neste material apresento sugestões para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática em sala de aula, tendo como referência principal a pesquisa realizada no Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática da UFOP, intitulada “Modelagem Matemática na formação de professores: algumas contribuições”.

As atividades apresentadas foram desenvolvidas durante a pesquisa com o objetivo de analisarmos as potencialidades da Modelagem na formação inicial e continuada de professores de Matemática. Sendo exemplos de possibilidades de utilização de Modelagem na sala de aula, a descrição comentada da forma como foram desenvolvidas e dos resultados obtidos podem, de alguma maneira, ser material para professores que desejem conhecer possibilidades de utilização da Modelagem em contextos educacionais, ou mesmo orientar aqueles que tenham interesse em desenvolver atividades com características similares em sala de aula.

Leonardo

Introdução

Nesse Produto Educacional procuramos apresentar aos professores que se interessam em trabalhar com a Modelagem Matemática em contextos educacionais, exemplos comentados de desenvolvimento de atividades de Modelagem. Para tanto, faz-se necessário apresentar inicialmente nosso entendimento sobre Modelagem, especialmente no que se refere à Educação Matemática.

Ao falar sobre Modelagem Matemática abordamos questões relativas a processos de matematizações de fenômenos da realidade, envolvendo muitas vezes a construção de modelos matemáticos. Entre as várias acepções possíveis para a palavra modelo, da qual se origina o termo Modelagem Matemática, adotamos a que o define como uma representação idealizada de um sistema real que é condicionada pelos objetivos de quem o constrói (ABRANTES, 1999).

E o modelo matemático pode ser definido, na perspectiva de (Biembengut e Hein, 2003, p. 12), como um “conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir [representar], de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real”. Tal modelo retrata, ainda que em uma visão simplificada, aspectos da situação pesquisada. O modelo matemático emprega “símbolos *matemáticos*, sejam tabelas, gráficos, equações, inequações, etc., ou, em outras palavras, empregam conceitos, notações e/ou procedimentos matemáticos”. (BARBOSA, 2009, p. 70)

Por extensão, entendemos que a Modelagem Matemática pode se tratar, portanto, do processo que envolve a obtenção de um modelo matemático capaz de traduzir, representar ou simplificar uma situação ou fenômeno real. Para Biembengut e Hein (2003, p. 13) não podemos dissociar a Matemática da realidade e a Modelagem Matemática seria uma maneira de fazer essa interação.

Nosso interesse é abordar a Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática. Acreditamos que esta tem o papel de ir além de propiciar

a aprendizagem de conceitos e resolução de problemas. Segundo Skovsmose(2001), se relaciona a posicionamentos críticos e reflexões sobre a razão e a finalidade do ensino da Matemática. Nesse caso a Modelagem adquire contornos particulares uma vez que, mais do que a obtenção do modelo, interessa ao professor o processo de modelagem, na medida em que nesse processo o aluno assume uma postura ativa em relação às atividades, por meio das quais é possível aprender Matemática e ao mesmo tempo refletir criticamente sobre a realidade.

Assim, adotamos para nossa visão de Modelagem a concepção de metodologia de ensino de Burak (2004), porém consideramos também concepções que se apoiam nos pressupostos da Educação Matemática Crítica como as de Araújo (2002) e de Barbosa (2003) que define Modelagem como ambiente de aprendizagem. Ao nos referirmos à Modelagem como metodologia, entendemos, assim como Burak (2013)¹, que a Modelagem é mais do que um método para ensinar e aprender matemática, envolvendo aspectos de outras áreas do conhecimento, como por exemplo a filosofia, sociologia e a psicologia, que dão sustento à Educação.

Julgamos importante clarificar que entendemos que não existe uma única maneira de conduzir atividades de Modelagem em sala de aula. A escolha desta ou daquela maneira de conduzir a atividade depende do contexto e dos objetivos do professor. Barbosa (2001), ao discorrer sobre as possibilidades de inserção da Modelagem no currículo, apresenta três casos descritos na figura 1 a seguir, explicitando em cada um deles as participações do professor e do aluno nas diferentes etapas do processo de modelagem:

¹Informação fornecida pelo professor Dr. DionízioBurak, em resposta a um e-mail enviado pelo pesquisador em 07/08/2013



Figura 1: Casos de Barbosa - Fonte: BARBOSA (2001)

	<i>Caso 1</i>	<i>Caso 2</i>	<i>Caso 3</i>
<i>Elaboração da situação-problema</i>	professor	professor	professor/aluno
<i>Simplificação</i>	professor	professor/aluno	professor/aluno
<i>Dados qualitativos e quantitativos</i>	professor	professor/aluno	professor/aluno
<i>Resolução</i>	professor/aluno	professor/aluno	professor/aluno

No “Caso 1” as atividades de Modelagem são trazidas pelo professor juntamente com dados, para que os alunos solucionem a situação problema. No “Caso 2”, o docente também traz uma situação problema da realidade, mas cabe aos alunos antes coletarem os dados necessários e resolvê-la. E, finalmente no “Caso 3”, os alunos escolhem o tema, formulam e resolvem o problema, sendo responsáveis também pela busca de informações. O autor defende que todas as três possibilidades apresentadas são válidas dependendo “das condições de cada sala de aula, de cada escola e da experiência e confiança de cada professor”. (BARBOSA, 2001, p.8).

A seguir, apresentamos e comentamos dois tipos de atividades de Modelagem desenvolvidas em nossa pesquisa. Nosso objetivo é principalmente discutir sobre a forma como as atividades foram conduzidas e os principais resultados, procurando exemplificar algumas das possíveis maneiras de desenvolver atividades de Modelagem em contextos escolares.

Desenvolvendo atividades de Modelagem Matemática

Discorreremos sobre o desenvolvimento de atividades de Modelagem a partir de temas. Os exemplos apresentados referem-se a duas situações possíveis: uma em que foram trabalhados vários temas escolhidos pelos participantes e outra em que foi trabalhado um único tema, apresentado pelo professor.

Atividade de Modelagem desenvolvida a partir de temas escolhidos pelos participantes

Alguns pesquisadores (Burak, 2009; Bassanezi, 1999) consideram que, caso o trabalho de Modelagem seja realizado com temas, que estes sejam escolhidos pelos alunos. Burak (2004) relata a importância de o aluno escolher o tema a ser trabalhado na atividade de Modelagem, ressaltando o fator interesse dos alunos na atividade e a significação dos conteúdos Matemáticos.

Nessa perspectiva, o ensino de Matemática torna-se dinâmico, mais vivo e, em consequência, mais significativo para o aluno e para o grupo. Contribui para tornar mais intensa, mais eficiente e mais eficaz a construção do conhecimento por parte de cada aluno participante do grupo, do próprio grupo ou dos grupos, sobre determinado conteúdo, a partir do conhecimento que cada aluno ou o grupo já possui sobre o assunto. Isso confere maior significado ao contexto, permitindo e favorecendo o estabelecimento de relações matemáticas, a compreensão e o significado dessas relações. (BURAK, 2004, p. 3)

Este mesmo autor orienta a condução de atividades de Modelagem, a partir de temas, por meio de um roteiro com cinco etapas, que apresentamos a seguir.

1- A escolha do tema.

O trabalho de Modelagem deve ser desenvolvido a partir de temas escolhidos pelos participantes, que devem ser reunidos em um ou mais grupos de 3 ou 4 pessoas. Dessa forma há uma maior interação e interesse dos participantes. Pode ser escolhido um tema por grupo ou um tema para toda a classe.

2- Pesquisa exploratória.

Nessa etapa é realizado o levantamento de informações sobre o tema escolhido, utilizando diferentes fontes. Esse é o momento de professor e alunos se inteirarem sobre o tema. Os conteúdos Matemáticos a serem trabalhados posteriormente nas atividades são provenientes dos problemas levantados na pesquisa de campo, que ocorre nessa etapa.

3- Levantamento dos problemas.

Nessa etapa questionamentos feitos na fase exploratória são convertidos em problemas escritos em linguagem Matemática. É uma etapa importante para o desenvolvimento dos participantes, pois desenvolve neles um olhar mais atento e crítico, gerando debates que contribuem para o desenvolvimento do raciocínio lógico e mais coerente dos participantes. Esse lado crítico e reflexivo desenvolvido é interessante para o processo, pois na Modelagem, os problemas são bem diferentes dos citados na maioria dos livros textos, pois são provenientes da coleta dos dados exploratórios. Na Modelagem, os problemas apresentam características distintas, são elaborados a partir da pesquisa, por isso são únicos. Estimulam a busca e a organização dos dados, além de favorecerem a compreensão das situações envolvidas. Cada hipótese levantada em um problema pode se tornar um novo problema com novas hipóteses.

4- Resolução do(s) problema(s) e desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema.

Na Modelagem a resolução dos problemas é uma das etapas do processo e o problema ou os problemas levantados ou elaborados, determinarão os conteúdos a serem trabalhados. Essa etapa é fundamental, pois é onde a Matemática se apresenta

forte e com significado. Aqui os conteúdos ganham significado, pois o tema foi escolhido dentro de áreas de interesse dos participantes. É nessa etapa que se oportuniza a construção dos modelos.

5- Análise crítica da(s) solução(es).

Essa etapa permite analisar e discutir as soluções apresentadas, possibilitando aprofundamento de aspectos matemáticos e não matemáticos relacionados ao tema. A análise e a validação do modelo permite sua utilização em outras situações análogas e pode inspirar soluções de outros problemas. O professor pode lançar um desafio novo para seus alunos diante da análise por eles elaborada. Os alunos podem validá-la, levantar novas hipóteses e testá-las.

