

MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA TRAJETÓRIA

Dionísio Burak
Universidade Estadual do Centro Oeste- UNICENTRO – Guarapuava –Pr
Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG – Ponta Grossa – Pr
dioburak@yahoo.com.br

Tiago Emanuel Klüber
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG – Ponta Grossa Pr
tiago_kluber@yahoo.com.br
Bolsita da CAPES

Introdução

Este artigo analisa os resultados da trajetória do mestrado, doutorado e após o doutorado na busca de respostas relativas à questão: “Verificar se o uso da Modelagem Matemática, onde o professor, enquanto participante dessa experiência, tem a oportunidade de escolher o seu próprio tema, produz diferença no processo de ensino aprendizagem da Matemática e na prática pedagógica do Professor?” A questão surgiu em decorrência do momento vivido no mestrado onde foram dados os primeiros passos em Modelagem Matemática no ensino de 1º e 2º graus, atualmente Educação Básica.

O trabalho iniciado no mestrado (1987) tinha como questão principal: Como trabalhar com matemática nas escolas, de modo a tornar o seu ensino mais significativo, que diga mais de perto às experiências vividas pelo aluno e seja uma matemática com significado a fim de favorecer sua aprendizagem? O objetivo geral consistia em propor a Modelagem como metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série.

Os pontos considerados, durante a fase de construção da dissertação, foram determinantes para a continuidade do trabalho com a Modelagem Matemática no doutorado (1992) e à seqüência do trabalho, dentre eles: Qual a concepção ou as concepções de ensino e de aprendizagem refletem as preocupações sentidas pelo pesquisador? Como se dá essa prática em sala de aula? Aliadas com outras questões do tipo: Como superar a ênfase na memória, nas regras, na resolução de exercícios descontextualizados e a forma de o professor realizar a sua prática educativa? Quais seriam os reflexos e as conseqüências

dessas mudanças no trabalho do professor, no ensino da Matemática, no uso do livro didático, nos pais, nos alunos e na própria escola? Esses pontos foram determinantes para a questão geral norteadora do trabalho.

Detectou-se à época muitas situações que contribuía em maior ou em menor medida para o problema do ensino e da aprendizagem em Matemática. Embora decorridas algumas décadas, percebe-se atualmente que o “como fazer” no ensino de Matemática, ainda prevalece sobre o “por quê fazer”. Essa forma de conceber a Educação e o ensino de Matemática tem apresentado resultados insatisfatórios com conseqüências danosas para a formação do aluno. Em decorrência dessa visão, grande parte dos alunos da Educação Básica, incluindo o Ensino Fundamental e Médio, desenvolveram aversão pela Matemática.

Inspirados pela frase “A batalha no campo da educação se ganha ou se perde na sala de aula” nos concentramos no trabalho com o professor. Estão no preparo do professor durante sua formação inicial e posteriormente na formação em serviço; algumas das formas de superação das deficiências apresentadas.

É no trabalho diário, junto aos alunos, com seus procedimentos embasados em uma concepção de Educação, de ensino, de aprendizagem e de Matemática que o professor tem condições de ajudar o seu aluno em suas deficiências de conceitos básicos da disciplina, proporcionar a oportunidade de o aluno colocar sua forma própria de pensar, aproveitar sua experiência anterior e, sobretudo, proporcionar situações-problema que o estimule, motive a pensar e o desafie a resolvê-la.

A Modelagem Matemática no Ensino de Matemática – O Início

A Modelagem na perspectiva da Educação Matemática para ensino de Matemática no Brasil, teve início a partir de 1987, com a primeira dissertação de mestrado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Rio – Claro – Rio Claro – São Paulo. Tem início, para o autor, a construção de uma trajetória com a dissertação (1987), a tese (1992) e a difusão em eventos da área e que fortaleceu a concepção, inicialmente sentida, experienciada e vivida, no âmbito do Ensino Fundamental e Médio da Educação Básica. Nos últimos anos, busca subsídios para fundamentar

teoricamente essa forma de conceber a Modelagem Matemática e sua utilização na Educação Básica.

