

Modelagem Matemática: experiência com alunos de cursos de formação de professores

Marinez Cargnin-Stieler; Vanilde Bisognin

Resumo

O objetivo deste trabalho é descrever parte dos resultados de uma pesquisa de mestrado, realizada com alunos de um curso de formação de professores de Matemática, utilizando-se a modelagem matemática como metodologia de ensino. A experiência possibilitou o contato com problemas do cotidiano que interessavam ao aluno, o desenvolvimento da capacidade de criar situações-problema, de fazer conjecturas, resolver, analisar e interpretar as soluções relacionadas aos temas propostos.

Abstract

This paper aims to describe part of the results of a master degree research, conducted with students of a Mathematics graduation course, using mathematical modeling as methodology of teaching. The experience allowed the contact with everyday problems that were of interest to the students, developing the ability to create problem situations, make conjectures, solve, analyze and interpret the solutions related to the proposed themes.

Resumen

El objetivo de este trabajo es describir parte de los resultados de una investigación de maestría, realizada en un curso de formación de profesores de Matemática, utilizándose la modelación matemática como metodología de enseñanza. La experiencia permitió el contacto con problemas cotidianos que interesaban al alumno, desarrollando la capacidad de crear situaciones-problema, de hacer conjeturas, resolver, analizar e interpretar las soluciones relacionadas a los temas propuestos.

1. Introdução

As Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de formação de professores, emanadas pelo Ministério de Educação do Brasil, apontam as seguintes características para os futuros licenciados em Matemática: visão de seu papel social de educadores e capacidade de inserção em diversas realidades com sensibilidade para interpretar as ações dos educandos; visão da contribuição que a aprendizagem da Matemática pode oferecer à formação dos indivíduos para o exercício de sua cidadania; visão de que o conhecimento matemático pode e deve ser acessível a todos e consciência de seu papel na superação dos preconceitos que, muitas vezes, estão presentes no ensino e na aprendizagem dessa disciplina.

Em relação às competências e habilidades próprias a esse educador, as diretrizes referem-se à formação de alunos críticos, reflexivos e autônomos, tendo como eixo central a construção do conhecimento matemático. Nessa direção, a sala

de aula deve ser um espaço de ensino e aprendizagem que oportunize aos estudantes momentos para pensar, indagar, questionar, analisar, refletir e criticar, bem como um espaço em que a curiosidade seja permanentemente estimulada.

A busca de alternativas pedagógicas que modifiquem a atual estrutura do trabalho em sala de aula, que proponha a participação e corresponsabilidade dos alunos no processo de ensino e aprendizagem foi a problemática que motivou o estudo aqui relatado. Entre muitas outras alternativas, a modelagem matemática vem se firmando como uma prática pedagógica que tem apresentado resultados positivos ao ser utilizada na sala de aula, em diferentes níveis de ensino.

Nos últimos anos, diferentes pesquisas na área de Educação Matemática têm apresentado estudos relacionados à modelagem matemática como prática de sala de aula, cujos resultados dão conta do desenvolvimento das habilidades e competências descritas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais brasileiras para a formação de professores. Dentre essas pesquisas, em nível nacional, destacam-se os trabalhos de D'Ambrosio (1986), Bassanezi (2002), Burak (1987), Barbosa (2001), Borba, Meneghetti e Hermini (1997), Fidelis e Almeida (2004), Ferruzzi (2004), entre outros.

De acordo com Almeida (2007, p. 253), um dos argumentos para o uso da modelagem matemática como prática de sala de aula, em cursos de formação de professores, está no fato de que

[...] a modelagem pode ser vista como uma oportunidade para desenvolver competências gerais no aluno, que vão além do aprender conteúdos matemáticos curriculares. Com esse encaminhamento o aluno tem estimulada sua criatividade, o seu interesse por descobertas e aspectos da matemática que vão além daquela incluída, necessariamente, no programa escolar.

