

5 Modelagem Matemática

o relato e implicações de uma experiência no Ensino Médio

Fábio Roberto Vicentin

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

VICENTIN, F. R. Modelagem Matemática: o relato e implicações de uma experiência no Ensino Médio. In: BRANDT, C. F., BURAK, D., and KLÜBER, T. E., orgs. *Modelagem matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações* [online]. 2nd ed. rev. and enl. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016, pp. 89-105. ISBN 978-85-7798-232-5. Available from: doi: [10.7476/9788577982325.0006](https://doi.org/10.7476/9788577982325.0006). Also available in ePUB from: <http://books.scielo.org/id/b4zpq/epub/brandt-9788577982325.epub>.



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

5

Modelagem Matemática: o relato e implicações de uma experiência no Ensino Médio

Fábio Roberto Vicentin

1 Introdução

Por vivermos em um mundo complexo, o homem necessita de muitos conhecimentos para subsistir. Um deles é a Matemática, que faz parte do cotidiano das pessoas e está inserida em quase tudo o que se faz, e é por esse motivo que não se deve pensar nela como algo abstrato, difícil de compreender e distante da realidade.

Nossa experiência como professor de Matemática revela que se faz necessário, além de outros aspectos, adotar uma metodologia de ensino que atenda às necessidades de formação do aluno como ser social crítico e com capacidade de enfrentar os desafios do meio em que vive. Para tanto, é pertinente repensar as metodologias de ensino utilizadas nas escolas que, muitas vezes, priorizam a memorização em detrimento da compreensão dos conceitos matemáticos.

Dos anseios e inquietações provocados pela prática docente do autor, na qualidade de professor do Ensino Fundamental e Médio do estado do Paraná, surgiu esta pesquisa, que propõe a utilização de uma metodologia de ensino de Matemática capaz de proporcionar a abordagem de situações reais do cotidiano das pessoas em sala de aula. Daí surge a questão central deste trabalho: Modelagem Matemática pode auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem de alunos que apresentam dificuldades de compreensão de conceitos e conteúdos matemáticos?

O trabalho faz o relato, descreve e interpreta resultados de uma pesquisa sobre um tema envolvendo a Modelagem, em uma turma de 3ª série do Ensino Médio, e teve como objetivo principal identificar ou perceber aspectos que evidenciem se o uso dessa metodologia promove uma melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Precedendo a descrição da atividade de modelagem serão feitas algumas considerações teóricas sobre a Modelagem Matemática. Na sequência serão realizadas análises e reflexões sobre a experiência com a Modelagem Matemática e, ao final, algumas considerações a respeito das dificuldades enfrentadas e das contribuições que essa metodologia de ensino proporcionou ao processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

2 Referencial teórico

Analisando aspectos da história da Educação Brasileira, constata-se que tivemos uma das maiores crises no ensino de um modo geral, e em particular no ensino de Matemática, nas últimas três décadas (BURAK, 1992).

O mesmo autor expõe que o ensino de Matemática, na maioria das escolas, dá ênfase às regras e à memorização para as respostas às questões matemáticas. “É comum observar-se nos cadernos dos alunos de qualquer nível, 1º e 2º graus, modelos e, a seguir, uma lista de exercícios relativos àqueles modelos” (BURAK, 1992, p.68). Essa prática, que prioriza a incorporação mecânica, faz com que os conteúdos ou conceitos matemáticos veiculados aos alunos sejam esquecidos com facilidade. Além disso, de acordo com a teoria de Ausubel “[...] a informação aprendida mecanicamente inibe a aprendizagem de nova informação similar” (NOVAK, 1981, p.66).

A aprendizagem significativa na perspectiva ausubeliana é um processo no qual uma nova informação é relacionada a um aspecto relevante, já existente na estrutura de conhecimento de um indivíduo. Portanto, o professor deve enfatizar a compreensão de conceito e não a memorização. Dar ênfase à construção de conceitos matemáticos pelos alunos faz com que eles se tornem ativos na sua aprendizagem.

Mesmo havendo decorrido mais de uma década, a situação a seguir reflete em grande parte o momento atual vivido em sala de aula.

A situação atual nos mostra salas de aula que acolhem (na escola pública) de 40 a 50 alunos. Aulas expositivas, na maioria das vezes, sem qualquer participação dos alunos, assuntos estéreis e sem nenhuma relação com a prática, ênfase apenas em simbologia desnecessária, regras e memorização, aliadas a um sistema de avaliação extremamente perverso, punindo as idéias e o processo de construção do raciocínio e, conseqüentemente desestimulando a criatividade. As conseqüências desse tipo de ensino, privilegiando o “como fazer”, transformam o livro texto em um “ente todo poderoso”, nada havendo para ser discutido, para ser acrescentado e onde tudo já está pronto e acabado, fazendo do “ensino” uma mera repetição de fórmulas e problemas (BURAK, 1992, p.43) [sic].