No início dos trabalhos com a Modelagem e na perspectiva do ensino de Matemática para o ensino básico, as referências teóricas que nortearam o trabalho eram as referências da Matemática Aplicada embasadas em autores como Andrews J. G e MacLone, R. R (1976) no livro *Mathematical Modelling* ou ainda o livro *Applications in School Mathematics (1979 YEARBOOK)*, e artigos que tratavam do assunto: Taylor, B & Oke, K. H, Kapur, N. J, Polak H. O, Oke, K. H. & Bajpai, A. C, Halmos, G. G, Haberman, R., Gross, H. E, Bassanezi R.C. e Berry, J. S. & O'Shea. T, dentre outros.

Outros referenciais de encaminhamento para o trabalho com a Modelagem foram os trabalhos produzidos pelos Cursos de Especialização para professores dos diversos níveis de ensino no ano de 1983, realizados na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Guarapuava - FAFIG, atualmente Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Fafig (1986).

O primeiro momento

A dissertação estava voltada para o Ensino de 1º grau à época, hoje Ensino Fundamental e, mais precisamente para a 5ª série, em virtude de ser uma das séries que consistia em ponto de estrangulamento.

Durante a discussão sobre um tema a ser desenvolvido como dissertação, optamos pelo trabalho na linha da Modelagem Matemática, acreditando, já naquela ocasião, que esta prática poderia contribuir para um maior desejo de se estudar Matemática, além de desenvolver no aluno a curiosidade, o interesse, o desejo de investigação e contribuir para, por meio da do ensino da Matemática, proporcionar uma formação mais integral do aluno.

As leituras que envolveram Psicologia, Filosofia e Pedagogia, Educação, Criatividade e História da Matemática permitiram amadurecer o significado de Educação e refletir sobre as várias formas pedagógicas adotadas nas escolas. Esta fase foi fundamental para a reflexão sobre a Modelagem Matemática e a sua adoção no ensino de Matemática.

Optou-se, em conjunto com orientador, desenvolver como exemplo, um modelo de um “curso de Modelagem” para a 5ª série. Qual o tema? Embora tivéssemos alguns temas

para o desenvolvimento do trabalho a escolha recaiu sobre a construção da maquete de uma casa.

O início do trabalho foi predominantemente teórico e envolveu-nos integralmente nas reflexões das situações criadas pela imaginação. Conciliar as leituras, o desenvolvimento do trabalho com as concepções estudadas e a perspectiva da Modelagem para o ensino de Matemática, constitui-se em desafio para o pesquisador.

Na elaboração das atividades buscou-se diálogo interno entre professor e aluno. Na condição de professor buscava-se responder às possíveis questões e dúvidas que se levantava como aluno.

Enquanto esse processo de elaboração das atividades transcorria, tiveram início os encontros preliminares com os professores de 1º e 2º graus, à época, atualmente Ensino Fundamental e Médio. Nesses encontros buscou-se apresentar e discutir essa forma de trabalho para o ensino de Matemática, ainda de forma incipiente, entretanto, com linhas gerais mais ou menos definidas em nível de idéias. Os encontros permitiram avaliar aspectos do trabalho até então desenvolvido. Entre os aspectos do trabalho submetido à avaliação, algumas dificuldades se fizeram presentes dentre elas:

- a falta de vivência de um trabalho na forma proposta;
- a necessidade de abandonar a seqüência rígida dos conteúdos;
- fazer um uso diferenciado do livro;
- a insegurança de desenvolver um trabalho mais solto, mais dinâmico e mais significativo para o aluno.

No entanto, nos encontros realizados ficou nítida a existência de uma forte vontade de mudança na parte metodológica. Entretanto, havia presente também uma resistência bastante acentuada. Durante as discussões e depoimentos dos professores participantes pôde-se perceber que essa resistência tinha como origem a insegurança para a adoção de uma nova forma de se trabalhar com a Matemática; a não vivência dessa nova experiência; a preocupação com o programa da série e a falta de visão do todo do trabalho.

Tendo em vista as considerações, propusemo-nos trabalhar com os professores. Inicialmente e de modo preferencial com professores que atuavam na 5ª série, ofertando um curso de Modelagem.

Para fins didáticos e de encaminhamento das atividades a construção da maquete ficou dividida em três etapas: planta baixa, construção das paredes e a cobertura. Também a idéia inicial foi deixar por conta dos cursistas o desenvolvimento das atividades dos tópicos abordados, isto é, na planta baixa o trabalho com as medidas de comprimento, escala, e outros tópicos de conteúdos envolvidos na atividade.