As possibilidades do uso da modelagem matemática em sala de aula vêm ao encontro das sugestões contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), documento divulgado pelo Ministério da educação do Brasil, no qual se lê:

A situação-problema é o ponto de partida da atividade matemática e não a definição. No processo de ensino e aprendizagem, conceitos, idéias e métodos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas, ou seja, de situações em que os alunos precisem desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-los (Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999, p 40).

No ambiente da escola, a implantação dessa metodologia de ensino passa pela preparação dos professores, tanto em serviço como na formação inicial, em cursos de licenciatura. Nesse sentido, Barbosa (2001a) afirma:

É amplamente reconhecido que, o papel desempenhado pelos professores é estratégico em qualquer proposta curricular, pois são eles que organizam, decidem e orquestram atividades de sala de aula. Cabe, portanto considerar a formação de professores como uma das questões prioritárias, se não a mais importante, no âmbito da modelagem no ensino (p.2).

No presente trabalho, propõe-se a descrição parcial dos resultados de uma investigação realizada com alunos de um curso de licenciatura em Matemática,

tendo a modelagem matemática como metodologia de ensino. A opção por essa metodologia respalda-se na necessidade de contribuir com as discussões sobre o processo formativo dos licenciandos, alicerçado nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores de Matemática e nas potencialidades que a modelagem oferece para a construção de um conhecimento crítico e reflexivo.

2. Modelagem Matemática

Segundo Bassanezi (2002), modelagem matemática é:

[...] um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual (p.24).

Modelos matemáticos e situações descritas pelo autor, envolvendo a modelagem matemática, podem ser vistos como aproximações da realidade contextualizada, pois, geralmente, não é possível trabalhar com todas as variáveis do problema real.

Ao investigar temas da realidade é possível instigar o aluno a se interessar por problemas atuais da sociedade, como problemas econômicos e ambientais, entre outros, enquanto aprende Matemática. Dessa forma, o ensino pela modelagem passa a ter um papel relevante, pois permite que o aluno passe de uma atitude passiva para ativa no sentido de interagir com o professor e colegas e sendo responsável, também, pelas tarefas de sala de aula em um trabalho colaborativo.

Existem diferentes concepções para a modelagem matemática. Alguns autores, como Bassanezi (2002), usam-na como metodologia de ensino e outros, como estratégia de ensino (Barbosa, 2001), de acordo com a história de vida, a experiência e a formação de cada autor. Entendemos que a modelagem como metodologia de ensino é mais abrangente e está intimamente ligada com a visão de mundo, com a concepção de educação, de ensino que o educador possui.

Na modelagem matemática, busca-se, a partir de um tema escolhido pelo professor, em conjunto com os alunos ou escolhido por estes, a construção de modelos matemáticos que auxiliam na compreensão do problema social, ao mesmo tempo que novos conceitos matemáticos são construídos. Para Skovsmose (2001), a construção de modelos só é relevante se forem entendidas, além da construção matemática, as idéias relacionadas com o problema social que deu origem à questão a ser investigada. Essa é a concepção da modelagem matemática na direção da Matemática crítica defendida pelo autor.

Barbosa (2001b, 2003b), discute as perspectivas de modelagem matemática no cenário internacional, classificando-as em três formas de abordagem. A perspectiva pragmática, em que os alunos utilizam a Matemática para resolver problemas reais e o currículo se resume a tópicos com aplicações imediatas, prioriza o conhecimento técnico e a capacidade de resolver problemas. A perspectiva científica-humanista, em que o contexto é utilizado como motivação para conduzir os alunos ao conhecimento de conteúdos matemáticos. A perspectiva sócio-crítica, que analisa o papel da Matemática nas práticas sociais, prioriza o conhecimento

reflexivo, a capacidade de discutir as implicações dos resultados matemáticos decorrentes da resolução de problemas da sociedade. Defendendo a idéia de modelagem na perspectiva sócio-crítica, Barbosa (2003b), argumenta que “[...] aplicações da matemática estão amplamente presentes na sociedade e trazem implicações para a vida das pessoas”.