Dessa forma, as pessoas não conseguem compreender que a matemática é um dos instrumentos para a compreensão do mundo que as cercam. A maioria das pessoas acredita que a matemática é totalmente desvinculada da realidade, além de não conseguirem perceber as aplicações dessa disciplina em seu dia-a-dia, quando, por exemplo, vivenciam situações de sua rotina

em que utilizam a Matemática: o pedreiro ao estabelecer a proporção entre a areia e o cimento para fazer a massa; o marceneiro projeta e constrói um guarda-roupa; o engenheiro ao realizar os cálculos de estrutura de um edifício; e outras inúmeras situações do cotidiano que nos fornecem provas da real importância e das aplicações da Matemática.

E na escola, como fica o ensino da matemática? Por que parece tão diferente a matemática que se estuda na escola e que a que se aplica no dia a dia? Por que o aluno consegue resolver entre os amigos ou mesmo em outra atividade, problemas às vezes mais difíceis do que aqueles propostos em sala de aula pelo professor? (BURAK, 1987, p.16).

Apesar de há muito tempo estarem sendo discutidas essas questões apontadas por Burak, pouca coisa está de fato sendo efetivada em sala de aula com o propósito de mudar o quadro atual, pois constantemente, ao que concerne à nossa experiência, nos deparamos com alunos que questionam sobre a utilidade da Matemática na vida real. Talvez este fato se justifique porque muitos professores ainda utilizam problemas em sala de aula que nada têm de similar com a realidade do aluno. Logo, urge a necessidade de:

[...] buscar estratégias alternativas no processo ensino-aprendizagem da Matemática que facilitem sua compreensão e utilização e dessa forma a Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real (BASSANEZI, 2002, p.16).

Nessa perspectiva, há a convicção de que a Modelagem Matemática é capaz de despertar o interesse dos alunos, uma vez que as atividades possuem interlocução com diferentes realidades. Tal prática torna possível comprovar a aplicabilidade, em parte, do conteúdo de matemática ensinado em sala de aula.

O ensino através da modelagem procura propiciar o emergir de situações-problema as mais variadas possíveis, sempre dentro de um contexto fazendo com que a matemática estudada tenha mais significado para o aluno (BURAK, 1987, p. 17-18).

Ainda, o mesmo autor ao conceber o entendimento sobre a Modelagem expõe que:

A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar

explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões (BURAK, 1992, p. 62).

Portanto, faz-se necessário adotarmos uma metodologia de ensino de Matemática que proporcione aos nossos alunos uma maior percepção do conteúdo matemático com questões reais que fazem parte de seus cotidianos, dessa forma, tornando-o mais significativo e favorecendo o seu aprendizado.

Embora reconhecendo outras causas que acabam por comprometer o ensino de Matemática, nos concentramos na pessoa do professor, inspirados pela frase: “A batalha no campo de Educação se ganha ou se perde na sala de aula”. O professor é quem convive no dia a dia com os alunos, tentando conhecer seus problemas, tornando-se assim uma pessoa indicada para ajudá-los na solução destes problemas (Idem, 1987, p.16-17).

Nesse sentido, o autor compreende que as dificuldades no ensino de matemática serão suplantadas na medida em que o professor ajude seus alunos a superar suas deficiências em relação aos conceitos básicos da disciplina, oportunizando-lhes as situações-problema que os motivem a pensar e os desafiem a resolvê-las e, também, aproveitando suas experiências anteriores.

Devido à necessidade de fazer uso de situações que possibilitem a construção do conhecimento pelo educando, e percebendo a Modelagem Matemática como meio para isso, Barbosa (2004, p. 4) elucida:

O ambiente de Modelagem está associado à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de perguntas e/ou problemas enquanto que o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas. Ambas atividades não são separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta. Nela, podem-se levantar questões e realizar investigações que atinjam o âmbito do conhecimento reflexivo.

Ainda, de acordo com D’Ambrósio (1986), a Modelagem constitui-se em um processo muito rico para se enfrentar situações, permitindo a solução efetiva do problema real e não uma simples resolução de um problema artificial.

Na perspectiva de Bassanezi, a Modelagem Matemática consiste em transformar problemas reais em problemas matemáticos resolvendo-os. Para D’Ambrósio, culmina com a solução efetiva de um problema real. Enquanto

que, para Barbosa, o ambiente de modelagem está associado à realização de atividades de problematização e investigação.

Algumas vantagens para o uso da Modelagem Matemática enumeradas por Silveira e Ribas (2008, p.1, parte 2), são:

- 1) Motivação dos alunos e do próprio professor.
- 2) Facilitação da aprendizagem. O conteúdo matemático passa a ter mais significação, deixa de ser abstrato e passa a ser concreto.
- 3) Preparação para a profissão.
- 4) Desenvolvimento do raciocínio lógico e dedutivo em geral.
- 5) Desenvolvimento do aluno como cidadão crítico e transformador de sua realidade.
- 6) Compreensão do papel sócio-cultural da matemática, tornando-a assim, mais importante.

