

## MODELAGEM MATEMÁTICA NA SALA DE AULA

### Um estudo sobre aspectos psicopedagógicos

Derli kaczmarek

Escola Municipal Prof<sup>a</sup> Maria Aparecida S. Torres – Araucária - PR

Escola Municipal Planalto dos Pinheiros –Araucária - PR

[derli.k@hotmail.com](mailto:derli.k@hotmail.com)

Dionísio Burak

Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG- Ponta Grossa - PR

Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – Guarapuava - PR

[dioburak@yahoo.com.br](mailto:dioburak@yahoo.com.br)

**Resumo:** Quais contribuições psicopedagógicas estão envolvidas nas atividades de Modelagem Matemática? Essa é a questão que se pretende buscar respostas neste trabalho. Desenvolvido numa escola municipal da região metropolitana de Curitiba, Paraná, dele participaram 32 alunos do 9º ano. A pesquisa é de natureza qualitativa e delineamento etnográfico. A coleta de dados – constituída por depoimentos, atividades desenvolvidas pelos estudantes e análise dos dados – está embasada na perspectiva de Bogdan e Biklen (1982). O estudo apresenta perspectivas positivas do uso da Modelagem Matemática como metodologia de ensino dessa ciência nos aspectos psicopedagógicos observados nos educandos e no desenvolvimento do trabalho docente, levando em conta três componentes-chave, que possibilitam a aprendizagem: resultados, processos e condições de ensino, considerando as contínuas interações e dependência mútua entre esses componentes.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática; Aspectos Psicopedagógicos.

### Introdução

Ao questionar estudantes de 9º ano do ensino fundamental sobre qual seria a disciplina que mais gostavam de prender ou estudar, as respostas mostraram que a maioria preferiu Educação Física. Não fiquei impressionada ao ouvir o motivo pelo qual ela é apreciada pelos alunos: é mais divertida, ao ar livre, simplesmente é “mais legal”.

Perguntando, em seguida, por que não gostava de Matemática, a maioria declarou que a achava difícil e cansativa. Por outro lado, quando questionados sobre “onde a matemática estaria presente”, mesmo em anos distintos de escolarização, os alunos usaram afirmações semelhantes: “em preços, notas escolares, números de telefone, casas, idades”.

Se fosse solicitada a cada aluno uma resposta, um por um se esforçaria para acrescentar um exemplo diferente. O que fica evidente é que todos perceberam a existência do uso da matemática no dia a dia. Então, como explicar o fato de uma disciplina tão

presente em nossas vidas ser tão preterida pelos estudantes? Por que a prática de sala de aula continua a mesma, se é tão perceptível o fato de que é preciso dinamizá-la? Como superar uma metodologia do século passado e que não acompanhou a evolução tecnológica dos últimos anos?

A estruturação escolar atual em “anos”, antigas “séries”, conduz, erroneamente, ao entendimento *a priori* de que todos os alunos estão, senão numa mesma idade cronológica, pelos menos, num mesmo nível escolar de conhecimento. Dessa forma, organiza-se todo o entorno da escola: calendário escolar, plano de ação anual, proposta pedagógica, currículo e conseqüentemente, plano de aula.

Ao professor parece óbvio que o aluno matriculado num determinado ano escolar, possui pré-requisitos exigidos para acompanhá-lo. Essa organização interna, não poderia ser diferente, uma vez que as turmas são formadas por não menos que 30 estudantes e a condição de tratamento individualizado, como necessário, é quase inconcebível, visto a quantidade de disciplinas e a distribuição do número de aulas de cada uma delas.

Esse trabalho não pretende questionar essa forma de organização, propondo uma alternativa de superação, mas situar o contexto em que ocorrem as atividades docentes principalmente sob a ótica do professor de matemática.

Lanço uma incógnita: Como promover educação de qualidade para todos, nesse contexto? Como tornar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática significativo?

O interesse em utilizar a Modelagem Matemática como metodologia de ensino surgiu a partir desses e de outros questionamentos oriundos da prática pedagógica e dos resultados não satisfatórios até então encontrados. A aproximação com a Modelagem representa uma possibilidade de superação da forma tradicional de ensino, pautada em exposições orais e escritas; expressa a construção do conhecimento pela investigação de situações oriundas da realidade, do interesse dos estudantes, segundo os autores estudados.