A modelagem matemática, quando utilizada como metodologia de ensino, na sala de aula, possui um forte viés investigativo pois possibilita que os alunos participem ativamente do trabalho; favorece a criatividade e a curiosidade; permite a criação de um ambiente que propicia momentos de indagações, de descobertas, de troca de idéias, de reflexão, de crítica e de produção. Blum (apud BARBOSA, 2003a, p. 67) discute cinco argumentos para incluir a modelagem matemática na educação escolar:

- a) **Motivação:** os alunos sentir-se-iam mais estimulados para o estudo de matemática, já que vislumbrariam a aplicabilidade do que estudam na escola;
- b) **Facilitação da aprendizagem:** os alunos teriam mais facilidade em compreender as idéias matemáticas, já que poderiam conectá-las a outros assuntos;
- c) **Preparação para utilizar a matemática em diferentes áreas:** os alunos teriam a oportunidade de desenvolver a capacidade de aplicar matemática em diversas situações, o que é desejável para moverem-se no dia-a-dia e no mundo do trabalho;
- d) **Desenvolvimento de habilidades gerais de exploração:** os alunos desenvolveriam habilidades gerais de investigação;
- e) **Compreensão do papel sócio-cultural da matemática:** os alunos analisariam como a matemática é usada nas práticas sociais.

Por essas razões, entende-se que a Matemática faz sentido para o aluno quando ensinada sob a abordagem da modelagem matemática. Dessa forma, busca-se auxiliar os alunos na compreensão dos fatos sociais que geraram a problemática e, ao mesmo tempo, na construção do conhecimento matemático. Esse processo de busca de dados, de elaboração de hipóteses, de formulação de perguntas e respostas, de discussão e análise do trabalho a ser realizado permite, não só a compreensão do papel social da Matemática, mas também, a aprendizagem de conteúdos matemáticos específicos, relacionados ao tema proposto.

A ligação intrínseca da modelagem com a pesquisa também é explicitado, por Barbosa (2001a), quando defende o uso da modelagem em cursos de formação de professores. O autor considera como vantagens da modelagem matemática: a contribuição na compreensão dos conteúdos matemáticos; o desenvolvimento de habilidades de pesquisa e experimentação que levam em consideração o contexto sociocultural; a interdisciplinaridade; a espiralização do currículo; a significação das atividades escolares; o envolvimento dos alunos; o relacionamento e a influência positiva no desempenho escolar.

Todas essas possibilidades que a modelagem favorece, ao ser usada na sala de aula, vêm ao encontro do que preconizam as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores (Conselho Nacional de Educação, 2001). É, portanto, imprescindível, que o aluno de cursos de licenciatura experienciem essas atividades ao longo de sua formação, pois o sucesso dessa metodologia depende da instrumentalização do professor, que não pode se resumir a aspectos técnicos contidos nos programas das disciplinas.

3. Abordagem metodológica

A pesquisa realizada, aqui parcialmente relatada, teve como objetivo geral analisar as possibilidades que a modelagem matemática oferece à aprendizagem contextualizada de conceitos matemáticos e estatísticos, em uma turma de sétimo semestre de um curso de Licenciatura em Matemática. A abordagem de pesquisa é qualitativa e foram empregados, como instrumentos, observação participante, diários de campo, análise de documentos e entrevistas.

Justifica-se a observação participante pelo fato de que a pesquisadora participou ativamente do trabalho da sala de aula, juntamente com a professora da turma, e as situações de aprendizagem em estudo exigiram seu envolvimento constante nas atividades.

A disciplina escolhida para a realização da pesquisa denomina-se “Projeto de pesquisa e extensão em Educação Matemática”, com duas horas semanais totalizando 30 horas semestrais e que contempla, em sua ementa, a metodologia da modelagem matemática. O objetivo da disciplina é oferecer aos alunos, futuros professores, a oportunidade de, no decorrer de sua formação, vivenciar uma experiência concreta com essa metodologia de ensino.