Burak (2004) aponta que os temas abordados devem estar inseridos em contextos de interesse dos alunos. Dessa forma a contextualização dos conteúdos matemáticos promovida pela Modelagem pode contribuir para aumentar o interesse, o envolvimento dos alunos com as atividades e a participação do aluno nas aulas. Como a escolha dos temas é feita pelos alunos, o conteúdo a ser trabalhado nas aulas é determinado pela Modelagem. O autor afirma que os passos apresentados não constituem uma regra única para condução de atividades de Modelagem em sala de aula, porém podem dar caminhos e orientação aos que desejam iniciar esse tipo de atividade. Ainda enfatiza que trazer a visão da Educação Matemática Crítica² para a Modelagem pode auxiliar no seu entrelaçamento com o caráter social de formação do cidadão Burak (2004).

A atividade descrita a seguir tem características similares às aqui apresentadas. Foi uma atividade de Modelagem a partir de temas de interesse dos estudantes, desenvolvida no âmbito da disciplina MTM245 - Fundamentos de Educação Matemática, ministrada pela coorientadora da pesquisa, no ano de 2012 para alunos do primeiro período do curso de Matemática da UFOP. A disciplina teve como objetivo principal estudar as principais tendências em Educação Matemática e, ao mesmo tempo, aproveitar as oportunidades para abordar conteúdos matemáticos considerados

² Significa amparado em Skovsmose (1994), desenvolver a atividade de forma a promover a participação crítica do aluno na sociedade, passando por questões de natureza política, econômica, social, utilizando a Matemática como suporte.



básicos para o curso, contribuindo assim para minimizar as lacunas na formação básica em Matemática dos estudantes ingressantes. Incluímos essa atividade neste Produto Educacional por entendermos que a descrição da forma como foi conduzida e dos resultados obtidos pode subsidiar o trabalho de professores que desejem desenvolver atividades similares em qualquer nível de ensino. Comentaremos oportunamente sobre adaptações ou modificações possíveis para outras circunstâncias.

Participaram da atividade trinta alunos. Estes, em sua grande maioria, não conheciam ou nunca tinham tido contato com a Modelagem. Foram utilizados cinco encontros semanais de uma hora e quarenta minutos cada para a atividade.

A professora propôs à turma que se dividisse em grupos de cinco alunos e que cada grupo escolhesse um tema qualquer que quisesse conhecer e pesquisar a respeito. A partir dessa escolha, cada grupo trabalharia com esse assunto no desenvolvimento das atividades de Modelagem, com acompanhamento e orientação da professora. Cada grupo deveria redigir um relatório das atividades desenvolvidas. Esse relatório deveria conter um texto sobre o tema pesquisado, as problematizações que tivessem levantado e o desenvolvimento das ideias matemáticas correspondentes. Esses resultados seriam apresentados ao restante da classe. Como os participantes eram professores de Matemática em formação inicial, foi também proposto que eles elaborassem uma atividade relacionada ao tema pesquisado para ser aplicada em sala com os colegas. Deveriam pensar essa atividade para ser aplicada em aulas de Matemática, com objetivo de promover a aprendizagem dos conteúdos matemáticos relacionados.

As atividades da Modelagem foram conduzidas pela professora de forma semelhante às etapas de Burak. Dessa forma os alunos se reuniram em seis grupos para escolher os temas e as discussões de cada grupo foram acompanhadas e orientadas pela professora, procurando visualizar possibilidades de abordagem dos temas, bem como identificar possibilidades de relacionamento de conceitos matemáticos com cada um deles, uma vez que eles deveriam pensar na atividade também como professores de Matemática. Os temas escolhidos pelos grupos foram:

- 1) Usinas Nucleares
- 2) Internet
- 3) Jogo de Pôquer
- 4) Profecias Maias

- 5) Tecnologia
- 6) Ateísmo

A professora orientou que cada grupo fizesse uma pesquisa inicial exploratória sobre os temas escolhidos. A partir disso os grupos reuniam-se durante as aulas para o desenvolvimento do trabalho, com constante orientação da professora.

No início dos trabalhos, os temas são bastante amplos. Há, portanto, a necessidade de delimitar os temas, levantando assuntos ou problemas mais específicos a serem estudados. Isso feito com a turma em questão, ficamos com:

- 1) Usinas nucleares: o que são, as vantagens e desvantagens do seu uso, o problema da contaminação por elementos radioativos, os riscos e a meia vida dos elemento radioativos.
- 2) Internet: acesso da população e as tecnologias envolvidas.
- 3) Jogo de pôquer: teoria dos jogos e probabilidade;
- 4) Profecias Maias: a mídia e os reflexos desta na opinião da população, focando na profecia Maia do fim do mundo no ano de 2012;
- 5) Tecnologia: evolução e aparelhos;
- 6) Ateísmo: uma suposta prova da não existência de Deus.

Definidos os problemas específicos a serem abordados, os alunos seguiram trabalhando em grupos no horário da aula e a professora ia acompanhando os trabalhos de cada grupo, orientando, dando sugestões e também procurando ver possíveis conexões com conceitos matemáticos, especialmente procurando ver como estes poderiam ajudar a compreender ou interpretar de alguma maneira os diferentes aspectos levantados em cada tema. Enquanto a professora orientava um grupo específico, os demais seguiam trabalhando. Posteriormente a professora orientou para o fechamento dos trabalhos dos grupos, para as apresentações dos resultados e para a elaboração da atividade matemática por cada grupo para ser desenvolvida com os demais alunos da sala. Na apresentação de cada grupo, os demais participaram fazendo seus questionamentos e emitindo opiniões, tanto no que dizia respeito aos conceitos matemáticos envolvidos quanto no que dizia respeito aos temas estudados. Os participantes de cada grupo mostraram ter aprendido bastante sobre os temas, apesar do pouco tempo decorrido entre o início e o final dos trabalhos. Os grupos



também conduziram o desenvolvimento das atividades matemáticas que elaboraram, sendo que os demais colegas participaram resolvendo o que foi proposto pelos grupos. A professora participou conduzindo os debates e fez intervenções quando necessário, principalmente com relação às abordagens dos conceitos matemáticos que apareceram nos diferentes trabalhos.

Para dar ao leitor uma visão do processo faremos a descrição dos trabalhos de um dos grupos: o grupo das Usinas Nucleares.

Grupo Usinas Nucleares

O grupo decidiu explorar o assunto das usinas nucleares, as vantagens e as desvantagens de sua utilização. Concluíram ser esta uma forma de energia limpa que, se utilizada corretamente, pode trazer avanços energéticos para o país. No entanto, não descartaram a possibilidade de ocorrência de grandes desastres ambientais caso algum acidente venha a ocorrer.

A professora julgou o tema interessante de ser explorado e sugeriu, nas orientações, que os alunos tentassem avaliar as consequências de contaminações por elementos radioativos, que era interesse do grupo. Para tanto sugeriu que procurassem informações sobre a meia vida dos elementos radioativos como o Carbono e o Césio. Os alunos, então, coletaram dados sobre o Carbono 14 e Carbono 12, estudaram alguns acidentes ocorridos com esses elementos, as propriedades, a forma de manipulá-los e os efeitos da contaminação. Posteriormente a professora sugeriu que a equipe definisse um acidente específico para estudar, focalizando e aprofundando nele. Assim, os alunos poderiam analisar as substâncias envolvidas no acidente selecionado e como elas atingem a região afetada. Em suas pesquisas, o grupo descobriu que há diferenças entre os carbonos e que eles se decompõem, se transformando em outros. A professora explicou também como é possível datar objetos ou fósseis encontrados em escavações utilizando equações referentes à decomposição radioativa do carbono.

Os alunos falaram sobre vários acidentes ocorridos em usinas nucleares mas focalizaram em um acidente ocorrido no Brasil em 1987, com o Césio 137. O grupo decidiu estudar a meia vida desse elemento. Buscaram dados, montaram um gráfico e trabalharam com suas famílias radioativas. E assim, descobriram que sua meia vida é de 30 anos. Acrescentaram ainda estudos sobre o Césio 134, 132 e 136. A contaminação naquela ocasião ocorreu pelo rompimento de um objeto encontrado em um ferro velho. A situação hipotética colocada pelo grupo para o estudo foi: se a meia

vida do Césio é de 30 anos e se uma pessoa teve contato, no ferro velho, com 100 g de Césio, quanto tempo vai demorar para que o efeito da contaminação desapareça? Perceberam que vai demorar 30 anos para ter 50g em seu organismo e em mais 30 anos terá a metade destes 50g, portanto, ainda 25g, e assim sucessivamente até que o efeito e as propriedades do elemento radioativo se extingam. Perceberam que os dados se ajustavam a uma função do tipo exponencial. No entanto viram que se o modelo escolhido para representação desse fenômeno for uma função exponencial, matematicamente esse efeito não cessaria, uma vez que a função não assume o valor zero. Mas a quantidade de substância tenderia a zero. Ponderaram que na prática há um limite em gramas para causar mais efeitos no organismo e portanto a função exponencial parecia adequada para representar a situação.

A professora lembrou que o efeito da radiação se espalha como ocorreu no Japão, em março de 2011, não necessariamente matando alguém, mas permanecendo no ambiente, obrigando a população a abandonar as cidades atingidas pelos acidentes até que os níveis de radioatividade possam desaparecer, o que poderia levar anos.