A justificativa da proposta inicial, de um trabalho individual, foi para que cada professor tivesse a oportunidade de vivenciar e adquirir uma visão mais abrangente das várias etapas da construção da maquete e dos conceitos e conteúdos nela envolvidos. Nas discussões, sempre constantes com os professores, foi argumentado que, para eles, seria mais proveitoso conhecer a idéia toda do trabalho de alguém que houvesse investido nela algum tempo, seguir e discutir as mesmas atividades, que poderiam ser posteriormente trabalhadas com os alunos.

Durante o desenvolvimento de cada etapa da maquete da casa foram discutidos os conteúdos que poderiam ser abordados, sua conveniência ou não para a série e a profundidade da abordagem. Embora, na maioria das discussões os professores acharem que nada tinham para acrescentar ou modificar as atividades, que estava tudo bem, as idéias e sugestões dos professores contribuíram para enriquecer as atividades, bem como, reorientar os conteúdos.

A realização de todas as etapas dos cursos com os professores nos municípios, as discussões, as manifestações e as reflexões em relação ao emprego da Modelagem Matemática no ensino de Matemática possibilitaram a análise e a discussão de alguns pontos que subsidiaram, no momento seguinte, o trabalho de doutorado. São eles: 1) O respeito às diferenças dos participantes; 2) A liberdade como uma condição para desenvolver a criatividade; 3) Como avaliar o trabalho na Modelagem Matemática; 4) A contribuição das discussões e das reflexões com os professores; 5) Avaliação do curso.

O segundo momento

Os pontos considerados, durante a fase de construção da dissertação, foram determinantes para a continuidade do trabalho com a Modelagem Matemática no doutorado. Alguns pontos considerados, tais como: Qual a compatibilidade da Modelagem

Matemática com teorias mais atuais da psicologia que tratam do ensino e da aprendizagem da matemática? Qual a concepção ou as concepções de ensino e de aprendizagem refletem as preocupações sentidas pelo pesquisador? Como se dá essa prática em sala de aula? Quais seriam os reflexos dessas mudanças no trabalho do professor, no ensino da Matemática, no livro didático, nos pais, nos alunos e na própria escola?

Nessa perspectiva o trabalho de doutorado se desenvolveu em duas etapas: a primeira etapa consistiu em um curso de 40 horas, com os professores interessados em viver uma experiência com a Modelagem Matemática. Na primeira etapa participaram 40 professores que atuavam no ensino de 1º e 2º graus, hoje Educação Básica das redes: estadual, municipal e particular de ensino da região de Guarapuava, incluídos um professor da cidade de Apucarana-PR e uma professora da cidade de Cândido de Abreu – PR, além de acadêmicos da licenciatura em Matemática. A segunda etapa consistiu na elaboração e desenvolvimento de um projeto envolvendo a Modelagem Matemática em sala de aula, por um grupo de sete professores participantes da primeira etapa.

Os objetivos propostos e a questão norteadora do trabalho encaminham nossa reflexão sobre o procedimento metodológico a ser adotado, com o propósito de captar as ações e as interações ocorridas durante o desenvolvimento da investigação proposta. Que tinha como pressupostos alguns princípios para o seu encaminhamento:

- partir do interesse do grupo de pessoas envolvidas;
- obter os dados e as informações diretamente no ambiente de interesse do grupo.

Diante dos pressupostos e na perspectiva de contemplar as especificidades concebidas para a Modelagem Matemática e buscar respostas às inquietações, optou-se por conduzir a investigação no âmbito de uma abordagem qualitativa, utilizando o método etnográfico.

A Modelagem Matemática foi e está sendo concebida como “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 tomar decisões” (BURAK, 1987, p. 21). Também se assume como referencial teórico adequado, à forma concebida para o trabalho com a Modelagem, as teorias cognitivistas, tendo como suporte as teorias Construtivistas de Jean Piaget, Sócio interacionista de Vygotsky e da

Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Os motivos dessa escolhas foram que elas se constituem nas mais difundidas no âmbito das teorias cognitivistas e todas têm papel importante na aprendizagem e em consequência para a Educação.

Os cursos com os professores

Os cursos com os professores foram desenvolvidos em Guarapuava e no município de Pinhão e tiveram início em setembro e outubro de 1989, respectivamente.

Os professores foram convidados para participar do curso, salientando que fazia parte de um trabalho acadêmico que estudava a Modelagem como uma prática educativa para ensinar matemática no âmbito do primeiro e segundo graus. Ainda que o curso, a elaboração e o desenvolvimento desses projetos nas escolas teriam o desenvolvimento mínimo de um semestre. Esses pontos se faziam necessários para a coleta de dados que subsidiariam a análise dos resultados obtidos, conclusões e as considerações do trabalho.