Cabe ainda ressaltar que durante o trabalho com a Modelagem Matemática não se deve deixar de lado as características regionais e os interesses que envolvem a vida dos educandos (SCHEFFER; CAMPAGNOLLO, 1998, p.360). Segundo esses autores a Modelagem Matemática é:

[...] uma alternativa de ensino-aprendizagem na qual a Matemática trabalhada com os alunos parte de seus próprios interesses e o conteúdo desenvolvido tem origem no tema a ser problematizado, nas dificuldades do dia-a-dia, nas situações de vida. Valoriza o aluno no contexto social que o mesmo está inserido, proporcionando-lhe condições para ser uma pessoa crítica e capaz de superar suas dificuldades.

Ainda que as visões apontadas por outros autores sejam válidas para a Modelagem, neste trabalho optamos pelas perspectivas de Burak (2004), pois ele trata mais especificamente das situações no contexto da Educação Básica; além de se preocupar com o processo de ensino e aprendizagem tal como Ausubel a concebe – preocupação que também é nossa –, e apresenta uma alternativa para os encaminhamentos do trabalho em sala de aula.

3 Experiência com a Modelagem Matemática no Ensino Médio

Este trabalho foi desenvolvido com 39 alunos da 3ª série do Ensino Médio de um colégio da rede estadual, no município de Guarapuava-PR, no primeiro semestre de 2008.

No início do ano letivo, através de conversas informais com os alunos dessa turma, foi possível constatar que a maioria dos alunos não conseguia perceber a aplicabilidade dos conteúdos matemáticos em situações cotidianas, além de alguns conceitos. Ao iniciar o conteúdo de geometria espacial foi possível ainda observar que esses alunos apresentavam muitas dificuldades em relação a conceitos e conteúdos em relação à geometria plana. Com o propósito de checar as possíveis dificuldades de compreensão sobre alguns aspectos da geometria plana, foi aplicado um instrumento contendo questões relativas, mais precisamente, ao conceito e cálculo de área de figuras planas.

A checagem dos resultados da atividade desenvolvida evidenciou dificuldades em solucionar situações que envolviam cálculo de área de figuras planas, já abordado no ensino fundamental.

A atividade continha cinco questões sobre prismas que requeriam o cálculo de área de retângulos e quadrados, para a obtenção da medida da superfície lateral e total desses sólidos. Ao resolver as questões, 25 (vinte e cinco) dos 39 (trinta e nove) alunos calcularam o perímetro dessas figuras. Tal fato enseja que eles confundem o cálculo da área com o perímetro. Outros cinco alunos nem sequer tentaram resolver as questões.

Ao aplicar o cálculo de área em situações práticas, ou seja, para resolver situações do cotidiano, a situação é ainda mais grave, dos 14 (quatorze) alunos que conseguiram realizar o cálculo da área de algumas figuras planas como a do quadrado e do retângulo, apenas quatro conseguiram utilizar esse conceito ou aplicar fórmula para resolver os problemas que foram propostos em duas questões da avaliação. Uma das questões foi a seguinte: Quantos metros quadrados de azulejo serão necessários para revestir internamente a piscina de um clube que tem 1,80m de profundidade, 14m de largura e 20m de comprimento?

Após a correção e análise dos resultados das atividades decidi por realizar uma investigação sobre o que os alunos pensavam sobre área de uma superfície, a fim de perceber o conceito de área que eles possuíam, por escrito. Do total, cinco alunos não souberam dizer o que significa área de uma superfície, mesmo tendo sido trabalhado esse conceito no início do ano letivo, de forma tradicional. Outros cinco responderam que área é um lugar que ocupa espaço. Vinte e cinco alunos disseram que área é a soma dos lados de um quadrado ou de qualquer figura. Apenas quatro alunos responderam que área é a medida de uma superfície plana.

Logo, foi possível constatar que dos 39 (trinta e nove) alunos, apenas quatro possuíam o conceito de área, possibilitando detectar a ausência desse conceito nos demais.

A análise das questões revelou que apesar do conceito de área e sua aplicação terem sido abordadas no Ensino Fundamental, percebe-se que a grande maioria dos alunos apresentou ausência desse conceito, além de não conseguirem estabelecer relações com situações já vivenciadas, portanto, essa dificuldade de compreensão e assimilação do conceito de área tornou-se evidente.

Dessa forma, optou-se por utilizar a metodologia da Modelagem Matemática com o propósito de buscar suprir as deficiências apresentadas pelos educandos e também substituir a abordagem tradicional dos conteúdos matemáticos, na qual o aluno é apenas um receptor passivo, por uma abordagem que o estudante se constitua no sujeito da sua aprendizagem.

O desenvolvimento do conteúdo matemático e o processo de modelagem ocorreram concomitantemente, pois de acordo com Burak (1987, p.84), “em séries e níveis mais adiantados é aconselhável desenvolver simultaneamente o conteúdo e o processo”.