## Referencial teórico

Segundo Burak (1992, p. 62), a prática educativa, mediada pela Modelagem Matemática, tem seus fundamentos estabelecidos nas Ciências Humanas. E, nessa perspectiva, concebe-a como um instrumento importante para a formação do jovem estudante da Educação Básica e suas respectivas modalidades. Particularmente, nessa

vertente de concepção do ensino de Matemática e na perspectiva geral da Educação Matemática, compreende-se que “a Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos, cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões”. (BURAK, 1992, p. 62).

Também Bassanezi (2002, p. 16) acredita na 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.

A Modelagem Matemática será utilizada como metodologia de ensino e aprendizagem nas aulas de Matemática, nos anos finais do ensino fundamental da Educação Básica. Com base nessa metodologia, pretende-se analisar aspectos psicopedagógicos envolvidos no processo de construção do conhecimento, em que:

a educação é considerada como ponto de partida e ponto de chegada. Realiza-se, assim, um processo de compreensão que retorna para a educação, isto é, pretende-se uma compreensão de e para a educação (SCHIMIED-KOWARZIK, 1983). [...] Tal concepção toma como base a estreita relação entre “teoria e prática”. Segundo a filosofia da práxis, só entendemos a teoria como “teoria de uma prática” e vice-versa, a prática sempre é “prática de uma teoria”. A teoria é entendida como a compreensão da prática. É elaborada a partir da prática, e, uma vez analisada e compreendida, deve voltar sobre esta em forma de estratégia de ação. [...] Dessa relação dialética, surge o princípio da validade do conhecimento como ponte de transformação da realidade: “conhecer para transformar”. (GAMBOA, 2012, p. 131-132)

O autor afirma, a partir de Stenhouse (1985, p. 4), que no caso da pesquisa em educação escolar “serão os professores que em definitivo mudarão o mundo da escola, entendendo-a”, mas para entendê-la, aponta à necessidade de investigar sua dinâmica e diagnosticar suas possibilidades de mudança, procurando abordagens que considerem a ação como categoria básica da compreensão do fenômeno educativo, que permitam a elaboração de estratégias para a aplicabilidade dos resultados da pesquisa.

Segundo estudos do Cidem (Grupo de Mestres em Ciência da Educação do Centro de Investigação e Desenvolvimento de Michoacán), o processo de aprendizagem gera dois tipos de conhecimento: implícito e explícito. O primeiro não requer uma estratégia deliberada, ao contrário do segundo em que é preciso atividades programadas e habilidades para atingir a aprendizagem.

Com base nessas aprendizagens é necessária a observação de três componentes importantes do sistema de aprendizado: O primeiro referente aos resultados da aprendizagem (o que se aprende); o segundo referente aos processos da aprendizagem em relação aos mecanismos cognitivos de como se procedem aos caminhos (como se aprende); o terceiro, às condições da aprendizagem (em que se aprende).

O professor deve ser o facilitador da aprendizagem, criando condições favoráveis e pondo em prática procedimentos adequados para que isso aconteça. Os componentes citados no parágrafo anterior dão lugar a situações e problemas de aprendizagem diferentes. Portanto, é necessário que haja equilíbrio entre eles, criando critérios para classificar essas variantes e organizá-las conceitualmente.

Os resultados, segundo esses autores, são estruturados por meio de objetivos da aprendizagem, temas, conteúdos que se pretendem ensinar ou aprender, relacionados ao contexto e às mudanças geradas como novo conhecimento. Apontam que conhecer tipos de resultados da aprendizagem permite ao professor utilizar ferramentas diferentes para um trabalho individualizado, em especial com alunos que apresentam problemas que se manifestam durante seu aproveitamento escolar ou que têm, por exemplo, problemas de retenção. Em seus estudos afirmam em Gagné (1985) que os resultados apresentam quatro pontos facilitadores de situações de aprendizagem:

a) Comportamental ou de Sucessos e Condutas – aprende-se com o comportamento e com eventos de sucesso com os outros, de forma implícita, baseado em processos associativos, permitindo estabelecer sequências preditivas ou antecipar riscos potenciais para que haja intervenção, de forma explícita. Observar pessoas e objetos, por exemplo, proporciona certas teorias de natureza implícita, que às vezes, requer mudar a estruturação para integrar outras de conhecimento explícito.

b) Social – trata da aprendizagem de habilidades e aquisição de atitudes e representações sociais, que se adquirem como consequência do pertencimento a um grupo social, tem caráter implícito. Conduz à mudança pela reflexão da própria conduta. Daí a importância de socializar trabalhos em equipe, permitindo observar diferentes pontos de vista para compreensão do novo conhecimento e mudança conceitual.

c) Verbal e Conceitual – configura-se como aprendizagem explícita. Em ocasiões formais, possibilita a compreensão por meio do conhecimento prévio, permitindo uma mudança conceitual ou reestruturação de informações apreendidas.

d) de Procedimentos – é o saber fazer, como habilidades, destrezas que se aprendem de modo explícito.