Diferentemente do trabalho anterior, foi solicitado aos professores que sugerissem os temas que fossem do interesse de cada um; surgiram muitos temas e puderam ser agrupados em: atividades agrícolas; atividades industriais; e prestação de serviços. Outros temas também surgiram tais como: inflação, gastos públicos, habitação, eleição presidencial, política salarial e esporte e brincadeiras.

Após discussões propuseram que tendo em vista um trabalho “novo” preferiam trabalhar em grupos. Dessa forma, foram constituídos grupos de 3 a 4 professores, os temas foram redefinidos pelos grupos ficando: Água e Esgoto; Plantação de Milho, Erva Mate, Indústria de Madeira, Comércio, Esporte, e Jogos e Brincadeiras.

Início da construção das etapas da Modelagem Matemática

A escolha do tema constituiu a primeira etapa do processo de Modelagem. No contexto do trabalho com a Modelagem Matemática as suas várias ações constituem um método, dividido em etapas. Dessa forma, concebemos método como ato de proceder, ou ainda como série de fenômenos sucessivos com nexos de causa e efeito, ou ainda maneira de ensinar.

Em seguida foi oferecida, aos participantes, uma visão, ainda que superficial, da forma de realizar pesquisas em educação e ainda como o método etnográfico e as suas etapas mantinham forte vinculação com o desenvolvimento da Modelagem Matemática em suas ações.

Cada grupo escolheu um tema para o seu trabalho, o fez segundo sua vontade de o conhecer melhor, explorar para compreender e explicar mais bem determinados aspectos específicos do assunto de interesse a serem investigados pelo grupo.

Na Modelagem Matemática, a ação exploratória constituiu a segunda etapa, tem início com a ida dos grupos aos locais para a obtenção das informações e o contato com o objeto de interesse. Um exemplo dessa etapa, no desenvolvimento do tema 'Água e Esgoto' deu-se com a ida do grupo ao escritório da Companhia na cidade de Pinhão, marcado com antecedência. Um funcionário especializado foi colocado à disposição do grupo. Fez um breve histórico do órgão, na localidade e ressaltou a importância de se ter uma água de boa qualidade. Em seguida, o grupo se dirigiu para o local onde se encontravam os tanques e o laboratório. O grupo conheceu também, os reservatórios e os vários processos de tratamento da água. A fase exploratória do grupo durou aproximadamente 4 (quatro) dias. Também muitas informações foram complementadas por meio de folhetos da própria companhia.

Após as visitas, o grupo se reuniu para discutir e analisar as informações recebidas. A discussão e a análise das informações recebidas motivaram o grupo a percorrer alguns bairros para ouvir os moradores a respeito do serviço de água realizado pela Companhia de Saneamento e Esgoto do Paraná – SANEPAR. O resultado dessa ação permitiu ao grupo detectar alguns aspectos importantes na distribuição da água. Após ouvir a população desses bairros, o grupo pôde levantar algumas questões, dentre elas: Por que água em alguns períodos somente? Há uma adequação entre o consumo de água e a capacidade de fornecimento da água? Como se comportaria o crescimento e qual a população aproximada de Pinhão em 2000?

Esta ação de levantamento do(s) problema(s) onde o grupo elege aspecto ou aspectos para uma investigação mais sistemática, constituiu a terceira etapa do processo de Modelagem Matemática. Esta etapa é importante para a formação de um estudante mais atento, mais perspicaz e capaz de perceber com maior profundidade uma dada situação.

A formulação correta de um problema na linguagem natural é importante para permitir sua formulação em linguagem convencional, no caso a linguagem Matemática.

A etapa em que se dá a resolução do problema, das questões ou situações-problema formuladas constitui a quarta etapa do processo de modelagem – a etapa da resolução do(s) problema(s). É a etapa do Processo da Modelagem Matemática em que se faz uso dos conteúdos matemáticos. Ainda, nessa etapa pode ocorrer a construção de modelos matemáticos.

Como exemplo, o grupo chegou a um modelo matemático expresso por

$P_n = P_0 (1 + i)^n$ que representava um modelo para àquela situação em particular sobre a população do município de Pinhão em n anos, a partir de uma população inicial P_0 em um determinado ano a uma taxa geométrica de crescimento i .