Na apresentação do trabalho, os participantes do grupo mostraram um diagrama da organização das usinas nucleares e discutiram sobre os elementos radiativos. Fizeram uma exposição sobre as vantagens da utilização dessa fonte de energia, como o pouco consumo de combustível, produção de pouco lixo e a ocupação de pequenas áreas; e das desvantagens como os riscos de acidentes, o alto custo de instalação e a dificuldade no descarte do lixo gerado. O grupo apresentou os cálculos e o modelo matemático que julgaram ser adequado à situação: $M(t) = M_0 \cdot e^{-kt}$.

Na apresentação, a professora interveio quando necessário, complementando as questões matemáticas referentes ao modelo. Após a apresentação, o grupo entregou uma atividade com questões relativas ao assunto aos demais alunos, explorando a utilização de modelos, conforme roteiro abaixo, para que a desenvolvessem. Foi dado um tempo de 15 minutos para que a classe resolvesse a atividade, a qual foi corrigida e resolvida pelo grupo, explicando a resolução.

A atividade elaborada pelo grupo foi:

Figura 2: Roteiro de atividades do grupo de Usinas Nucleares

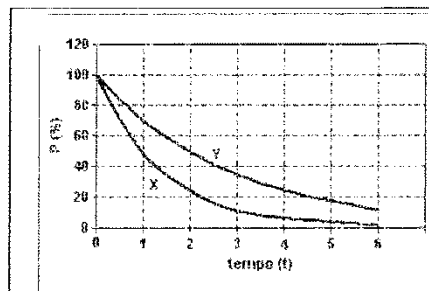
Exercícios

1 – Uma certa substância radioativa decai exponencialmente sendo que, após 100 anos, ainda restam 60% da quantidade inicial.

- Obter o modelo de decaimento exponencial para esta substância radioativa;
- Determinar sua meia vida;
- Determinar o tempo necessário para que reste somente 15% de uma dada massa inicial.

2 - Define-se como meia-vida de um elemento radioativo o tempo necessário para que a metade de seus átomos tenha se desintegrado. No caso do Césio-137, a meia-vida é de 30 anos. O gráfico a seguir indica o percentual de átomos radioativos, $P(\%)$, presentes em duas amostras radioativas puras, X e Y, em função do tempo, medido em unidades t .

A partir do gráfico, abaixo afirma-se que:



I – a meia vida de X é o dobro da de Y.

II – a meia vida de X é três t .

III – transcorrido um tempo $6 t$, o percentual de átomos radioativos, da amostra X, que se desintegram é maior do que a da amostra Y.

Pela análise das informações acima, conclui-se que está (ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s):

- | | |
|--------|-------------|
| a) I | d) I e III |
| b) II | e) II e III |
| c) III | |

Essa atividade de Modelagem foi desenvolvida com alunos ingressantes no Ensino Superior. O conteúdo de funções exponenciais já havia sido estudado por eles no Ensino Médio. Dessa forma foi possível contextualizar e aplicar esse conteúdo. Também foi possível esclarecer dúvidas que alguns alunos tinham a respeito do mesmo. Assim, ve-se a possibilidade de aplicar a atividade no ensino médio depois de ter estudado teoricamente as funções exponenciais. No entanto é também possível essa abordagem mesmo que esse conteúdo não tenha sido estudado anteriormente. Nesse caso as informações obtidas pelos alunos sobre o decaimento radioativo, a meia vida da substância e os valores numéricos pesquisados seriam usados para estudar as características e introduzir o conteúdo de funções exponenciais de forma contextualizada. Nesse caso seria feita uma interrupção no trabalho de Modelagem para sistematizar os conteúdos matemáticos e posteriormente retornaria ao tema para obter respostas aos problemas identificados, como, por exemplo, responder a situação hipotética formulada pelos alunos sobre o tempo necessário para que os efeitos da radiação em uma contaminação desapareçam.

Entendemos que a atividade de Modelagem desenvolvida com os alunos da disciplina MTM 245, aqui descrita, se enquadrada no "Caso 3" de Barbosa (2001), uma vez que os temas foram escolhidos pelos estudantes e todas as informações necessárias para resolução dos problemas levantados foram coletadas por eles.

O trabalho com temas escolhidos pelos estudantes é bastante rico no que diz respeito às diferentes possibilidades de aprendizagem. Porém, alguns docentes sentem-se inseguros para realiza-los. Um dos receios do professor nesse tipo de atividade é o dos trabalhos passarem por assuntos que ele porventura não domine, principalmente assuntos externos à Matemática. Essa insegurança do professor é apontada na literatura: "*Possivelmente, o caráter interdisciplinar da Modelagem seja, também, um fator que gere insegurança, pois o uso da Modelagem pressupõe saber Matemática e ter conhecimento de outras áreas.*" (BISOGNIN, BISOGNIN, 2012, p. 1061).

Outro aspecto a ser observado é que, quando há vários temas sendo trabalhados concomitantemente na sala, o professor precisa de certa habilidade para conduzir as atividades de modo a poder dar a devida atenção a cada grupo, sem que haja dispersão dos demais. Para as primeiras experiências com a Modelagem, o tema único pode ser mais indicado, dando também ao professor mais tranquilidade para se inteirar sobre o assunto tratado.



Ressaltamos ainda que a Modelagem sendo desenvolvida em uma disciplina sem conteúdo matemático pré-estabelecido no programa facilita o trabalho com temas livres. No entanto, fazendo certas adaptações no currículo é possível encontrar espaço para atividades mais abertas como esta apresentada. Uma alternativa é reservar apenas parte das aulas para as atividades de Modelagem, dando mais atenção ao programa nas demais aulas.

Em geral os participantes aprovam as atividades de Modelagem e apontam vantagens. Um exemplo é a fala de um dos participantes da atividade que descrevemos: *“Consegui aprender de outra forma, através de um contexto. Como foi solicitado que escolhêssemos um tema, isso motivou-nos a analisar e enxergar o conceito matemático dentro do tema pesquisado”*. Vemos que o estudante ressalta a característica de contextualização dos conteúdos matemáticos e atribuição de significado para os mesmos.

A Modelagem desenvolvida a partir de temas escolhidos pelos estudantes não é a única possibilidade que se apresenta aos professores. Vamos a seguir exemplificar outra forma de inserir a Modelagem nos contextos escolares.

Atividade de Modelagem desenvolvida a partir de um tema proposto pelo professor

Um das possibilidades de conduzir atividades de Modelagem a partir de temas é que o professor apresente o tema a ser estudado. Exemplificamos essa possibilidade descrevendo e comentando o desenvolvimento de uma oficina denominada “Modelando a construção de uma casa popular”, ofertadaa participantes do VI Encontro Mineiro de Educação Matemática (EMEM), realizado na Universidade Federal de Juiz de Fora, nos dias 15 e 16 de novembro, de 2012.

Nosso intuito foi o de proporcionar aos participantes, estudantes e professores de Matemática, a oportunidade de vivenciar uma atividade de Modelagem que pudesse ser desenvolvida em um curto espaço de tempo e que abordasse um tema de relevância social. Dessa forma, estávamos interessados em uma atividade que propiciasse a abordagem de conceitos matemáticos e também a discussão crítica de problemas da realidade.

Tendo a atividade sido proposta para um contexto específico de uma oficina e com tempo limitado para execução, o tema foi definido previamente pelo professor demodo que as informações necessárias fossem disponibilizadas aos alunos já no início

das atividades. Entendemos que esse tipo de proposta se enquadra no denominado “Caso 1” de Barbosa (2001), no qual “o professor apresenta a descrição de uma situação-problema, com as informações necessárias à sua resolução e o problema formulado, cabendo aos alunos o processo de resolução” (BARBOSA, 2001, p.9).

O tema “construção de uma casa popular” foi escolhido por considerarmos que tinha relevância social, possivelmente despertaria o interesse dos participantes e também possibilitaria a abordagem de conceitos matemáticos. O problema proposto foi a escolha de uma planta para construção de uma casa popular, a escolha de materiais e a elaboração de um orçamento para a construção. Por questões de limitação de tempo, apenas seria elaborado orçamento para paredes e telhado.

Sendo ofertada para professores em formação inicial ou continuada, a oficina também tinha o objetivo de discutir as potencialidades da atividade do ponto de vista pedagógico.

A oficina foi desenvolvida em dois encontros de uma hora e quarenta minutos cada, em dois dias consecutivos. O quadro I, apresentado a seguir, detalha o tempo aproximado de cada etapa das atividades da oficina.

Quadro I: Cronograma da oficina - **Fonte:** Próprio autor

Cronograma da oficina	
Primeiro Encontro – das 14:00 às 15:40 horas.	
14:00- 14:20	Abertura e apresentação do tema da Oficina
14:20 - 14:50	Proposta das tarefas, apresentação das plantas das casas populares, escolha da planta pelos grupos e posterior escolha de uma única planta para ser trabalhada por todos os grupos.
14:50- 15:40	Trabalho em grupo para decisão sobre materiais a serem utilizados, cálculo das quantidades dos materiais e orçamento.
Segundo Encontro – das 14:00 às 15:40 horas.	
14:00- 14:20	Retomada dos dados e finalização dos cálculos
14:20- 15:10	Apresentação e debate das opções e cálculos de cada grupo
15:10- 15:30	Debate pedagógico e de avaliação da oficina.
15:30-15:40	Preenchimento do questionário de avaliação

A atividade iniciou-se com uma apresentação introdutória aos participantes a respeito do tema “Modelando a construção de uma casa popular”, tratando da história das moradias populares no Brasil, com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre o assunto e também com algumas informações sobre Modelagem e sobre concepções de Modelagem na Educação Matemática.