De acordo com Burak (1998, p. 32), a Modelagem pode ser encaminhada, em sala de aula, em cinco etapas: 1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento dos problemas; 4) resolução dos problemas e o trabalho com os conteúdos matemáticos no contexto do tema; 5) análise crítica dos resultados encontrados.

A escolha do tema ocorreu através de votação dos alunos, dos temas sugeridos tanto por eles quanto pelo professor, sendo essa a primeira atividade realizada. O tema escolhido foi denominado ‘Morte’. Segundo Burak (1992, p.290), “[...] a escolha do tema deve ser, preferencialmente, dos alunos”. Para Biembengut (2005), uma das vantagens do tema ser escolhido pelos alunos é o fato de eles se sentirem participantes do processo.

Os alunos organizaram-se em equipes com, no máximo, quatro integrantes, pois, para Burak (1992), esta é a quantidade ideal para que ocorra uma melhor interação entre seus integrantes. Ainda, o mesmo autor enfatiza “[...] que o trabalho em grupo aprofunda a relação afetiva com o professor” (BURAK, 1992, p.291).

Em seguida, os alunos decidiram quais equipes iriam ao cemitério municipal, Instituto Médico Legal, prefeitura, funerárias, entre outros. Essa etapa foi essencial para o conhecimento sobre o tema, para então, dar início às discussões.

A etapa, definida como pesquisa exploratória, foi realizada pelos alunos em horário extraescolar, através de conversas informais com funcionários da prefeitura, do Instituto Médico Legal, das funerárias, do cemitério

municipal e da capela mortuária; acesso a relatórios do Instituto Médico Legal; e pesquisas na Internet. Essa coleta de dados, além de contribuir para o aprofundamento do tema escolhido, instigou ainda mais a curiosidade dos alunos pelo fato de desconhecerem sobre os aspectos envolvidos com a morte.

O tema despertou na turma uma grande motivação, prova disto é que os alunos começaram a trazer para a sala de aula os tópicos pesquisados, querendo discutir as questões percebidas durante a coleta de dados. Isso foi fundamental na mudança de planejamento pelo professor que teve de antecipar as datas previstas de cada etapa, pois a turma demonstrava-se ansiosa e com grande expectativa em relação ao trabalho a ser desenvolvido.

O interesse é um aspecto fundamental para o sucesso do processo ensino-aprendizagem na sala de aula. Apesar disso, “[...] o ensino tradicional pouco se tem preocupado com esse aspecto” (BURAK, 1987, p. 36).

Os itens mais relevantes pesquisados pelos alunos foram: história do cemitério municipal, túmulos mais antigos, causas das mortes em nosso município, custo de um funeral, custo de planos funerários em Guarapuava e outras cidades, custo de traslado de corpos (via terrestre e aérea), formato de um caixão, instrumentos e procedimentos utilizados no Instituto Médico Legal, sala de preparação das funerárias.

Durante a coleta de dados, a equipe responsável pela pesquisa junto ao Instituto Médico Legal, foi indagada pelo funcionário que os atendeu com a seguinte frase: “O que isso tem a ver com a Matemática?”

Essa pergunta nos leva a refletir sobre a questão apontada por Burak (Ibidem, p.15): “Será que as pessoas não chegam a sentir o papel e a importância que a Matemática desempenha em todos os instantes de suas vidas?”

A fala do funcionário confirma o distanciamento da Matemática desenvolvida em sala de aula com questões reais, e essa situação não sofrerá alteração enquanto alguns professores ainda acreditarem que a Matemática deve resguardar características de precisão absoluta e intocável, favorecendo um distanciamento do contexto sociocultural e político. (D’AMBRÓSIO, 1993).

Outro fato curioso percebido pelos alunos durante as visitas às funerárias foi o sistema de filtragem instalado em uma delas. Isso levou os alunos a refletirem sobre a necessidade de filtrar a água, o sangue e alguns líquidos retirados dos corpos, antes de serem soltos na rede de esgoto. Os alunos ficaram muito preocupados ao saber que apenas uma das funerárias de nossa cidade realiza essa filtragem. Esse momento foi extremamente

importante, pois proporcionou reflexões a respeito de questões ambientais de nosso município.

A partir dessa preocupação, os alunos resolveram pesquisar sobre os impactos que os corpos e os cemitérios podem causar sobre o meio ambiente. Os resultados encontrados foram demasiadamente preocupantes, ao descobrirem as doenças que isso pode vir a causar à população. Com o intuito de aproveitar o interesse pelo assunto e objetivando buscar maiores esclarecimentos a esse respeito, o professor entrou em contato com uma palestrante que esclareceu todas as dúvidas sobre o assunto, pois, de acordo com Burak (1992, p. 293),

Muitas vezes, o professor poderá sentir-se “impotente” diante de algumas situações que ocorrem com o trabalho envolvendo a Modelagem matemática. É o momento em que o professor deverá buscar auxílio de outras pessoas, ou pessoa, para superar a dificuldade encontrada.