A quinta etapa do processo de Modelagem consistiu na análise crítica da solução ou das soluções encontradas. Esta etapa visava confrontar os resultados obtidos com a situação. Se o resultado era compatível com a situação estudada, se havia coerência e consistência lógica. Se o resultado era exequível ou não. Essa etapa foi considerada importante e justificada pelo confronto dos resultados obtidos, no exemplo do tema ‘Água e Esgoto’, não em função do modelo, mas em função da taxa de crescimento apontado por instituições diferentes que apontavam para resultados acentuadamente discordantes.

Essa etapa ganha importância no processo de Modelagem, uma vez que a não observação dessa etapa pode conduzir a decisões errôneas e em consequência as ações e os resultados podem se mostrar ineficazes.

Análise e Interpretação dos dados

Os depoimentos e entrevistas apresentados pelos professores participantes dos cursos e dos professores e alunos relativamente aos projetos desenvolvidos nas escolas, constituíram ao lado da experiência vivida, os pontos de sustentação para nortear o trabalho com a Modelagem Matemática e permitiram destacar alguns resultados por meio do estabelecimento de algumas categorias para análise, obedecendo três momentos: 1) Análise dos depoimentos dos professores antes do início do curso; 2) Análise dos depoimentos dos

professores envolvidos com os projetos nas escolas; e 3) Análise dos depoimentos dos alunos envolvidos com os projetos nas escolas.

a) Depoimento Inicial dos Professores

Os professores, antes do início do curso, puderam manifestar suas opiniões em relação ao ensino de matemática à época. Muitas manifestações expressavam a forma de os professores sentirem o ensino de Matemática: “na atualidade a matemática vem sendo ensinada muito vagamente, onde o professor se prende no planejamento”. Outro professor manifestou sua opinião em relação ao ensino de matemática: “Hoje o ensino de Matemática é visto de uma maneira um tanto quanto deturpado”.

Em relação ao ensino de modo geral, alguns participantes manifestaram seus sentimentos: “O sistema atual de ensino é muito falho e não oferece qualidade satisfatória”. Outro participante assim se expressou: “De modo geral os currículos escolares vêm deformando o ensino, e a matemática pois, existem programas para todas as séries e esses programas valem para toda as regiões”.Esses depoimentos ensejaram à oportunidade as seguintes categorias de análise: a) Quanto aos professores; b) Quanto aos alunos; c) Quanto à Estrutura Organizacional do Ensino.

b) Análise dos depoimentos dos professores envolvidos com os projetos nas escolas

Os depoimentos dos professores, envolvidos no desenvolvimento dos projetos, permitiram o estabelecimento de algumas categorias para análise:

1) A insegurança do Professor diante do novo

Em seus depoimentos e entrevistas os professores enfatizavam a insegurança sentida, durante a aplicação do Método da Modelagem Matemática, durante o desenvolvimento dos projetos. Esses depoimentos constataram e explicaram, em certa medida, a resistência inicial de alguns professores às iniciativas que fugiam à forma usual de se trabalhar o ensino de Matemática na escola.

Muitas expressões foram usadas para explicar a insegurança frente ao novo. Assim “A insegurança, as dificuldades pelas quais passei foram muitas e sufocantes” ou “... as coisas começaram a clarear um pouco, mesmo assim eu estava preocupada e insegura, porque era uma coisa nova para mim”. Depreende-se das manifestações que o professor sentia insegurança, pois no trabalho com a Modelagem, rompe-se com a rotina das ações educativas de sala de aula e da escola.

Os depoimentos dos professores indicaram que diante de uma situação desconhecida, inusitada, não usual, o professor toma consciência do seu despreparo e de suas limitações. Em suas manifestações varias expressões deixam isso claro: “... mas, eu acho que não tenho essa capacidade ainda, para trabalhar sozinha...” ou “Gostei muito de trabalhar com a Modelagem Matemática, só que ainda tenho muitas falhas”.

2) A Modelagem Matemática como forma de conferir maior significado às atividades e aos conteúdos matemáticos

Os depoimentos e entrevistas com os professores que desenvolveram os projetos nas escolas mostraram que as atividades por meio da Modelagem Matemática se revestem de maior significado. Um exemplo está na manifestação: “As operações eles sabiam, só que esta foi uma situação diferente, pois, ao vender 5 (cinco) números quanto iremos arrecadar?” Ou “ Se todos vendessem só 100 (cem) números quanto arrecadaríamos?”.