Os processos de aprendizagem são mecanismos cognitivos pelos quais ocorrem mudanças conceituais, em que a aquisição do conhecimento representa um processo interno de cada indivíduo, respondendo de maneira particular aos estímulos recebidos, os quais se desenvolvem gerando suas próprias representações. Assim cada ser tem seu próprio processo cognitivo que deve ser levado em conta no processo de ensino-aprendizagem.

Sobre as condições da aprendizagem, os autores afirmam ser parte importante da realização do processo de aprendizagem porque podem motivar o estudante na aquisição do conhecimento, avaliando seus efeitos na prática de ensino. Elas também subordinam processos e resultados. Não há um só tipo de prática eficaz para garantir a aprendizagem de todos, o êxito depende das metas e dos processos adequados ao desenvolvimento cognitivo de cada ser humano.

Os autores ressaltam ainda que essa diferenciação não deve impedir a percepção das contínuas interações e da dependência mútua. A aquisição de alguns resultados facilita e consolida a aprendizagem de outros. Há uma conexão causal entre formas mais simples e mais completas de cada resultado de aprendizagem, produtos mais completos se constroem dos anteriores.

Sabendo da complexidade dos processos cognitivos é preciso avaliar a obtenção ou não de um conhecimento, identificando características de um bom aprendizado para assegurar o cumprimento do trabalho pedagógico, que exige compromisso e acima de tudo, vontade de mudar, desaprendendo padrões adquiridos, aprendendo novas maneiras de ensinar. Os autores abordados concluem que a relação entre professor e aluno é um processo de *feedback* contínuo.

### **Metodologia da investigação**

Assim, a Modelagem Matemática, objeto dessa pesquisa, tem enfoque qualitativo, na perspectiva apontada por Bogdan e Biklen (*apud* Lüdke e André, 1986, p. 13), que discutem o conceito de estudos qualitativos, apresentando cinco características básicas:

I. Pesquisa qualitativa tendo o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como principal instrumento. Como os problemas são estudados no ambiente em que ocorrem naturalmente, sem qualquer manipulação intencional do pesquisador, os autores denominam esse tipo de estudo de “naturalístico”.

II. Dados coletados são predominantemente descritivos. Materiais obtidos nessas pesquisas são considerados ricos em descrições de pessoas, situações, acontecimentos, ou seja, dados da realidade. O pesquisador precisa atentar ao maior número possível de elementos presentes na situação estudada, pois um aspecto supostamente trivial pode ser essencial para a melhor compreensão do problema enfocado.

III. A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto.

IV. O “significado” que as pessoas dão às coisas e à sua vida devem se constituir como focos de atenção especial por parte do pesquisador, pois ao considerar diferentes pontos de vista, os estudos qualitativos permitem iluminar o dinamismo interno das situações, as quais normalmente ficam inacessíveis ao observador externo.

V. A análise dos dados segue um processo indutivo. Pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos, abstrações formam-se a partir da inspeção de dados.

Segundo Bogdan e Biklen (1982, p. 11), a pesquisa qualitativa ou naturalística envolve a obtenção de dados descritivos, alcançados no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a ótica dos participantes.

Nesse contexto, Lüdke e André (1986) associam observação participante, entrevista e análise de documentos como sendo técnicas de trabalho com características etnográficas, em Educação. Dentre outras características, apontam também a possibilidade de um plano de trabalho aberto e flexível que permite a elaboração de novos conceitos, relações e formas de entendimento da realidade (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p 13).

O tratamento dos dados buscou confrontar depoimentos de estudantes, a literatura e a experiência do professor pesquisador.

## Desenvolvimento

A turma de 9º ano em que a pesquisa foi realizada, compõe-se de 32 estudantes. É considerada, pelo grupo de professores, uma classe tranquila, no entanto, muito apática. Os alunos não são assíduos e também não se empenham em fazer lições de casa. Na escola, gostam de sentar em duplas ou trios para desenvolverem atividades. Mas não se intimidam em pegar um caderno com todas as respostas e copiá-las, somente para cumprir com a obrigação de tê-las registradas, sem a preocupação de entendê-las.

Sentindo uma necessidade extrema e urgente de motivar esses estudantes, de fazê-los sujeitos do processo de ensino e aprendizagem, utilizei a Modelagem Matemática como metodologia de ensino.