Feita a proposta da oficina solicitamos que os participantes se organizassem em grupos de trabalho. Cada grupo recebeu cinco modelos de plantas baixas de casas populares, para analisarem e escolherem uma destas como sendo a mais indicada para a construção de uma casa popular. Procuramos disponibilizar plantas com opções variadas de tamanhos, divisão e estilos. Deixamos a cargo dos participantes definirem os critérios a serem utilizados para a escolha. Apresentamos várias disponibilizadas na internet. Caso o professor prefira, pode desenhar plantas com a turma, trabalhando escalas e proporções.

Cada grupo escolheu uma planta, justificando sua escolha. Após todos apresentarem seus argumentos houve um debate sobre a planta mais adequada, sendo escolhida uma delas para ser utilizada por todos os grupos no desenvolvimento da atividade. Dentre os argumentos apresentados estavam: as dimensões adequadas a

uma moradia popular, a clareza de dados e o número de dormitórios. Na figura 3 apresentamos a planta escolhida pelos participantes.

Figura 3: Planta baixa de uma casa popular

Fonte: Blog - Plantas de Casas Populares³



A Modelagem Matemática em sala de aula: reflexão com base em experiências realizadas

³link: <http://4.bp.blogspot.com/-53jMaeE-lcs/TbH6bzcUguI/AAAAAAAAAK8k/oZu7dTclcuM/s1600/plantas-de-casas-populares-1.jpg>



Após a escolha, os grupos receberam uma relação de fotos de materiais de construção⁴, como tijolos, telhas e blocos de concreto, para escolherem o que usariam na construção dessa casa e justificarem suas escolhas por determinado material. A relação fornecida procurava contemplar uma diversidade de características e preços. Apresentamos os materiais que foram disponibilizados aos participantes:

Materiais de apoio e características

Blocos de concreto – dimensões:



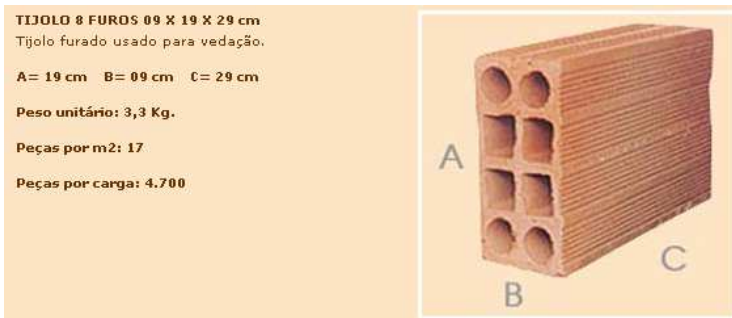
Preço: R\$1,19 cada

Geralmente utilizado em muros por não degradar com chuvas

Apresenta problemas para fixação de objetos como pias, quadros, etc.

⁴A atividade poderia ter sido organizada para os participantes buscarem no comércio ou na internet esses dados, mas também em função do tempo optou-se por fornecê-la.

Tijolos de barro:



Preço: R\$ 359,90 o Milheiro

Telhas

Telha amianto (fibrocimento):



Dimensões: 1,22 x 2,44m

Preço: R\$ 30,00

Obs.: as duas primeiras meias dobras de cada lado são usadas para encaixe de uma na outra.

Telha Paulista:



Preço: R\$ 790,00 o milheiro

Dimensões:

Capa: 48cm x 17cm

Canal: 48cm x 20cm

Peso Médio: 2,50kg

Consumo: 26 peças por m²

Telha americana:



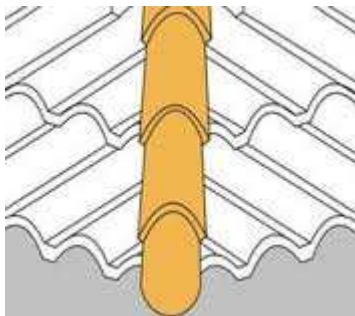
R\$ 1300,00 o milheiro;
Dimensões: 38 cm x 20 cm
Peso Médio: 2,6 Kg por peça.
Cobertura: 17 peças por m².

Telha de zinco:



Dimensões: largura: 1,10m
Preço: R\$ 45,00 cada
Obs: Geralmente utilizada para terraço.
Fácil mão de Obra, possui problemas de isolamento térmico e ruído com ventos e chuvas.

Cumeeira de cerâmica:



Dimensão: Mesmo tamanho da telha:
Preço: R\$ 10,90 cada

Cumeeira de fibrocimento (amianto):



Preço: R\$ 14,00 cada.
Comprimento útil: 34 cm
Peso nominal: 4 kg
Sobreposição: 7 cm
Consumo: 3,0 un./m linear

Cumeeira de metal (zinco ou alumínio zincado)



Dimensões: 300 x 0,43

R\$ 22,00 cada

Cobre o centro do telhado, entre
um lado e outro coberto.

Depois de escolhidos os materiais a serem utilizados na casa, os grupos partiram para os cálculos das dimensões das paredes e telhado. Todos os grupos receberam calculadora para a tarefa. Os grupos não tiveram dificuldade em calcular as dimensões da casa ou fazer os orçamentos.

Durante a atividade, surgiram dúvidas específicas relativas à construção da casa, como a altura normal de uma parede de casa, a altura ou inclinação de um telhado para as dimensões trabalhadas, diferenças entre as telhas de fibrocimento, metal e de cerâmica, a quantidade de cumeeiras necessárias para os telhados escolhidos, diferença de um telhado com apenas um lado para um telhado de dois lados, o tamanho a considerar em um telhado. Neste ponto, a nossa experiência na área da construção civil foi salutar para orientar os grupos e esclarecer as dúvidas surgidas. Essa etapa encerrou o primeiro dia da oficina.

No segundo encontro, foi proposto que nos vinte minutos do início da oficina os participantes retomassem as decisões e cálculos do encontro anterior. Cada grupo recebeu uma folha de papel pardo para preencher um quadro (como descrito no quadro II) com as informações e os cálculos para apresentação e debate entre os grupos.

Quadro II:Quadro com a estrutura para a apresentação dos dados dos grupos
Fonte: Próprio autor

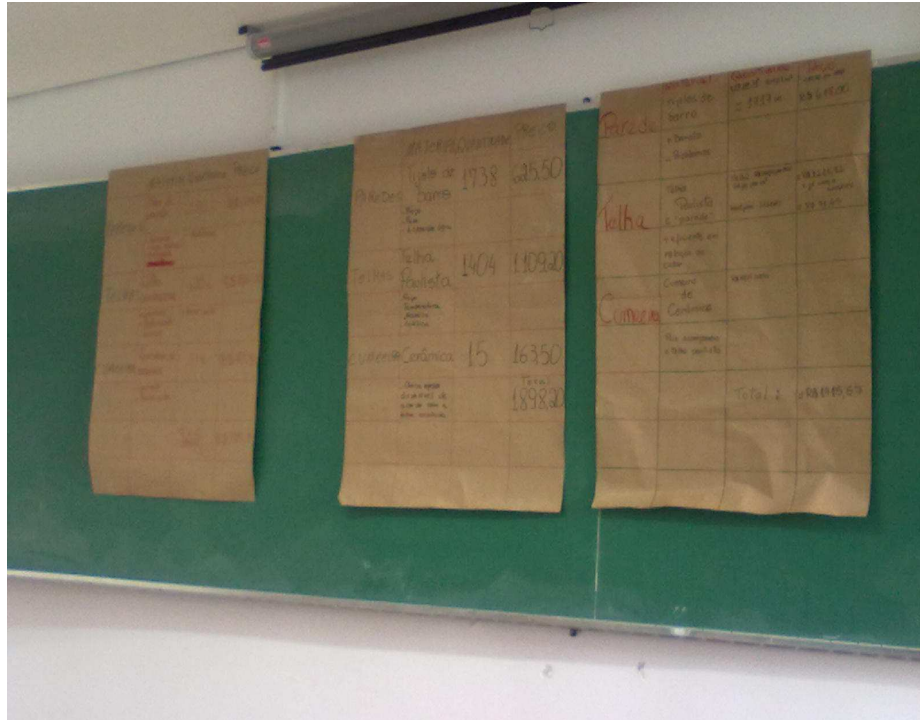
	Material	Quantidade	Preço
Paredes			
Telhas			
Cumeeira			
			Total:

As figuras 3 e 4 ilustram o desenvolvimento dos trabalhos dos alunos.

Figura 3: Alunos construindo os quadros para apresentação



Figura 4: Quadros construídos pelos grupos e usados na apresentação



Os grupos iniciaram as apresentações dos trabalhos, esclarecendo quais materiais escolheram e as opções de construção, sempre justificando suas escolhas. A seguir, apresentaram os cálculos realizados para elaborar o orçamento.

À medida que as diferentes opções eram apresentadas, os integrantes dos demais grupos manifestavam-se a favor ou contra as opções, baseados nas próprias escolhas que haviam feito.