Outro exemplo usado para ilustrar a importância das atividades na Modelagem Matemática é dado na manifestação a seguir: “Eu comecei o trabalho das medidas com a história do metro, como ele surgiu.” Ainda: “medimos a sala, porta, vitrôs, o próprio corpo usando o palmo e régua ou fita métrica. Usamos o passo para medir o comprimento da sala. À medida que íamos realizando as medidas com palmos ou passos as crianças comparavam e percebiam que alguns tinham o palmo e o passo maiores do que os outros colegas”.

As situações-problema surgem de forma natural e são decorrentes das atividades desenvolvidas. O interesse e a motivação para a realização das atividades podem ser creditados, em parte, à forma contextualizada de se trabalhar a Matemática na Modelagem Matemática.

3) O Trabalho com a Modelagem contribui para a mudança de postura do professor

Um ponto positivo do trabalho com a Modelagem Matemática foi a necessidade de mudança de postura do professor. Na forma usual, a postura em sala de aula tem revelado um professor como o detentor do saber e do conhecimento. À ele cabe todas as iniciativas e as decisões em sala de aula.

Os depoimentos e as entrevistas mostram claramente a influência do método da Modelagem na mudança de postura do professor. Expressões que ilustram essa mudança foram: “Daí, conversando com os alunos, deu um ‘click’ na Ângela e ela disse”:

- Professora, vamos pintar a sala de aula? A idéia conseguiu despertar o interesse de toda a classe. ”Ou ainda:” A idéia inicial deles, que depois foi colocada em prática, era a construção de uma maquete ”.

Na Modelagem Matemática, ao permitir aos alunos a escolha dos temas de interesse, o professor, de um lado, compartilha o processo de ensino e de outro, os alunos tornam-se co-responsáveis pela aprendizagem.

4) O conteúdo previsto e o conteúdo trabalhado: formas de compatibilização

Durante o desenvolvimento dos projetos, um ponto chamou a atenção do pesquisador, a preocupação com o cumprimento do programa estabelecido para a série. Um dos pontos que gerou insegurança do professor no trabalho com a Modelagem estava relacionado com o cumprimento do programa. Essa preocupação, com raras exceções, conferiu estratégias diferentes durante a realização dos projetos, no propósito de superar a expectativa da possibilidade de não cumprimento do programa.

Ao final, com surpresa, alguns professores perceberam que o programa foi quase que totalmente cumprido, em alguns casos foi além do previsto para a série. Alguns depoimentos comprovam a afirmativa quando diziam: “... e concluindo todo o conteúdo foi realizado” ou ainda: “... eu fui vendo que os conteúdos previstos para a 4ª série eu poderia trabalhar e outros conteúdos que não estavam previstos, mas que com certeza, teriam que ser trabalhados”.

5) A Modelagem Matemática e a Criatividade

A maneira proposta para o trabalho com a Matemática usando a Modelagem Matemática permitiu ao longo dos cursos e desenvolvimento do trabalho observar nos grupos manifestações criativas. Em um dos depoimentos referente ao projeto sobre a construção da maquete surgiu a palavra criatividade. Dizia: “o trabalho não ficou uniforme, cada grupo acabou achando a direção que convinha”.

O fato de cada grupo achar a sua própria direção significou maquetes diferentes em vários aspectos: tamanhos, modelos, materiais utilizados para a confecção e os detalhes. Cada grupo, nessa perspectiva, fez uso do pensamento divergente. Os modelos diferentes e os tamanhos poderiam representar a fluência e os detalhes representariam a originalidade. Pensamento divergente, fluência e originalidade, são características que, segundo Torrance (1976), podem caracterizar indivíduos ou grupos criativos.

Ao relacionar aspectos da criatividade com o método da Modelagem Matemática, percebeu-se algumas variáveis que podem influenciar esse tipo de comportamento dos grupos envolvidos; a mudança de postura do professor, o tema que é de interesse do grupo, o papel que o professor passa a desempenhar no processo de ensino e aprendizagem. Contudo, a liberdade, como síntese de todas essas variáveis, parece constituir-se no fator determinante da criatividade.

6) Os efeitos do trabalho em grupo

No início do trabalho com a Modelagem, no momento do mestrado, os professores trabalharam individualmente, pois se tinha a preocupação de o professor vivenciar todas as etapas do método. No momento do doutorado, os cursos e o desenvolvimento dos projetos no âmbito das escolas os trabalhos foram realizados em grupo.