A Modelagem Matemática como metodologia de ensino, segundo Burak (2012, p. 87), fundamenta-se num entendimento que contemple e respeite a característica e a natureza do humano e do natural, com a clareza de que cada objeto deve ser estudado de modo global por áreas do conhecimento que promovam essa possibilidade. Constitui-se num conjunto de procedimentos que devem construir um paralelo para tentar explicar, com conteúdos matemáticos, situações presentes no dia a dia, portanto, é preciso:

- partir do próprio interesse do grupo de pessoas envolvidas;
- ter os dados coletados onde há interesse dessas pessoas.

O primeiro aspecto, premissa que se faz presente no campo da Psicologia, justifica que nossas ações são motivadas pelo interesse. Neste caso, o processo de ensino e aprendizagem sustenta-se nas teorias da cognição, constituídas principalmente por uma visão construtivista, sociointeracionista e de aprendizagem significativa, considerando o estudante agente da construção do próprio conhecimento. No que se refere à segunda situação, situa-se no campo dos métodos.

Burak (1998, 2004) sugere etapas que podem favorecer encaminhamentos de atividades de Modelagem Matemática. Essas etapas estão descritas conforme o desenvolvimento dessa metodologia.

## 1. A escolha do tema

### 1.1 Estudantes

Os alunos foram indagados sobre o que gostariam de aprender. Alguns ficaram assustados, parecendo não entender a pergunta.

– “Sobre o que você quiser, professora”.

– “Você é quem sabe”.

– “Nada”.

Sentei e fiquei esperando que sugerissem algo.

– “Você está louca, professora?”

Respondi que sim, estava louca de preocupação com a falta de entusiasmo que eles demonstravam. Perguntei, então, do que gostavam de fazer e algumas respostas surgiram. Então, pedi que se reunissem em grupos de dois ou três colegas e organizassem algo de que gostavam para mostrar aos demais. O restante da aula foi uma agitação tremenda.

### 1.2 Professora

Ao subir as escadas que davam acesso à sala do 9º ano, onde iniciaria o uso da Modelagem Matemática como metodologia, sentia como se estivesse carregando uma cruz. Não sabia o que aconteceria. Pela primeira vez, desenvolvia atividades diferentes das que normalmente aplicava no dia a dia.

## 2. Pesquisa Exploratória

### 2.1 Estudantes

Os alunos organizaram-se em grupos por afinidade. Apresentaram temas relacionados à música e ao futebol. A escolha do assunto era livre, mas as equipes preferiram música (quatro grupos) e futebol (sete grupos). As exposições foram tímidas no que diz respeito à oralidade. Todos optaram em falar pouco, mas os vídeos trazidos foram atraentes.

A curiosidade entre eles era grande. Foi solicitado que, ao final de cada apresentação, os grupos escrevessem do que gostaram ou não nas apresentações dos colegas, como se fossem avaliá-los.

### 2.2 Professora

Foi muito interessante ver estudantes empolgados e vê-los escrever, criticamente, o que aprovaram ou não nas apresentações da turma.

Na conversa final desse dia, após duas aulas, percebemos que futebol foi o tema que agradou a todos. Perguntei então o que poderíamos trabalhar na próxima aula, cujo tema central fosse esse esporte. Times, estádios, campos e Campeonato Brasileiro foram as sugestões.

Ficou combinado que, para a aula seguinte, todos os grupos trariam o desenho de um campo de futebol com medidas oficiais, e nomes de times que participariam do Campeonato Brasileiro de 2012.

### 3. Levantamento do(s) problema(s)

#### 3.1 Estudantes

Havia um alvoroço na turma. Medidas de campo de futebol diferentes dadas como oficiais. Quais a turma deveria considerar? 28, dos 32 estudantes da sala, apresentaram a tarefa, mesmo sendo solicitada apenas uma por grupo.

#### 3.2 Professora

Ao pesquisar sobre medidas oficiais de campos de futebol, percebi que elas têm um mínimo e um máximo, variando de um estádio para outro. Começamos a conversa sobre elas, perguntei o que os alunos acharam mais interessante e um deles citou o tamanho do campo e quantos quilômetros cada jogador percorria num jogo.

Surgiu uma dúvida sobre área do gol e área que se aprende em Matemática, um estudante disse que em Matemática não era área e sim perímetro. O meio de campo também apareceu na conversa. Quantas salas de aula caberiam num campo? Medimos, na sala e o que seria o diâmetro da circunferência do meio de campo em tamanho máximo. Falaram sobre a força do chute, a velocidade, os times do “Brasileirão” e outros. Fizemos alguns cálculos no quadro. Teríamos muito assunto a trabalhar.