A palestra foi fundamental na etapa “interação”, como quando Biembengut (2005, p.14) se refere ao “[...] reconhecimento da situação problema e familiarização com o assunto a ser modelado”, uma vez que a situação-problema vai clarificando, na medida em que se age reciprocamente com os dados.

Após os dados coletados, alunos e professor buscaram, em conjunto, desenvolver a quarta etapa que trata do levantamento do(s) problema(s) ou da(s) situação(ões)-problema. Nessa etapa, o professor teve uma participação mediadora.

Sendo assim, ocorreu a problematização das informações coletadas, requerendo a seleção e organização daquelas que se relacionavam aos interesses evidenciados nas situações-problema.

A discussão e análise das informações obtidas durante a coleta de dados serviram como base para que os alunos definissem as questões a serem abordadas em sala de aula. Dentre as diversas questões levantadas, as principais foram: calcular o custo de um funeral; realizar o cálculo de preços na construção de túmulos; desenhar a planta baixa do cemitério municipal (antiga e atual); calcular o preço para a construção do túmulo mais luxuoso encontrado no cemitério municipal; compreender matematicamente como se realiza o cálculo do custo do traslado de um corpo via terrestre; calcular quantos m^3 de madeira são gastos na construção de uma urna mortuária; comparar os preços dos planos funerários existentes em Guarapuava com os de outros municípios; construir a maquete de alguns túmulos.

Os alunos também deram sugestões dos conteúdos que poderiam auxiliar na resolução, e ao professor coube o papel de analisar se, além desses, poderiam ser explorados outros conteúdos matemáticos não percebidos pelos alunos naquele momento. “Ao professor, cabe o papel de estar muito atento para chamar atenção dos conteúdos que surgem a partir do desenvolvimento do processo desencadeado pelo Método da Modelagem” (BURAK, 1992, p.295).

As sugestões de conteúdos percebidas pelos alunos, que poderiam auxiliar na resolução dos problemas, foram: área de figuras planas, porcentagem, organização de dados em tabelas e construção de gráficos. Nesse momento, o professor sugeriu aos alunos outros conteúdos que poderiam ser explorados durante o trabalho – como equações, fórmulas, relações, médias, funções, unidades de medida, geometria espacial, entre outros –, que naquele momento ainda não haviam percebido a abrangência do tema. Além disso, a participação do professor foi fundamental em relação ao desenvolvimento dos conteúdos programados e também no planejamento das atividades.

Tanto a etapa denominada por Burak como “resolução dos problemas”, quanto o trabalho com os conteúdos no contexto do tema exigiram do professor a função de auxiliar seus alunos nas resoluções e na elaboração e validação dos modelos, tornando naquele momento o conteúdo matemático significativo.

Um dos modelos de atividade elaborada pelos alunos foi a seguinte situação-problema: *Quanto se gastará em materiais e em mão de obra na construção de um túmulo simples?* Esse problema surgiu no decorrer do trabalho, portanto se fez necessário uma nova coleta de dados. As equipes realizaram pesquisa de preços dos materiais necessários para a construção, listagem essa obtida através de conversas informais com pedreiros que também informaram o preço da mão de obra. Além disso, mediram as dimensões de um túmulo comum. Cabe salientar que nesse momento houve a necessidade da orientação do professor sobre os itens a serem coletados, para uma melhor resolução da situação-problema. Uma das equipes optou por conversar com um profissional que constrói túmulos, e descobriram que em seu preço já estavam incluídos mão de obra e materiais de construção.

Após a coleta de dados e a realização dos cálculos do custo da construção, os resultados foram analisados e discutidos entre as equipes, concluindo-se que o orçamento mais barato foi o do profissional que já incluía o material de construção. Fato esse que proporcionou uma validação do modelo, uma vez que se considerou os dados reais. Ainda foi possível verificar que o modelo mostrou-se adequado para a resolução da situação-problema.

Nessa etapa, cada equipe propôs possíveis soluções para as situações-problema elaboradas. Essa atividade foi de suma importância, pois evidenciou que os alunos conseguiram por si próprios resolver determinadas situações reais. Sendo assim, o professor teve uma atuação como mediador, orientador e problematizador, sugerindo outras possibilidades de resolução, explorando, dessa forma, todos os conteúdos matemáticos por ele percebidos a cada situação. Durante o processo de resolução, os modelos matemáticos construídos foram explicitados através de tabelas, gráficos, funções, equações, fórmulas, relações, médias, regra de três, porcentagem, medidas, cálculo de áreas de figuras planas, medidas de capacidade, geometria espacial, entre outros.

Durante essa fase da pesquisa foram privilegiados recursos diferenciados, como a utilização de programas computacionais e o uso da calculadora, oportunizando, ainda, a análise, a interpretação e as hipóteses de resolução.