Os grupos apresentaram as seguintes opções e orçamentos, conforme as tabelas II, III e IV:



Tabela II: Apresentação do grupo A - **Fonte:** Dados da pesquisa

	Material	Quantidade	Preço
Paredes	Tijolos de barro	17 unidades por m ² 1717 unidades	R\$359,00 por 1000 tijolos Total: R\$618,00
Justificativa	Mais barato e menos problemas		
Telhas	Telha paulista e "paredes"	Telha R\$790,00 por 1000 telhas 26 peças por m ² . 99 tijolos (11,63m ²)	R\$1225,92 com a cumeeira. \$71,65
Justificativa	Mais eficiente quanto ao calor	R\$10,90 cada	
Cumeeira	Cumeeira de cerâmica		
Cumeeira			Total: R\$ 1915,57

Tabela III: apresentação do grupo B - **Fonte:** Dados da pesquisa

	Material	Quantidade	Preço
Paredes	Tijolos de barro	1738	R\$ 625,00
Justificativa	<ul style="list-style-type: none">• Preço• Peso• Absorção de água		
Telhas	Telha Paulista	1404	R\$ 1109,20
Justificativa	Preço Temperatura Acústica estética		
Cumeeira	Cerâmica	15	R\$ 163,50
Justificativa	Única opção disponível de acordo com a telha.		Total: R\$ 1898,20

A Modelagem Matemática em sala de aula: reflexão com base em experiências realizadas

Tabela IV: Apresentação do grupo C - **Fonte:** Dados da pesquisa

	Material	Quantidade	Preço
Paredes	Blocos de concreto	1511 unid.	R\$ 1798,09
Justificativa	Tamanho Menos massa Praticidade	Resistência	
Telhas	Telha americana	680 unid.	R\$ 884,00
Justificativa	<ul style="list-style-type: none"> • Formato • Isolamento térmico 		
Cumeeira	Cumeeira de cerâmica	37 unid.	R\$ 403,30
Justificativa	Formato Baixo custo		Total: R\$3085,39

Julgamos importante apresentar trechos das discussões e argumentações dos grupos. Sobre o orçamento das paredes os grupos se manifestaram:

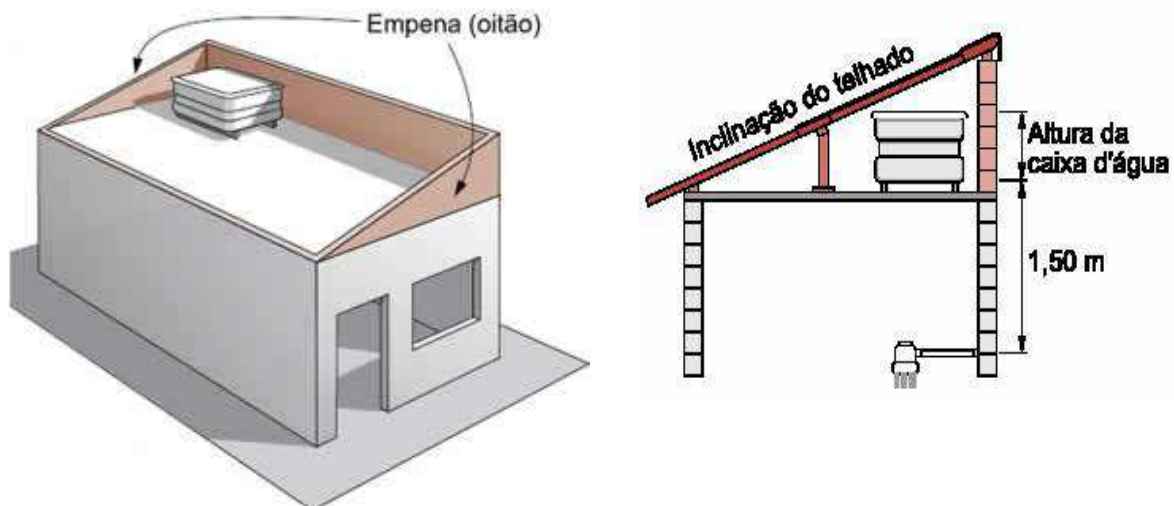
O grupo A: *“Escolhemos tijolos de barro, achamos que é melhor, pois temos preço, melhor fixação deles, vai ficar uma parede melhor. E nos atemos aos dados pedidos, não foi considerado o tempo da obra. Mas para facilitar, nós desconsideramos janelas e portas da parte interna, o cálculo das paredes foi facilitado e, o que aumentou de tijolos, compensa as quebras”.*

O grupo B: *“Não faz diferença no final tirar ou não as janelas, porque quando a área das janelas ocupa menos de um sexto da parede, a engenharia civil permite desconsiderar para balancear as quebras”.*

Grupo C: *“Optamos pelos blocos de concreto porque apesar de serem mais caros e terem problema com água, a obra seria concluída mais rápido e teria uma menor perda de material por quebra. Achamos que vale a pena.”*

Os grupos A e B mencionaram que calcularam as áreas das paredes e obtiveram o mesmo resultado, mas, no final, o número de tijolos e o valor gasto não foram os mesmos. O grupo A justificou a diferença de seu resultado pelo fato de terem escolhido o telhado diferente que necessita um número maior de tijolos para fechá-lo lateralmente. A figura 5 abaixo ilustra a argumentação do grupo.

Figura 5: telhado de “uma água” ou uma caída



Todos os grupos utilizaram a estratégia de medir linearmente as paredes e, posteriormente, multiplicar por 2,80 m (altura), que seria a altura padrão proposta para as paredes desse tipo de construção, conforme foi orientado pelo professor.

Com relação ao telhado:

Os grupos A e B escolheram telhas paulista em virtude do preço, do conforto térmico e do menor ruído. Trabalharam com um telhado convencional de “duas águas”..

O grupo C defendeu: *“usamos a telha americana, por ser dupla, é mais prático, usamos menos telhas e a obra acaba mais rápido. Consideramos um metro de altura para caída de água e utilizamos o teorema de Pitágoras para achar a hipotenusa, que são as telhas. Mas não deixamos sobras de telhas além das paredes nem na área de serviço, mas só percebemos agora”.*

Os grupos A e B consideraram o telhado com cinquenta centímetros maior que a casa, em cada lado. O grupo A ainda acrescentou que, como o telhado de um dos lados termina na parede, poderia construir duas casas juntas, dividindo uma parede em comum, assim, seria ainda mais barato, como mostra a figura 6.



Figura 6: Construção de casas geminadas

O grupo A considerou um metro e meio de altura do telhado, diferente dos demais grupos, os quais utilizaram um metro. Dessa maneira, era esperado que gastassem um pouco mais com telhas, o que não ocorreu. Por isso, os demais grupos inferiram que esse grupo teria cometido algum erro e os cálculos foram conferidos.

O grupo B, percebeu, na apresentação dos demais, que teve um erro de cálculo nas cumeeiras, ao comparar com o trabalho do grupo A.

Ao final da apresentação e das discussões sobre as escolhas e cálculos realizados, propusemos um novo debate, mas agora de cunho pedagógico-metodológico, com o intuito de identificarmos as impressões dos participantes sobre as possibilidades apresentadas no desenvolvimento da atividade.

Os participantes elogiaram a atividade e disseram ter ficado muito satisfeitos com a experiência. Algumas das manifestações dos participantes: *“Esta é uma forma diferente de se trabalhar e estudar Matemática”* (participante 2); *“O trabalho com a Matemática fica mais significativo. A gente começa a ver a Matemática nas*



coisas”(participante 5), ou ainda, “Gostei muito do minicurso, com certeza será útil em minha vida e profissão”, “Se nós gostamos de trabalhar assim, os alunos vão gostar muito mais” (participante 1).

Apontaram como potencialidades da atividade:

- O desenvolvimento de senso-crítico dos participantes ao terem que justificar suas escolhas valendo-se de suas impressões como cidadãos;
- A utilização de vários conteúdos matemáticos para resolução do problema proposto, como cálculo de áreas, itens de geometria plana e espacial, operações fundamentais com números naturais e decimais, teorema de Pitágoras, unidades de medidas, figuras planas, formas geométricas, Matemática Financeira, porcentagem e regra de três;
- O trabalho interdisciplinar e a contextualização da Matemática, por meio de um tema interessante, relevante socialmente;
- O desenvolvimento da autonomia dos estudantes.

Sobre os aspectos apontados encontramos referências na literatura. Os participantes destacaram como positiva a dinâmica de trabalho em equipe. Burak (2004) afirma que esta é uma importante característica da metodologia da Modelagem que “favorece o estabelecimento de relações afetivas mais fortes entre os alunos e professores” (BURAK, 2004, p.68). Essa dinâmica favorece o debate entre os participantes e entre estes e o professor. Araújo (2008, p. 59) destaca que “a sala de aula é entendida como um espaço democrático, onde o diálogo, no sentido de ação dialógica, é a forma de comunicação entre os participantes”. E isso está de acordo com os pressupostos da Educação Matemática Crítica que defende que a sala de aula deve ser um espaço para se exercer a democracia.

O desenvolvimento do senso-crítico dos estudantes também é apontado como presente nas atividades de Modelagem por diversos autores. Ao fazer a análise crítica das soluções “se reflete acerca dos resultados obtidos no processo e como esses podem ensinar a melhoria das decisões e ações, contribuindo, dessa maneira, para a formação de cidadãos participativos, que auxiliem na transformação da comunidade em que participam”. (KLÜBER; BURAK, 2009, p.21)

O desenvolvimento do senso-crítico, conforme vemos em Barbosa (2003), gera a possibilidade de “formar sujeitos para atuar ativamente na sociedade e, em particular, capazes de analisar a forma como a matemática é usada nos debates sociais” (BARBOSA, 2003, p.3).