Essa forma de trabalhar proporcionou maior dinâmica e possibilidade de socialização, seja no campo afetivo, social e cognitivo. Essa afirmação ficou evidente por meio de expressões tais como: “Não se pode negar que eles dividiam as dificuldades, por isso, um grupo acabava utilizando, em determinados momentos, a idéia que tinha nascido

do outro.” Ou ainda, “eles conseguem fazer um trabalho unidos e conseguem analisar os problemas da turma, sempre em grupo e, isso tem dado resultado positivo na turma e acredito que na própria escola”.

7) A importância da prática

Muito se tem discutido a respeito da dicotomia teoria x prática. Na Modelagem Matemática procura-se insistentemente a interação entre teoria e prática. Muitas das ações práticas tornam possível a construção ou reconstrução da teoria e vice-versa. Um dos depoimentos trata explicitamente dessa relação quando diz: “Quando se trata de um trabalho prático, o assunto é outro e, se faz brincando. O que na teoria é difícil, torna-se fácil e é divertido”.

Não se trata de fazer apologia à prática em detrimento da teoria, mesmo porque a prática reflete uma teoria. O ato de fazer não prescinde do ato de pensar. No nível de ensino considerado a prática e a teoria devem manter equilíbrio para que muitas das ações se revistam de significado.

No método da Modelagem Matemática, as etapas que o constituem, ou seja: a escolha do tema, a pesquisa exploratória, o levantamento do (s) problema(s), a resolução dos problemas e a análise crítica da solução permitem estabelecer essa interação e o equilíbrio.

8) O desempenho em Matemática

A análise dos depoimentos dos professores participantes dos projetos nas escolas evidenciou que os alunos que trabalham com o método da Modelagem tendem a apresentar melhor desenvolvimento e sensíveis melhoras no desempenho em Matemática.

Ao analisar um dos depoimentos escritos nos deparamos com o seguinte comentário; “Quanto ao aproveitamento da turma, tenho a impressão, também de que houve uma melhora acentuada, quando comparo essa 6ª série com outras turmas em que eu trabalho. Tenho notado primeiro as notas, os escores que eles têm conseguido na avaliação dentro de uma série de critérios que a escola apresenta... Esta turma tem mostrado um acima da média. Me parece que o trabalho mais importante foi a motivação e a socialização da turma”. Embora não se tenham mais dados sobre a questão do desempenho a partir dos depoimentos e entrevistas, parece haver evidências de que os alunos que trabalham com a

Modelagem Matemática apresentam aspectos gerais como: socialização, participação, questionamento e iniciativa melhor desenvolvidos.

c) Análise dos depoimentos dos alunos envolvidos com os projetos nas escolas

Os depoimentos e entrevistas dos alunos participantes dos projetos desenvolvidos no âmbito das escolas de 1º e 2º graus ensejaram algumas categorias de análise dentre elas:

1) A satisfação dos alunos em participar dos projetos de Modelagem Matemática

Os depoimentos gravados e escritos dos alunos participantes dos projetos nas escolas de 1º e 2º graus, em sua grande maioria expressam satisfação por participar. Os alunos manifestam gostar de um tipo de trabalho que se apresenta mais dinâmico e se mostraram muito receptivos à maioria das atividades no desenvolvimento dos projetos. Muitas foram às formas de expressarem esse sentimento: “Foi muito bom esse projeto” ou ainda; “O projeto é muito interessante eu adorei fazê-lo”.

Alguns depoimentos manifestam explicitamente o gosto pelo projeto por envolver diretamente a matemática. Dentre alguns deles pode-se destacar os seguintes: “Este projeto, que nós fizemos, foi bom porque faz parte da Matemática”. Ou ainda: “Achei ótima a idéia de fazermos esse projeto”. Ou a seguinte manifestação: “este projeto foi divertido, toda a turma trabalhou nele”.

2) O contato com a realidade

Os depoimentos dos alunos mostraram um aspecto muito interessante: o contato com a realidade. A participação efetiva em um projeto, vivenciando todas as suas etapas revelou uma tomada de consciência; dos alunos participantes, da condição de extrema dificuldade vivida por uma população carente de todas as condições básicas para a dignidade humana. A falta de água, de emprego, de atendimento médico, de melhores condições de moradia enfim, de acesso às condições mínimas que promovam a dignidade humana.