A análise crítica dos resultados encontrados, como definida por Burak, foi a etapa em que o professor oportunizou momentos de análise crítica das soluções sugeridas pelos alunos. Tal circunstância se revelou adequada para relacionar as soluções com a vida real dos estudantes. Essa relação ficou bem caracterizada durante a análise e discussão dos resultados obtidos referente ao custo de construção de um túmulo, como já relatada na etapa anterior.

Essa intensa participação dos envolvidos no tema ensejou a sugestão da apresentação do trabalho aos demais alunos da escola, momento considerado oportuno para compartilhar os resultados da pesquisa, os modelos matemáticos construídos e as experiências vivenciadas pelas equipes durante o processo de modelagem. Vale ressaltar que “a exposição oral e escrita do trabalho” é uma das etapas sugeridas por Biembengut (2005).

No decorrer do trabalho os alunos foram avaliados em cada etapa da Modelagem Matemática com a função de discernir se os objetivos propostos em cada conteúdo foram atingidos. Os principais objetivos propostos foram: compreender a utilização do conceito de área em alguns campos da atuação da atividade humana; aplicar conhecimentos matemáticos para resolver situações-problema do cotidiano e compreender conceitos e conteúdos da Geometria plana e espacial.

Uma vez que todas as atividades desenvolvidas foram realizadas em pequenos grupos, após a realização desse trabalho, senti a necessidade de aplicar uma atividade individual no intuito de perceber o que cada aluno aprendeu, objetivando averiguar de que maneira os alunos passaram a compreender o conceito de área e que realizassem o cálculo de áreas de figuras planas.

Portanto, foram elaboradas dez questões de geometria espacial – sendo uma delas teórica, cujo objetivo era constatar o que eles tinham compreendido por área de uma superfície – que possibilitaram investigar, por meio da análise das respostas dos alunos, se houve compreensão no que se refere ao cálculo de área das principais figuras planas e a sua utilização em situações do cotidiano.

Analisando as respostas dos alunos em relação à área de uma superfície, percebeu-se que houve uma melhor compreensão do conceito de área por parte dos alunos. Os diferentes conceitos elaborados pelos alunos foram: “Área é a medida de uma determinada superfície”; “Área é um número que expressa o tamanho de uma certa superfície”; “É a medida de uma superfície plana”; “É a medida de uma superfície”; “É quantos quadrados de 1cm^2 cabem dentro de uma figura”; “Área é a medida da superfície de uma figura geométrica”; “Área é a quantidade de superfície”. Somente dois alunos não conseguiram formular o seu conceito sobre área.

Através das outras nove questões verificamos que dos 39 (trinta e nove) alunos participantes, 30 (trinta) conseguiram calcular a área das principais figuras planas, além de conseguirem estabelecer relações entre o conteúdo e a realidade através das situações-problema postostas.

4 Análises e reflexões sobre a Modelagem Matemática

Analisando o trabalho com a Modelagem Matemática foi possível perceber um grande interesse da turma, não apenas pelo tema, mas também pelas aulas, uma vez que, os alunos tiveram um papel mais participativo. Em muitas situações que ocorreram, na condição de professor foi muito difícil permitir que os alunos tivessem uma atitude mais participativa, uma vez que, esse papel, na maioria das vezes, é sempre do professor.

A sensação vivenciada inicialmente foi de uma angústia frente a essa situação, que exigia uma redefinição dos papéis do professor e dos alunos. Fato que contribuiu para que o pesquisador se sentisse ‘inútil’ em diversos momentos, por desenvolver um papel que parece secundário do habitualmente praticado, de forma auxiliar, saindo do centro do processo e tornando-se orientador, discutindo e refletindo em relação à forma de como abordar os conteúdos a partir dos resultados da pesquisa. Porém, a superação dessa postura é primordial para o desenvolvimento das atividades de Modelagem, tendo em vista os resultados alcançados ao final da experiência.

Em outras experiências já vivenciadas nas quais foram utilizadas metodologias diferenciadas, não houve qualquer participação dos alunos,

o que não possibilitou aprendizado significativo e acabou desestimulando a criatividade. Portanto, na experiência vivida houve um avanço em relação a esse aspecto, com a utilização da Modelagem Matemática.

A metodologia utilizada ainda foi capaz de proporcionar a abordagem de situações reais do cotidiano das pessoas em sala de aula. Fato que também foi responsável pelo interesse dos alunos, pois os conteúdos foram aprendidos de maneira mais significativa e compreensiva, além de ser possível demonstrar a aplicabilidade dos conteúdos matemáticos ensinados. Portanto, essa experiência teve grande importância, uma vez que nossos alunos, quando trabalhamos de forma tradicional, na maioria das vezes não conseguem compreender que a Matemática é um instrumento utilizado em diversas áreas do conhecimento e em situações reais.