Os participantes apontaram também as possibilidades de trabalhar os conceitos matemáticos de forma contextualizada e interdisciplinar. Esse aspecto é também apontado por Bassanezi (2002) ao discorrer sobre a Modelagem como estratégia de ensino e aprendizagem da Matemática.

Oficinas desse tipo podem ser aplicadas em cursos de formação inicial ou continuada de professores. Também são interessantes para a educação de jovens, e adultos, pois é provável que os participantes tenham interesse pelo tema.

A forma como foi conduzida, tendo o professor fornecido as informações para a resolução do problema proposto, foi uma alternativa para o trabalho em curto espaço de tempo. Em outra situação poderíamos solicitar aos alunos que buscassem informações sobre os materiais. Poderíamos também solicitar um orçamento de outros itens como o piso, a pintura ou ainda considerar outros gastos como cimento, areia e mão de obra.

Da mesma forma como na atividade anterior, os conceitos matemáticos relacionados ao tema podem ser aplicados ou ainda introduzidos a partir da atividade. Neste caso, deverá ser reservado um tempo maior para o desenvolvimento da atividade e para sistematizar os conteúdos matemáticos a partir das necessidades apresentadas no processo de Modelagem. Exemplificando: se há necessidade de calcular áreas e os alunos não sabem como fazer, interrompe-se o processo de modelagem para ensinar os alunos como fazer isso. O próprio problema dá subsídios para a abordagem desse conteúdo de forma que tenha significado para o aluno. Com esse enfoque, a atividade mostra-se também adequada para os anos finais do ensino fundamental.

Segundo a opinião dos participantes vivenciar atividades de Modelagem pode contribuir para que o professor seja estimulado a utilizá-la em sala de aula e se sinta um pouco mais seguro para inseri-la em sua prática. Dessa forma ressaltam a importância de inserir atividades de Modelagem nos cursos de formação de professores.



Possibilidades, limitações e sugestões para atividades de Modelagem

Imaginemos que você leu sobre, ouviu falar ou participou de alguma atividade de Modelagem, ficou interessado e gostaria de aplicar essa metodologia em suas aulas. A conversa que se segue é no sentido de compartilhar com você algumas reflexões sobre práticas de Modelagem. Nesta seção, tendo como referência as duas atividades que apresentamos nas seções anteriores, vamos discorrer sobre algumas possibilidades que visualizamos para a Modelagem nos contextos escolares, apontando não apenas as vantagens e sucessos, como também as dificuldades e algumas alternativas para contorná-las, numa conversa de professor para professor.

Entendemos como extremamente válido o desenvolvimento de atividades de Modelagem a partir de temas. Essa é uma das formas de criar ambientes de aprendizagem nos quais os alunos se colocam numa postura ativa na sala de aula, participando ativamente da construção de seu conhecimento, tendo a oportunidade de aprender Matemática, desenvolver suas potencialidades e refletir criticamente sobre a realidade. (FRANCHI, 2007)

Uma das formas de desenvolver atividades de Modelagem é iniciar os trabalhos com a escolha de temas pelos participantes, assim como preconiza Burak (2004). A primeira das atividades que descrevemos é um exemplo.

Esse tipo de trabalho é bastante rico pela diversidade de situações e temas que se apresentam na sala de aula. Em geral os alunos se sentem bastante motivados, pois, os temas são de seu próprio interesse. Também são muitas as possibilidades de trabalhos interdisciplinares, uma vez que temas externos à Matemática requerem e propiciam o envolvimento de outras áreas de conhecimento. O professor de Matemática pode tentar envolver os professores das outras disciplinas, realizando um trabalho em conjunto. Vislumbramos essa possibilidade no exemplo que descrevemos. Se a atividade tivesse se desenvolvido no Ensino Médio, o tema “Usinas Nucleares” propiciaria um trabalho conjunto com as disciplinas Física e Química. Além, é claro, da disciplina Língua Portuguesa para a escrita dos relatórios de todos os temas. O tema “Profecias Maias” favorece uma relação com a disciplina História e o tema ateísmo com a disciplina Filosofia.

Devemos destacar também a diversidade de conteúdos matemáticos possíveis de serem trabalhados a partir dos temas, conteúdos estes muitas vezes não usuais nas aulas de Matemática. Citamos como exemplo o sistema de numeração binário suscitado pelo tema “Tecnologias” e as noções de lógica, argumentação e prova suscitadas pelo tema “Ateísmo”. Como já mencionado anteriormente, se quisermos aproveitar as oportunidades que a Modelagem oferece, teremos um currículo determinado pela Modelagem e teremos também a participação dos alunos na construção desse currículo. Os alunos poderão escolher o que vão estudar desperta seu interesse: “O fato de o grupo compartilhar o processo de ensino, isto é, escolher aquilo que gostaria de estudar, ter a oportunidade de se manifestar, de discutir e propor, desenvolve o interesse de cada grupo e dos grupos. (BURAK, 2004, p.2)

Se, por um lado a diversificação do currículo pode ser entendida como um ponto positivo, por outro lado há os que consideram como ponto negativo, por fugir do chamado currículo convencional. Construir o currículo de forma dinâmica não é simples devido ao formato das escolas com currículos rígidos. Klüber e Burak (2008), baseados em Caldeira (2005), apontam que:

A Modelagem matemática, concebida como um *sistema de aprendizagem*, questiona a forma linear da maioria dos currículos, no que concerne à apresentação dos conteúdos. Possibilita condições para que docentes e alunos questionem e entendam a educação, reconhecendo a realidade como um processo dinâmico, oportunizando, assim, a ruptura com essa forma de conceber o currículo escolar. (KÜBER; BURAK, 2008, p. 27)

Para aqueles docentes não tão ousados a ponto de desafiar o currículo tradicional, apresentamos uma alternativa: reservar apenas parte das aulas para o desenvolvimento das atividades de Modelagem. Podemos, por exemplo, por certo período desenvolver a Modelagem em duas aulas da semana enquanto nas outras seguimos com o planejamento usual e o livro didático (Franchi, Gazzeta, 2007). Não podemos considerar isso como perda de tempo, uma vez que estaremos dessa forma desenvolvendo competências e habilidades como a capacidade de buscar e interpretar informações e de resolver problemas, que são preconizadas nos documentos oficiais da Educação, nos diferentes níveis. Importante observar também a possibilidade de



aparecerem nos modelos conteúdos usuais dos programas como, por exemplo, funções exponenciais (no tema “Usinas Nucleares”) e probabilidades (no tema “Jogo de Poquer”). Porém a falta de tempo tem sido apontada também como uma dificuldade para a modelagem, cujas atividades demandam certo tempo para realização..

Se a abordagem simultânea de vários temas, de livre escolha dos estudantes, propicia diversidade de situações e enriquecimento do ambiente de sala de aula, também pode apresentar dificuldades para o professor na condução das atividades. Uma das dificuldades apontada é a insegurança do professor com relação ao imprevisto e a falta de domínio dos conteúdos que podem aparecer. De fato, pode acontecer do professor não conhecer todos os assuntos que serão pesquisados ou mesmo não dominar conteúdos matemáticos adequados à resolução dos problemas propostos. O fato é que a atividade de Modelagem deve mudar não apenas a postura do aluno como também a do professor. Este deve se posicionar frente à classe não como o detentor do saber, mas como parceiro do aluno na busca do conhecimento. A incerteza se faz presente em muitas atividades que fogem do padrão das aulas expositivas como, por exemplo, as investigações matemáticas. Se o professor acredita na validade da proposta deve para arriscar nas primeiras tentativas. A reflexão sobre as atividades realizadas, as leituras sobre o tema e a experiência de ter tentado outras vezes vai preparando o professor para iniciativas futuras.

Outro ponto que merece reflexão é a condução das atividades quando em uma sala são trabalhados vários temas ao mesmo tempo. De fato, um professor inexperiente com a Modelagem pode ter certa dificuldade para acompanhar de forma adequada os trabalhos de todos os grupos. Uma alternativa é negociar com a sala a escolha de um tema único para a sala. Nesse caso pode-se pedir aos grupos que apresentem sugestões sobre temas e depois, em uma plenária com a classe, discutir as possibilidades nos diferentes temas, procurando chegar a um consenso sobre um tema único para ser estudado. Depois disso os trabalhos se desenvolvem normalmente em cada grupo, seguindo as etapas sugeridas por Burak (2004).

Nessa negociação com a sala a partir dos temas apresentados pelos grupos o professor pode argumentar a favor de um tema que favoreça o aparecimento de conteúdos matemáticos, inclusive os previstos para determinado ano. É claro que o conteúdo matemático não deve ser o argumento, mas pode estar implicitamente considerado pelo professor. Isso porque muitos professores se mostram preocupados em cumprir os programas e o aparecimento dos conteúdos previstos pode dar mais

confiança ao professor em utilizar Modelagem, por não estar fugindo do planejamento da escola.

Outra possibilidade é a escolha do tema pelo professor, como foi o caso da oficina descrita no ítem anterior. Essa alternativa pode dar mais segurança a um professor iniciante em Modelagem, pelo caráter de certa forma previsível do desenvolvimento das atividades. Embora tenha sido planejada para um momento de formação continuada de professores, pode ser aplicada em classes de Matemática do Ensino Fundamental ou na Educação de Jovens e Adultos. Ao escolher apresentar um tema aos alunos é importante que o professor esteja atento aos interesses dos estudantes, de forma a escolher um tema que eles se sintam motivados a pesquisar e a resolver os problemas elaborados.