Os grupos calcularam áreas das regiões delimitadas no campo e o perímetro foi estimado com base na sugestão de um aluno que falou sobre uma “volta olímpica” durante a comemoração do seu time, campeão no ano anterior. Observando os grupos, percebi que não sabiam fazer cálculos que envolviam circunferência. Para a aula seguinte, foi solicitado aos estudantes que trouxessem barbante ou fio, régua, calculadora e um objeto cilíndrico .

4. Resolução de problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema.

#### 4.1 Estudantes

Houve organização por parte dos estudantes no sentido de levar materiais solicitados. Mediram comprimento e diâmetro das circunferências do objeto levado pelo grupo. Houve empolgação entre aqueles que esqueceram para sair em busca de um objeto que pudesse ser usado. Mostraram dificuldades em conceitos como diâmetro e raio e no uso de números decimais, nas operações realizadas.

#### 4.2 Professora

O interesse dos estudantes, trabalhando em grupos, aumenta em relação direta com a solicitação da professora nas equipes e o estresse em não poder estar acompanhando todos ao mesmo tempo. Em contrapartida, percebe-se suas dificuldades, com possibilidade imediata de mediação. Assim, foi preciso introduzir algumas atividades coletivas.

Um aluno questionou se não seria feito mais “continhas” do livro. Respondi que estavam fazendo atividades do livro, sem usá-lo. Uma estudante comentou que a professora estava dando uma de “espertinha”, porque todos estavam usando muita matemática sem perceber.

Nesta aula, solicitei a resolução de algumas situações-problema do livro, com relação aos conteúdos trabalhados em sala envolvendo comprimento e área de circunferência. Esse assunto, entre explicações coletivas, atividades no caderno e nos grupos e a correção teve a duração de três aulas.

Depois, retomei com os alunos o tema central, usando times do campeonato, incluindo direito à apresentação de um trecho do hino de um time escolhido, pelo grupo, como campeão; algumas curiosidades trazidas por eles; a mensuração da quadra da escola com uso de trena, fita métrica e outros meios alternativos; a conversão numa unidade de medida-padrão, uso de escala e posterior construção de maquete da quadra da escola, sugerida pelos estudantes.

5. Análise crítica da(s) solução(ões)

#### 5.1 Estudantes

Houve entrosamento entre eles na divisão de responsabilidades e cobrança em aspectos de tarefas não realizadas ou cumpridas, como levar algum material necessário à

aula. Não houve muita organização nos registros, mas sabiam posicionar-se com respostas corretas, quando solicitados ou recorriam ao caderno do colega, onde estavam os registros. Existia sempre a preocupação com a nota e falta de colaboração de colegas de grupo no quesito atividades (três alunos além de faltas, pouco interagiam com o grupo).

## 5.2 Professora

O nível de interação professor-estudante e estudante-estudante aumentou significativamente. Foi emocionante observar alunos explicando ou divergindo de outros, os posicionamentos e a motivação. Atividades vividas como, por exemplo, cálculo do número de voltas da circunferência, usando fórmula matemática e o próprio movimento construído no tempo e espaço evidenciaram que aprendizagem vivenciada ou experimentada é mais significativa.

Sob esse aspecto pude estabelecer uma relação com umas das proposições de Ausubel (1968) sobre aprendizagem significativa citada por Burak ao relatar uma atividade similar feita com estudantes. Sobre a mensuração de cada aluno de uma turma, Burak afirma que

a atividade cognitiva surge da necessidade de o estudante relacionar o novo material às ideias relevantes já estabelecidas na sua estrutura cognitiva para que possa atribuir significados psicológicos ao que deve ser aprendido, o que requer reorganização do conhecimento existente. (BURAK, 2012, p. 103)

O contexto dessas aulas de matemática me permitiu analisar situações das quais pude identificar aspectos psicopedagógicos envolvidos no uso da Modelagem Matemática. Optei em analisá-los de acordo com estudos apontados anteriormente, categorizando-os em relação aos resultados, processos e às condições de aprendizagem, entendendo que eles se somam e há dependência mútua entre conhecimentos implícitos e explícitos. Quanto mais reflexiva for a atividade educativa, em que o conhecimento explícito efetiva-se, melhores serão os resultados obtidos.