Um dos depoimentos iniciava revelando a localização do local denominado Toca da Onça e dizia: “A toca da onça se localiza num buraco onde ninguém tem a mínima condição de vida, é uma vergonha tantas favelas assim,” O contato com a realidade e a consciência de mesma realidade pôde ser percebido no depoimento seguinte: “A Toca da Onça está localizada no bairro Guaicici, perto do rio e do mato, longe do atendimento médico, hospitais e do centro da cidade.”

Outros depoimentos descreviam a população residente: “Na Toca da Onça: moram muitas pessoas pobres que não têm o que comer, nem vestir”. Ainda “Lá moram muitos bandidos e há também muitos deficientes, que não podem trabalhar.”

Pôde-se perceber pelos relatos nos depoimentos dos alunos a tomada de consciência da miséria daquele lugar que é apenas um dos muitos lugares existentes no Brasil e no mundo, a forma sensibilizada com que manifestaram sua preocupação e mesmo sua indignação pela situação.

O 3º momento

O trabalho do segundo momento revestiu-se de grande significado na medida em que se conseguiu superar questões pendentes como: a questão de trabalhar um único tema, a reorientação das etapas do método, Bassanezi (1987). Fez-se a aproximação com teorias de aprendizagem capazes de dar sustentação teórica à Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática.

Possibilitou conhecer alguns aspectos da Modelagem Matemática enquanto uma prática educativa tais como: os desdobramentos ao estabelecer como princípio para o trabalho com a Modelagem Matemática – o interesse do grupo ou dos grupos, as ações e as interações que ocorrem no desenvolvimento de um trabalho usando a Modelagem, o impacto no currículo, a mudança de postura do professor, a importância do trabalho em grupo, a importância da contextualização, a importância da prática dentre outras, Burak (1994).

No mestrado a tentativa de se trabalhar, a partir das atividades, foi uma alternativa de se trabalhar a visão de unidade de conteúdo, de forma a atender às necessidades desse nível de ensino. No doutorado essa questão foi em parte resolvida. pela forma de trabalho

adotada. Os trabalhos mais recentes buscaram na etapa da resolução do(s) problema(s) acrescentar “e o trabalho com a matemática no contexto do tema.”, com o objetivo de privilegiar o trabalho com as unidades de conteúdos, Burak (2004).

Considerações Gerais

Este trabalho analisou os vários momentos percorridos na construção de uma trajetória com a Modelagem Matemática. Buscou, a partir do problema proposto, desenvolver as ações e procedimentos que estivessem em consonância com uma forma de ver, sentir e agir no ensino de Matemática que pudesse responder às várias questões surgidas em cada um dos três momentos que constituíram essa trajetória. Os depoimentos, tomados em vários momentos da sua construção, envolvendo professores participantes dos cursos e professores e alunos envolvidos no desenvolvimento dos projetos nas escolas, permitiram o estabelecimento de várias categorias de análise que contribuíram para a forma atual, particular de se conceber a Modelagem Matemática. Os resultados da análise dos depoimentos ensejaram categorias que revelaram aspectos que diferenciam a Modelagem Matemática de outras práticas usuais, no ensino de Matemática. na Educação Básica..

Referências

BASSANEZI, R.C. Modelagem como metodologia de ensino de matemática. In: **VII CIAEM**. Santiago, 1987.

BURAK, D. **Modelagem Matemática**: uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série. Rio Claro-SP, 1987. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – IGCE, Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho-UNESP.

BURAK, D. **Modelagem Matemática**: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem. Campinas-SP, 1992. Tese (Doutorado em Educação)-Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

BURAK, D. Critérios norteadores para a adoção da Modelagem Matemática no ensino fundamental e secundário. **Revista Zetetiké**. Campinas, vol.1, ano 2, nº 2, p. 47-60, 1994.

BURAK, D. A modelagem matemática e a sala de aula. In: **Anais I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática – I EPMEM**. 2004, Londrina: UEL. 1CD – ROM.

FUNDAÇÃO FACULDADE ESTADUAL DE FILOSOFIA ,CIÊNCIAS E LETRAS.
Análise do crescimento populacional e do consumo de erva – mate no município de Guarapuava. Guarapuava, 1986. 15 fls. Mimeografado.

TORRANCE, P. E. **Criatividade, medidas, testes e avaliações.** São Paulo: Ibrasa,1976.