O tema Construção de Casas Populares, além de propiciar ricas discussões sobre questões sociais, também favorece o aparecimento de conteúdos matemáticos diversos previstos nos programas e também o desenvolvimento de competências indicadas nos documentos oficiais. Um exame do conteúdo básico comum (CBC) indicado para a rede estadual de educação do estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2007, p.21-30), nos releva uma diversidade de objetivos que podem ser atingidos com a Modelagem da construção de uma casa popular, entre eles: resolver problemas envolvendo operações com números naturais e racionais, reconhecer e descrever objetos do mundo físico utilizando termos geométricos, identificar retas concorrentes, perpendiculares e paralelas, reconhecer a necessidade de medidas padrão, utilizar instrumentos para medir comprimentos, fazer estimativas de medidas lineares tais como comprimentos e alturas, escolher adequadamente múltiplos ou submúltiplos do metro quadrado para efetuar medidas, fazer estimativas de áreas, resolver problemas que envolvam a área de figuras planas, calcular a área lateral ou total de figuras tridimensionais.

Apresentamos a seguir uma análise que pode situar o professor com relação aos momentos em que estes conteúdos aparecem no currículo e a relação entre eles e a atividade proposta. Os números naturais, racionais (dinheiro e medidas) e até os reais (no uso do teorema de Pitágoras para o cálculo das dimensões do telhado) são muito utilizados no trabalho proposto. A relação desses números respectivas operações com os problemas do cotidiano está naturalmente contemplada na atividade. Os conteúdos de números e operações estão previstos para o sexto e sétimo ano do ensino fundamental. Toda a parte de contagem das quantidades de material é realizada com números naturais. Praticar ou introduzir os números através da oficina pode tornar o



conteúdo mais próximo do dia a dia dos alunos. Como estamos tratando na oficina da construção de uma casa a partir de uma planta baixa, o trato com as figuras geométricas chega a ser óbvio. Uma opção para o sétimo, oitavo e nono anos, além da oficina em si, seria o trabalhar com as demais plantas, além da que for selecionada. A identificação de elementos geométricos, bem como a conversão de objetos da realidade para normas e figuras geométricas é natural nesse trabalho. A oficina nesse ponto pode ser uma opção interessante no sétimo ano, tanto para o reconhecimento de figuras no meio real, quanto para o trabalho com áreas, perímetros e propriedades dos entes geométricos. Ainda falando das figuras geométricas, esse trabalho pode incentivar o trabalho no sexto ano com unidades de medida e instrumentos de medição e construção de figuras com régua, compasso e esquadros. Já o trabalho com resolução de problemas que envolvem áreas de figuras planas, áreas laterais e totais de figuras tridimensionais, são tratadas no oitavo e nono anos, onde os alunos já conhecem as figuras planas e podem trabalhar com situações e informações mais apuradas e aplicadas ao cotidiano. Dessa forma, as séries do ensino fundamental seriam espaços possíveis para realização de atividades como as propostas na oficina.

Uma ponderação importante é que atividades desse tipo contemplam conteúdos previstos para diferentes momentos nos currículos. No entanto não se encaixam exatamente no que se prevê para uma única série. Nesse ponto reforçamos que conteúdos podem ser aplicados ou introduzidos em atividades de Modelagem. Se você decidir desenvolver uma atividade de Modelagem Matemática em determinada série e o conteúdo necessário já for de conhecimento dos estudantes, então ele pode ser aplicado. Caso contrário ele pode ser estudado a partir das necessidades da Modelagem. (FRANCHI, GAZZETA, 2007)

Uma atividade semelhante atingindo os mesmos objetivos poderia ser a proposta de elaboração de um orçamento para reforma de um espaço dentro da escola destinado a uma determinada função. Nesse caso, destinando mais tempo para a atividade, os estudantes poderiam tomar as medidas do local, discutir o tipo de reforma e de materiais adequados ao uso que se deve fazer do espaço, elaborar a planta, coletar informações sobre os materiais e mão de obra, decidir sobre os materiais e elaborar o orçamento. Esse projeto pode gerar de fato uma intervenção na escola, com a mobilização da comunidade. E assim atender não apenas à aprendizagem, mas também aos pressupostos da Educação Matemática Crítica. Uma atividade proposta dessa forma se caracteriza como o Caso 2 de Barbosa (2002), uma vez que, embora o

problema tenha sido proposto pelo professor, houve participação do aluno em todas as demais etapas do processo de Modelagem.

Importante ressaltar que as características do contexto educacional, público alvo e objetivos a serem atingidos determina a escolha sobre a forma de desenvolvimento da atividade e a decisão sobre a escolha do tema deve ser feita de forma a atender melhor ao interesse daquela situação.

Finalizando essa reflexão ressaltamos que os participantes das atividades descritas julgaram importante a presença da Modelagem na formação do professor de Matemática, e acrescentaram que poderia ser uma disciplina obrigatória, eletiva ou de um curso de extensão, desde que presente. Ainda responderam que poderia ser uma tendência estudada em uma disciplina de prática pedagógica ou como uma metodologia das aulas de cunho matemático. Relembramos que Barbosa (2001a) alerta para o fato de que apenas uma disciplina isolada de Modelagem pode não atender totalmente ao que se propõe na formação docente, pois se as demais disciplinas do currículo caminharem na linha tradicional, isso pode anular o esforço. Concordamos com o autor, mas vemos como interessantes as pequenas inserções gradativas da Modelagem na prática docente dos professores. Encorajamos os professores que, mesmo não tendo tido contato com a Modelagem em sua formação, tentem usar essa metodologia em suas aulas, começando por atividades mais simples e de certa forma previsíveis, e paulatinamente ousando em atividades mais abertas e complexas.

Para subsidiar os estudos dos que se interessarem pelo tema apresentamos na seção seguinte uma sugestão de bibliografia, que também comentamos.

Bibliografia Comentada

Nessa parte apresentamos uma bibliografia comentada de algumas obras de autores que embasaram nossa pesquisa, que deu origem a este produto educacional, bem como as citadas e que são referências no assunto. O intuito é o de fornecer ao leitor informações com mais detalhes, para nortear suas escolhas sobre quereferências utilizar em seus trabalhos.

As leituras indicadas dizem respeito à Modelagem com foco na Educação Matemática, priorizando a formação docente e a Modelagem na prática docente de Matemática.

A opção pelas referências aqui apresentadas e comentadas foi pela relevância para o assunto que abordamos nesse livreto, que teve a intenção de fornecer opções para o trabalho com a Modelagem na Educação Matemática, seja na prática docente dos participantes ou na formação de professores de Matemática.

ARAÚJO, Jussara Loiola de. Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica, **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.55-68, jul. 2009. Este trabalho se apresenta relevante para este livreto por estar em consonância com os objetivos das duas atividades de modelagem que descrevemos. A autora destaca cinco pontos que reforçam a utilização da prática da Modelagem na Educação Matemática: a construção e o desenvolvimento de conceitos e dos conteúdos matemáticos com a relação de cooperação entre o professor e o aluno; a relação entre os conteúdos e temas nos diversos contextos, com ênfase no social; a integração com outras áreas do conhecimento – muito próxima a uma atitude interdisciplinar; a socialização, compreendida como o processo de interação entre os alunos, o professor e a sociedade; a ruptura com o currículo linear praticado nas escolas. O trabalho pode ser interessante para que professores e demais interessados no assunto possam adquirir maior conhecimento para discutir sobre as possibilidades da utilização da Modelagem na perspectiva da Educação Matemática Crítica.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática na sala de aula. **Perspectiva**, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, junho/2003. Nesse artigo, o autor apresenta algumas ideias teóricas sobre Modelagem e sua utilização nas aulas de Matemática. Ele

relaciona a Modelagem com aspectos socioculturais, com a noção de problema da realidade e a relação desse “ambiente de aprendizagem” com o currículo.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico.** In: REUNIÃO ANUALDA ANPED, 24., 2001, Caxambu. Anais... Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM. Este trabalho se constitui numa modalidade de ensaio teórico, mas não se trata apenas de teoria uma vez que é subsidiado pelas práticas relatadas na literatura e pelas experiências do autor com a Modelagem nas aulas de Matemática. O autor traz aqui, de maneira sistematizada, o esboço de uma perspectiva teórica que pretende fundamentar a prática de Modelagem, suas limitações e possibilidades. O autor apresenta os desafios da pesquisa em Modelagem Matemática com foco na Educação Matemática, sua relação com o currículo e possíveis formas de se implantar em sala de aula, como o estudo desta em forma de casos.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **As relações dos professores com a Modelagem Matemática.** In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2004, Recife. Anais... Recife: SBEM, 2004. 1 CD-ROM. Nesse artigo, o autor apresenta um estudo da relação dos professores de Matemática com a Modelagem, com foco nas experiências dos docentes, na posição de aluno e como professor. Destaca suas perspectivas sobre esse ambiente de aprendizagem, como o percebe para a sala de aula. Ao final, o autor ainda apresenta uma síntese interessante dos trabalhos que utilizou nos estudos apresentados no texto.