## Estratégias usadas pelos estudantes

Quando os alunos se depararam, por exemplo, com a questão de mensuração da quadra de esportes da escola, e como fazê-lo, um aspecto importante foi preciso ser considerado. “Todo problema pode ser entendido como uma questão, mas a recíproca não é verdadeira, nem toda questão constitui-se em um problema” (BICUDO, 1999).

Bicudo afirma que para uma questão tornar-se um problema, o aluno precisa sentir necessidade ou desejo de encontrar a solução. Um problema só é problema se apropriado numa busca contínua para compreensão e sua solução. É necessário que o sujeito se correlacione intencionalmente com o objeto investigado. Com a participação intelectual e ativa do indivíduo haverá construção do conhecimento.

Outro aspecto considerado, na mesma atividade de mensuração da quadra, diz respeito à criatividade, associada à liberdade. Nesse caso, Bicudo situa uma Educação Matemática crítica e libertadora em que, exercendo a criatividade o homem usa sua autonomia, não a utilizando, ele é apenas um ser- para-os- outros.

Outro fator positivo observado foi a “experimentação” surgida da necessidade de medir o comprimento da circunferência do meio da quadra. Depois de várias tentativas, usando instrumentos de medida diferentes, tais como régua, pés, mãos, os estudantes queriam saber como deveriam proceder para obtê-la mais perfeitamente possível.

Depois dos cálculos algébricos, usando fórmula matemática do comprimento da circunferência, foram feitos “experimentos” com objetos cilíndricos para comprovação dessas operações. Ao defender o uso de experimentos como materiais didáticos disponíveis aos professores, tal como proposto por Lorenzato (2006), como possíveis facilitadores da aprendizagem, Menegheti (2011) salienta a necessidade do professor, promover “uma discussão sobre os conceitos matemáticos focalizados, auxiliando-os no estabelecimento de relações com outros conceitos, na produção de significados e na sistematização do conteúdo” (MENEGETI, 2011, p. 122).

### **Aspectos psicopedagógicos envolvidos no trabalho com a modelagem matemática**

Os estudantes não estão acostumados a ter autonomia. São preparados para receber passivamente o que a escola tem para lhes oferecer. A primeira situação-problema a ser resolvida por eles foi a escolha do tema. Apresentar opções não faz parte do currículo escolar do ponto de vista dos alunos, que são preparados para receber tudo pronto.

Ao professor, essa prática também representa uma situação adversa, porque exige uma mudança radical de postura pedagógica. Ao ressaltar a preocupação com o ensino e a aprendizagem da Matemática, há transferência de conhecimento, que gera aprendizagem significativa, porque conduz à crítica, à libertação, ao confronto com situações presentes na

sociedade, à necessidade de suscitar nos estudantes a construção ou o desenvolvimento de suas capacidades, Burak afirma que a precisão desse aprender a pensar em termos matemáticos vai além do matemático porque implica:

- 1) compreender outra visão; [...]
- 2) lidar com situações que estimulem o estudante a desenvolver sua autonomia, suas estratégias próprias de buscar soluções para uma situação-problema; (BURAK, 2012, p. 79).

Ao comungar com o entendimento de Morin (2006), o autor afirma que nos protegemos em nossas teorias e ideias e por isso não temos estrutura para acolher o “novo”, que é o que realmente assusta. Em consequência decorrem grandes interrogações sobre nossa possibilidade de conhecer. Pô-las em prática constitui o oxigênio de todo conhecimento, pois “O conhecimento do conhecimento que comporta a integração do conhecedor em seu conhecimento, deve ser para a educação, um princípio e uma necessidade permanente.” (MORIN, 2006, p. 31).

Pela experiência vivida, percebi que cabe ao professor conceder autonomia aos educandos e estar “aberto” à necessidade exposta na curiosidade, no interesse que parte de cada um deles.

A pesquisa exploratória representa o momento em que educandos mais exercitam suas capacidades de autonomia, criatividade, persuasão, porque se reúnem com seus “escolhidos” e ao mesmo tempo sentem-se motivados. Pude observar o posicionamento de alunos que, em outras situações, não expunham suas ideias. A afinidade permite maior cumplicidade entre eles, permitindo-os discutir, posicionar-se e dividir tarefas, cobrarem-se mutuamente. É um excelente momento para avaliar dificuldades/necessidades na leitura, na escrita e até mesmo nos conceitos matemáticos.

O início da formulação dos problemas como resultado da pesquisa exploratória, na qual se inicia a ação matemática propriamente dita é no levantamento de problemas. Na qualidade de mediador, o professor é considerado de fundamental importância no trabalho de Modelagem.