Em relação ao tema escolhido, bem como quanto ao direcionamento do próprio trabalho, foi oportunizada uma autonomia aos alunos durante o trabalho, pois de acordo com Biembengut (2005, p.23), “[...] os alunos escolhem o tema e a direção do próprio trabalho, cabendo ao professor promover essa autonomia”. Esse momento foi extremamente difícil para o professor que não está habitualmente acostumado a permitir essa autonomia aos alunos, mas foi possível constatar um interesse maior dos alunos, sendo que esses tiveram o ensejo de guiar o seu próprio trabalho.

Outros fatores que motivaram os alunos foram o interesse e o conhecimento do professor pelo tema. Para isso, o professor também teve que estudar os dados coletados e realizar pesquisas pela Internet, sendo esse um caminho para melhor orientar os alunos durante a Modelagem Matemática. Pois, de acordo com Biembengut (2005, p.20), “[...] a forma como o professor demonstra seu conhecimento e interesse sobre o tema em questão pode contribuir, significativamente, para a motivação dos alunos”.

Durante o trabalho, os alunos tiveram uma participação efetiva no seu aprendizado, observando-se ainda a participação de um maior número de alunos, comparado quando se utiliza o método tradicional. Esse fato é muito bem explicitado por Biembengut (2005, p.32): “Estimular a participação de todos os alunos é um meio de torná-los corresponsáveis pelo aprendizado!”

Pelo fato dos alunos nunca terem realizado uma pesquisa como a que foi proposta, apresentaram muitas dificuldades no início do trabalho, que foram superadas através da orientação do professor durante o seu desenvolvimento. Outro obstáculo enfrentado foi em relação à confecção dos gráficos em computadores, que foi suplantado com a orientação do professor e dos colegas que já tinham o domínio do Excel. Também se verificou uma grande objeção inicial de trabalhar em equipes, através da observação

foi possível constatar que os alunos, em um trabalho em grupo, costumam dividir as tarefas e não compartilhar os dados coletados entre eles. Essa prática já havia sido percebida em outros momentos que antecederam ao trabalho. Acreditamos que este trabalho contribuiu para melhorar esses aspectos, pois de acordo com Biembengut (2005) o ensino da Matemática deve oportunizar ao educando essas capacidades.

Outra angústia vivenciada pelo professor foi o tempo gasto para realizar esse trabalho de Modelagem Matemática, que levou um período de seis meses para trabalhar com conteúdos que, da forma tradicional, seriam necessários apenas dois meses. Apesar disso, deveríamos nos utilizar dessa prática diferenciada, pois durante as discussões e resoluções dos problemas formulados pelos alunos foi possível perceber que houve uma melhor compreensão de como a matemática é utilizada no cotidiano, além de ter ocorrido momentos de aprendizagem significativa. Isso é mais importante do que aprender uma maior quantidade de conteúdos por memorização, pois serão esquecidos em pouco tempo por não ocorrer nesse processo uma compreensão dos conceitos matemáticos.

Vale ainda ressaltar que durante a etapa “resolução dos problemas” os alunos apresentaram diferentes soluções para cada situação-problema elaborada, além de discutirem sobre a melhor maneira de resolvê-la, fato esse evidenciado na solução de todas as atividades propostas pelos mesmos. Uma das situações-problema foi: Quanto se gastará em materiais e em mão de obra na construção de um túmulo simples? Essa questão oportunizou o surgimento de diferentes soluções apontadas pelas equipes, como já descrita na seção 3.

Os alunos demonstraram grande interesse nessa etapa pelo fato de os problemas tratarem de assuntos mais significativos para eles e também estabelecerem relações com situações vividas no cotidiano.

Ainda foi possível perceber, por meio de manifestações espontâneas provenientes da realização de atividades dirigidas envolvendo situações vividas no dia-a-dia, que a maioria dos alunos conseguiu compreender como proceder no cálculo da área das principais figuras planas e também estabelecer relações entre o conteúdo matemático desenvolvido e a realidade através das situações-problema propostas. Logo, essa experiência de ensino da Matemática, através da Modelagem Matemática, além de promover uma grande motivação aos educandos, ainda proporcionou o ensino e aprendizagem dos conteúdos e conceitos matemáticos propostos.

5 Considerações finais sobre a experiência

A execução dessa pesquisa foi um desafio tanto para o professor como para os alunos, porque a utilização de uma metodologia diferente da tradicional exige dedicação, reflexão e pesquisa. No entanto, foi de grande valia essa prática, uma vez que essa proposta sugere uma mudança de postura tanto do professor quanto do aluno no ensino e aprendizagem da Matemática. A utilização da Modelagem Matemática em uma turma regular do Ensino Médio foi um outro grande desafio, pois houve a necessidade de vencer alguns obstáculos como: o preconceito dos pais e da equipe pedagógica da escola, o tempo necessário para o estudo do tema, a utilização do laboratório de informática da escola em horário de aula, entre outros.