BIEMBENGUT, Maria Salett, 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais, **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.7-32, jul. 2009. Neste artigo a autora apresenta parte do mapeamento de ações pedagógicas com Modelagem na Educação Matemática no Brasil. O trabalho tratou e analisou dados da história da Modelagem no Brasil, seus responsáveis, as produções acadêmicas e os cursos de licenciatura em Matemática que a possuem em suas grades curriculares. Foram identificados 288 trabalhos acadêmicos (teses, dissertações, monografias), 836 artigos e 112 cursos de licenciatura que têm a disciplina de Modelagem ou que abordam o tema no Brasil. A Modelagem, movimento iniciado há três décadas, dissimilou uma nova forma de se aprender e ensinar Matemática e novas concepções. A autora ainda aponta a



relevância da Modelagem e a sua profícua multiplicação. Os trinta anos mapeados testemunhamo quão significativa a Modelagem tornou-se na Educação Brasileira, e oferecem uma visão aos leitores sobre o assunto e suas origens.

BURAK Dionízio. **Modelagem Matemática e a sala de aula.** ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2004. Disponível em: <http://dionisioburak.com.br/documents/IEPMEM.pdf>. Acesso em: 01 agosto de 2013. Este trabalho apresenta vantagens da utilização da Modelagem Matemática como alternativa metodológica para o ensino de Matemática, principalmente na Educação Básica. Mostra a concepção do autor e orienta para as etapas que ele sugere para a inserção da Modelagem nas aulas de Matemática. O autor ainda apresenta nesse trabalho alguns exemplos de problemas que podem ser trabalhados e discute os modelos matemáticos, desenvolvidos em sala de aula para a Educação Básica.

BURAK, Dionízio. **Modelagem Matemática: experiências vividas.** In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE MODELAGEM MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2005, Feira de Santana. Anais. Feira de Santana. 2005.1. CD-ROM. Este trabalho retrata o percurso que contribuiu para a constituição da concepção de Modelagem Matemática, atualmente difundida, proveniente das experiências vividas ao longo de 18 anos, trabalhando com professores da Educação Básica, das redes estadual, municipal e particular de ensino. Descreve os primeiros passos, as primeiras ideias de encaminhamentos da Modelagem como alternativa para o ensino de Matemática e apresenta como questão norteadora: quais os efeitos da aplicação da Modelagem Matemática, que tem como princípio, partir do interesse do aluno, na postura do professor e para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos pelos alunos? Com base nos depoimentos de professores e alunos envolvidos nas experiências com essa forma de conceber o ensino de Matemática, nos últimos 18 anos no trabalho com a Modelagem, faz as discussões e apresenta alguns resultados.

KLÜBER, Tiago Emanuel; BURAK, Dionízio. **Modelagem Matemática: uma experiência concreta.** *IV Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática–IV CNMEM.* 2005. Nesse trabalho os atores trazem resultados acerca de uma experiência com Modelagem seguindo a concepção de Burak (1998) em um colégio estadual no Paraná, e 2005 com alunos do segundo ano do ensino médio. O trabalho é parte do projeto “Modelagem Matemática: uma experiência concreta.”,

vinculado à UNICENTRO, O objetivo desse trabalho foi aproximar o pesquisador da escola e da comunidade escolar, bem como dar a eles a oportunidade de vivenciar a metodologia da Modelagem na prática. Ao final os autores discutem possibilidades, dificuldades e as possíveis contribuições da Modelagem na Educação Matemática.

OLIVEIRA, Andreia Maria Pereira de. **Modelagem Matemática e as tensões nos discursos dos professores**. 200f. Tese (Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2010. Em sua dissertação de Mestrado, a professora Andreia Maria Pereira deOliveira trás tensões que fazem parte da rotina dos professores que inseriram a Modelagem em suas práticas pedagógicas. A autora utilizou como participantes para seu trabalho três professores da educação básica, de escolas públicas no Estado da Bahia. As tensões tinham conforme o trabalho origem na discrepância do trabalho com a Modelagem em comparação com o modelo tradicional de aulas expositivas praticadas. Este trabalho pode ser um bom suporte para os professores e interessados em iniciar atividades de Modelagem, pois pode precaver e antecipar possíveis dificuldades na aplicação da Modelagem, dando suporte para que os interessados consigam aplicar as atividades que desejem.

SILVEIRA, Everaldo, **Modelagem matemática em educação no Brasil: entendendo o universo de teses e dissertações** Curitiba, 2007. 197 f. O autor, nesse trabalho, realiza um mapeamento das principais pesquisas em Modelagem na Educação Matemática Brasileira e discute as ações que fazem parte das teses e dissertações até o ano de 2005 sobre o uso da Modelagem na formação de professores. Fizeram parte dessa pesquisa 11 teses e 54 dissertações com seus respectivos resumos. Também fazem parte desse trabalho relatos de pesquisadores sobre como os pesquisadores percebem a Modelagem na Educação Matemática.

Finalizamos esperando que o leitor tenha sido estimulado a experimentar a Modelagem em suas aulas e que o material que apresentamos possa dar subsídios para essa prática.



Referências Bibliográficas

ABRANTES, Paulo César Coelho. Simulação e Realidade. *Revista Colombiana de Filosofia das Ciências*, v.1, n 1, 1999.

ARAÚJO, Jussara Loyola. *Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos*. Tese (doutorado em educação matemática) – universidade estadual paulista, Rio Claro, 2002.

_____. Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.2, n.2, p.55-68, jul. 2009.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: reunião anual da ANPED, 24. 2001, Caxambu. *Anais...* Caxambu: ANPED, 2001. 1 CDROM.

_____. Modelagem Matemática e os professores: a questão da formação. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, (2001a). p. 5-23.

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

_____. Modelagem Matemática na Sala de Aula. *Revista Perspectiva*, Erechim - RS, v.27, nº98, junho/2003. p. 65-74.

_____. As relações dos professores com a Modelagem Matemática. In: Encontro Nacional DE Educação Matemática, 8., 2004, Recife. *Anais...* Recife: SBEM, (2004b). 1 CD-ROM.

_____. Modelagem e Modelos Matemáticos na Educação Científica, *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.2, n.2, p.69-85, jul. 2009 ISSN 1982-5153.

_____. Modelagem Matemática na sala de aula. *Perspectiva*, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, junho/2003.

BASSANEZI, Rodney Carlos. *Modelagem Matemática Uma disciplina emergente nos programas de formação de professores*. UNICAMP – IMECC, 1999.

_____. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: Uma nova estratégia*. Contexto, São Paulo. 2002.

BIEMBENGUT, Maria. Salett.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. 3 ed. São Paulo: Contexto, 2003.

BIEMBENGUT, Maria Salett. 30 anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira. *Revista de Educação*. IN: *Ciências e Tecnologia*, v.2, p. 7-32, julho, 2009.

BISOGNIN, Eleni, BISOGNIN, Vanilde. Percepções de Professores sobre o Uso da Modelagem Matemática em Sala de Aula. *Boletim de Educação Matemática*, 2012, p. 1049-1069.

BRITO, Dirceu Santos.; ALMEIDA, Lourdes Maria Werle. (2005). O conceito de função em situações de modelagem matemática. *Zetetiké*, 13(23), p. 63-83.

BURAK, Dionízio. Proteção, risco e vulnerabilidade. *Adolescência Latino Americana*, v. 1, n. 4, 1999, p. 222-23.

_____. Modelagem Matemática e a sala de aula. *Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática*, 2004. Disponível em: <http://dionisioburak.com.br/documents/IEPMEM.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2013.

_____. Modelagem Matemática: experiências vividas. In: Conferência Nacional de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, 4.2005, Feira de Santana. *Anais...* Feira de Santana. 2005.1. CD-ROM.



FRANCHI, Regina H. O. L. Ambientes de aprendizagem fundamentados na Modelagem Matemática e na Informática como possibilidades para a Educação Matemática In: *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais* - Biblioteca do Educador Matemático - Coleção SBEM - volume 3.1 ed. Recife : Sociedade Brasileira de Educação Matemática SBEM, 2007, v.3, p. 177-193.

FRANCHI, Regina H.O.L.,GAZZETA,Marineusa Vivenciando atividades de Modelagem no ensino fundamental In: V Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática,2007, Ouro Preto. *Anais da V Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática.* , 2007. v.1. p.1 - 11

HERMINIO, M.H.G.B., *O processo de escolha dos temas dos Projetos de Modelagem Matemática.* Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP. Rio Claro, 2009.

KLUBER, Tiago Emanuel, BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática: Pontos que justificam a sua utilização no Ensino. IX ENEM-Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007, p.1-19.*Anais...*2005.

_____. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. *Educação Matemática Pesquisa. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática.* 2009, ISSN 1983-3156 10.1.

OLIVEIRA, Andreia Maria Pereira de. *Modelagem Matemática e as tensões nos discursos dos professores.* 200f. Tese (Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2010.

SANTOS, Lozicler Maria Moro dos; BISOGNIN, Vanilde. Experiências de ensino por meio da modelagem matemática na educação fundamental. In: BARBOSA, J.C.; CALDEIRA, A. D.; ARAUJO, J. L. (orgs). *Modelagem Matemática e Educação Matemática na Educação Brasileira: Pesquisas E Práticas Educacionais*, coleção “Tendências em Educação Matemática”. Recife: SBEM, 2007

SILVEIRA, Everaldo. *Modelagem Matemática em educação no Brasil: entendendo o universo de teses e dissertações.* CURITIBA, 2007. P. 197.



SKOVSMOSE, Ole. Cenários de investigação. *Bolema – Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000.



ática em sala de aula: reflexão com base em experiências realizadas

Este trabalho foi composto na fonte Myriad Pro e Ottawa.
Impresso na Coordenadoria de Imprensa e Editora|CIED
Da Universidade Federal de Ouro Preto