O desenvolvimento da capacidade de articular dados e formular problemas originados da situação pesquisada, segundo Burak (Ibidem, p. 95) “se constitui em valor formativo e atitudinal de incomparável significado educativo”. Estudantes produzem “uma tempestade de perguntas e ideias”. Trabalhar questões surgidas e encaminhá-las, representa um momento difícil para o professor, pois, num minuto de discussão sobre esses

questionamentos, abre-se um leque de possibilidades e encaminhamentos para os conteúdos matemáticos surgidos.

Na resolução do(s) problema(s) e dos conteúdos matemáticos, percebi uma preferência por atividades experimentais como, por exemplo, todos se mostraram empenhados em medir a quadra, em comprovar o comprimento de uma circunferência depois de efetuado o cálculo algébrico, em construir maquete para comprovar as razões estabelecidas. No experimento, é possível observar o empenho dos estudantes e entusiasmo de todos, enquanto nas outras atividades, 2 ou 3 estudantes isolaram-se de seus grupos, que reclamaram da ausência da participação destes.

Com relação aos estudos apontados pelos autores do Cidem, pude considerar os seguintes aspectos psicopedagógicos observados:

a) Quanto aos resultados

O desenvolvimento da Modelagem Matemática como metodologia de ensino permitiu que os próprios alunos, implicitamente, participassem da elaboração dos objetivos porque esses foram construídos com base em temas de seu interesse. Pude acompanhar dúvidas, utilizando ações individualizadas para seu esclarecimento, pois houve interlocução entre professor-aluno.

Nas atividades práticas, como a mensuração da quadra de esportes, foi possível aprendizagem de atitudes quando, por exemplo, alguns estudantes verificaram o que os colegas estavam fazendo, para iniciar suas atividades; aprendizagens sociais, na organização e no cumprimento do trabalho, cobrando-se mutuamente na realização deles.

Observei que interação e cooperação entre alunos para atingir metas conjuntas e buscar resultado comum apresentaram resultados melhores do que quando se organizaram individualmente, porque compartilharam ideias e socializaram atividades; na formação de conceitos, pois questionaram, expuseram seus conhecimentos prévios, elaboraram conceitos e alternativas, como por exemplo, a “descoberta” por alguns de que a quadra era simétrica e, então não seria necessário medi-la por inteiro.

Observei o interesse dos alunos em socializar informações, utilizando habilidades e escolhendo atividades que possibilitaram auxílio do grupo. Tais resultados da aprendizagem somente se fizeram presentes porque há entre eles interlocução contínua, que facilitou a adição de novas aprendizagens.

b) Quanto aos processos

Em relação aos mecanismos cognitivos, percebi que, quando o estudante fazia parte de um grupo, o qual desenvolvia uma atividade coletiva, isso garantiu respeito aos seus limites e avanços de novos conhecimentos construídos em parceria.

A Modelagem Matemática possibilita a interação entre professor e estudante e isso traz ganhos afetivos e consequentemente cognitivos. Para o docente é também um momento muito importante para identificação dos limites individuais, podendo assim, buscar meios e formas que possam auxiliar no aprendizado desse estudante.

O contato maior aumenta a afetividade, permite ao professor ouvir diversas interpretações dadas pelos estudantes, ensejando muitas informações sobre como pensam, interpretam e constroem o conhecimento.

c) Quanto às condições de aprendizagem

As condições para favorecer a aprendizagem são de responsabilidade do professor, cabe-lhe propiciar condições de ensino favoráveis à aprendizagem. Observei que a Modelagem Matemática constituiu-se numa metodologia de ensino e aprendizagem que favoreceu o interesse e a motivação nos estudantes em encontrarem soluções para os problemas levantados.

A liberdade na escolha do tema favoreceu a busca de resultados, aumentando seus níveis de atenção e concentração, possibilitando a transferência dos aprendizados para outras situações em que utilizaram o mesmo conhecimento em contextos diferentes, mostrando que atividades vivenciadas pela Modelagem Matemática apresentam significados.

### **Considerações finais**

A sala de aula é na minha visão, o maior encontro de diversidade de vivências, culturas, carências, sonhos e possibilidades. A escola caminha lentamente ao contrário das mudanças tecnológicas e sociais da atualidade. O professor é o mediador dessa realidade e o conhecimento científico.