Acreditamos que a experiência vivida com a Modelagem Matemática foi de contribuição significativa para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos que, no início do ano letivo, apresentavam dificuldades de compreensão do conceito de área de uma superfície e também no cálculo da área das principais figuras planas. Fato esse que pode ser percebido por meio da análise das atividades propostas aos alunos, antes e depois da metodologia empregada. Esta análise revelou que a maioria dos educandos teve uma melhor compreensão do conceito de área além de entender como proceder no cálculo da área das figuras planas, após as atividades propostas.

Ainda, as atividades desenvolvidas, além de proporcionar aos educandos uma melhor reflexão sobre as situações propostas, levando-os a pensar e refletir, levou-os a criar e utilizar algoritmos próprios na resolução de cada questão. Por exemplo, ao calcular a quantidade de revestimento para um túmulo simples, uma das equipes decidiu calcular a área de cada face a ser revestida e depois realizou a soma dos valores encontrados, ao invés de utilizarem a fórmula da área total de um paralelepípedo ($S_{\text{total}} - S_{\text{base}} =$ área a ser revestida).

A experiência de ensino da Matemática através da Modelagem Matemática conduziu os alunos ao raciocínio e à compreensão, solucionando problemas de situações concretas de seu cotidiano, partindo do concreto para a abstração, levando-os a compreensão da utilização do conceito de área em alguns campos da atuação da atividade humana.

As situações-problema construídas pelos educandos oportunizaram a elaboração e desenvolvimento de atividades para sua resolução, o que proporcionou a abordagem de conteúdos matemáticos que estavam planejados e de outros que surgiram durante a execução do trabalho.

O tema escolhido apresentou inúmeras possibilidades de exploração, viabilizando o ensino e a aprendizagem dos conteúdos matemáticos propostos pelos alunos e professor. Houve uma participação ativa, uma vez que o tema abordado está relacionado a situações reais e partiu do interesse dos alunos.

A Modelagem Matemática foi utilizada como meio de mostrar algumas implicações ao envolver o conteúdo matemático às questões sociais que fazem parte da realidade dos educandos, estabelecendo conexões que propiciaram a criação de um espaço para reflexão e desenvolvimento do senso crítico, além de favorecer o aprendizado da Matemática. Um dos fatos que oportunizou liberdade para discussão, reflexão e desenvolvimento do senso crítico foi a preocupação dos alunos sobre a necessidade das funerárias utilizarem um sistema de filtragem. Esse momento criou um espaço para reflexões das questões ambientais de nosso município.

Algumas implicações percebidas decorrentes da atividade de Modelagem Matemática foram: maior envolvimento dos alunos, atividades relacionadas ao cotidiano, liberdade para discussão, reflexões sobre as respostas e situações propostas, utilização de algoritmos próprios em determinadas situações, oportunidade de realizar trabalho em equipe, autonomia para elaborar as situações-problema e na escolha dos conteúdos matemáticos a serem trabalhados. Essas implicações mostram que a adoção de uma forma diferenciada de trabalhar a Matemática, nesse caso a Modelagem Matemática, traz perspectivas promissoras para o seu ensino na Educação Básica.

Referências

BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática**: Uma perspectiva. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1. 2004, Londrina. **Anais**. Londrina: UEL, 2004. 1 CD-ROM.

BASSANEZI, R. C. **Ensino – aprendizagem com Modelagem Matemática**: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2005. 4 ed.

BURAK, D. **Modelagem Matemática**: uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série. 185 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Rio Claro, 1987.

_____. **Modelagem Matemática**: ações e interações no processo ensino-aprendizagem. 329f. Tese (Doutorado em Psicologia Educacional). Universidade de Campinas, Campinas, 1992.

_____. Formação dos pensamentos algébrico e geométrico: uma experiência com modelagem matemática. **Pró-Mat. Paraná**, Curitiba, v. 1, n. 1, p.32-41, 1998.

_____. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: I EPMEM -Encontro Paranaense da Modelagem Na Educação Matemática, 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2004. 1 CD-ROM.

D'AMBRÓSIO, U. **Da realidade à ação**: reflexões sobre educação e matemática. 2 ed. São Paulo: Summus; Campinas: UNICAMP, 1986.

_____. Etnomatemática: um programa. **Educação Matemática em Revista**, v.1, p. 5-18, 1993.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. Tradução de Marco Antonio Moreira. São Paulo: Pioneira, 1981, 252 p.

SCHEFFER, N. F.; CAMPAGNOLLO, A. J. Modelagem Matemática uma alternativa para ensino-aprendizagem da matemática no meio rural. **Zetetiké**, Campinas: v. 6, n.10, jul./dez. 1998.

SILVEIRA, J. C.; RIBAS, J. L. D. Discussões sobre Modelagem Matemática e o Ensino-Aprendizagem. **Só Matemática**. Disponível em: <<http://www.somatematica.com.br/artigos/a8>>. Acesso em 21 jun. 2008.