Ao abordar “As novas emergências educativas: feminismo, ecologia, intercultural” num estudo feito sobre a *Pedagogia como Ciência da Educação*, Cambi relata a contemporaneidade que se revela no plano social, como sendo rica de inovações e

potencialidades para a qual todo saber pedagógico é chamado a colaborar, incitando a si mesmo, aos hábitos e tradições, para enfrentar com decisão o desafio que o presente nos propõe. (CAMBI, 1999). Também Freire afirma que:

O mundo não é. O mundo está sendo. Como subjetividade curiosa, inteligente, interferidora na objetividade com que dialeticamente me relaciono, meu papel no mundo não é só o de quem constata o que ocorre mas também o de quem intervém como sujeito de ocorrências. Não sou apenas objeto da História mas seu sujeito igualmente. No mundo da História, da cultura, da política, constato não para me adaptar mas para mudar. [...] Constatando, nos tornamos capazes de intervir na realidade, tarefa incomparavelmente mais complexa e geradora de novos saberes do que simplesmente a de nos adaptar a ela. (FREIRE, 2000, p. 85-86)

É nesse sentido que percebi a escola contemporânea repleta de carências, mas com muitas possibilidades. A Modelagem Matemática representa uma ponte entre as novas necessidades do século em que vivemos e a escola que não evoluiu no mesmo ritmo, mas ainda é um lugar de oportunidades para todos, porque permite que a Matemática seja conduzida aos interesses dessa contemporaneidade.

Posso afirmar, então, que a Modelagem Matemática permite analisar aspectos psicopedagógicos que envolvem o processo de ensino e aprendizagem, do ponto de vista do ensino para conduzir melhor a prática docente e do ponto de vista da aprendizagem a fim de, conhecendo os estudantes, seus limites e possibilidades, poder propiciar condições favoráveis à aprendizagem.

A Modelagem Matemática contribui de forma eficiente para isso, pois mantém os estudantes motivados e possibilita maior interação docente-discente, inclusive afetivamente, porque supera a forma tradicional de ensino, dá autonomia aos educandos e informações cognitivas de grande valia ao professor. Observei que conceitos construídos não são facilmente esquecidos, porque foram vivenciados, o que me leva a pensar numa nova forma de currículo, que venha ao encontro das necessidades educacionais contemporâneas.

## Referências

AUSUBEL, D. P.. *Educational psychology: a cognitive view*. Nova Iork: Holt, Hinehart and Winston, 1968.

BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. São Paulo: Contexto, 2002.

- BICUDO, M. A. V. (Org.). *Pesquisa em educação matemática: concepções & perspectivas*. São Paulo: Unesp, 1999.
- BOGDAN, R. e BIKLEN, S.K. *Qualitative Research for Education*. Boston, Allyn and Bacon, inc., 1982.
- BURAK, D. *Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem*. Tese de Doutorado, FE/Unicamp. Campinas, 1992.
- \_\_\_\_\_. A Modelagem Matemática e a sala de aula. In: I EPMEM – I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática, 2004. **Anais...** Londrina, PR, 2004.
- \_\_\_\_\_. A Modelagem Matemática e relações com a aprendizagem significativa/ Dionísio Burak, Rosália Maria Ribeiro de Aragão. – 1.ed.- Curitiba, PR: **CRV**, 2012.
- CAMBI, F. *História da pedagogia*. Tradução de LORENCINI, Álvaro. São Paulo: Fundação Ed. Unesp (FEU), 1999. (Encyclopaideia) Título original: Storia della pedagogia.
- CIDEM, Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán. 2010. Disponível em: <<http://cidem08.blogspot.com.br>>. Acesso em: 28 jul. 2012.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2000.
- GAGNÈ, R. M.. *The conditions of learning and theory of instruction* (4<sup>a</sup> ed.). New York: Holt, Rinchardt and Winston, 1985.
- GAMBOA, S. S. *Pesquisa em educação: métodos e epistemologias*. Chapecó: Argos, 2012.
- LORENZATO, S. (Org.). *O laboratório de ensino de matemática na formação de professores*. Campinas: Autores Associados, 2006. (Coleção Formação de Professores).
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *A pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- MENEGHETTI, R. C. G. Experimentoteca de matemática: discussões sobre possibilidades de sua utilização no processo do ensino e aprendizagem de Matemática. *Revista Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p.121-132, jan.-jun. 2011.

MORIN, E. *Sete saberes necessários à Educação do Futuro*. São Paulo: Cortez, 2006.

STENHOUSE, L. *La investigación con base de la enseñanza*. Madrid: Morata, 1985.

YOLANDA, Guadalupe S. M. *Aspectos psicopedagógicos de la docencia*. Disponível em:  
<<http://cidem08.blogspot.com.br>>. Acesso em: 28 jul. 2012.