Com o propósito de encaminhar o trabalho em sala de aula, a pesquisadora, juntamente com a professora da turma em questão, seguiram as etapas da modelagem matemática descritas por Burak (2004), que são: escolha do tema; pesquisa exploratória; levantamento dos problemas; resolução do(s) problemas e desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema; análise crítica da(s) solução(ões).

A atividade de sala de aula foi encerrada, no final do semestre, com a apresentação dos trabalhos dos grupos aos colegas e pesquisadoras e, dessa forma, os estudantes puderam compartilhar os resultados da experiência com a comunidade escolar.

4. Descrição e análise da experiência realizada

No primeiro encontro, a professora responsável pela disciplina apresentou o Plano de Ensino e discutiu com os alunos o trabalho que seria desenvolvido. Em seguida, reuniu os alunos em duplas e entregou alguns artigos para leitura individual; após, foi realizada uma sessão plenária para discussão coletiva, com o objetivo de introduzir o trabalho com modelagem na sala de aula. Os artigos escolhidos foram: *Modelagem na Educação Matemática: Uma perspectiva* (BARBOSA, 2004) e *Modelagem Matemática em sala de aula: um estudo* (FIDELIS; ALMEIDA, 2004).

Nesse primeiro encontro, os alunos perguntaram qual o livro a ser seguido, como seria realizada a avaliação, se teriam aulas expositivas. Na verdade, não estavam entendendo a dimensão que seria dada ao trabalho de sala de aula, porque não fazia parte de suas rotinas.

Durante o trabalho, observou-se que os grupos escolheram, para seus trabalhos, temas vinculados ao seu cotidiano, como maconha, transportes urbanos, carros bicompostíveis e criação de chinchilas. Desde o início, os alunos sentiram-se desestabilizados e a tendência foi proporem o retorno à cômoda situação tradicional, na qual o professor explica o conteúdo e os alunos assistem passivamente à exposição.

A cada encontro, parecia que as inseguranças aumentavam. Concordamos com Skovsmose (2000) quando afirma que cenários para a investigação representam *zona de risco*. Em alguns momentos, tínhamos dúvidas se nossos alunos conseguiriam realizar o que tínhamos proposto. Não sabíamos o que iriam perguntar e nem o tema que iriam escolher. Segundo Barbosa (2001a, p. 5), “Os conceitos e idéias matemáticas exploradas dependem do encaminhamento que só se sabe à medida que os alunos desenvolvem a atividade”.

Os alunos perceberam, logo no início do trabalho, que as professoras não respondiam diretamente as perguntas, mas questionavam e suscitavam dúvidas. Seguimos esse caminho por acreditarmos que “a investigação é o caminho pelo qual a indagação se faz. É a busca, seleção, organização e manipulação de informações [...]. Pode-se dizer que Modelagem é uma investigação matemática, pois ela se dá por meio de conceitos, idéias e algoritmos desta disciplina” (BARBOSA, 2001a, p. 6).

Tanto nós, professoras, quanto os licenciandos estávamos aprendendo e foi difícil adotar uma nova postura de “ser professora” e de “ser aluno”. Nesse sentido, Caldeira (2004, p. 2) argumenta que

[...] faz-se necessário uma nova postura do professor frente a essa nova realidade docente, postura essa que se concretizará através de concepções alternativas de aprendizagem da Matemática e de novas metodologias em que o professor possa optar por aquela que mais se adapte para essa nova realidade.

Um dos grupos investigou sobre drogas, especialmente maconha, que, segundo pesquisas realizadas por eles, as estatísticas mostram ser uma das principais drogas ilícitas consumidas pelos estudantes secundários e universitários. É importante lembrar que a cidade em que foi realizada a pesquisa é uma cidade universitária, que congrega um grande número de estudantes, de todos os níveis de ensino. O trabalho realizado por esse grupo de licenciandos chamou a atenção das pesquisadoras devido a grande resistência inicial apresentada por eles e os resultados obtidos no final, em que pudemos constatar seu envolvimento e crescimento. Assim, para este artigo, optamos por descrever e analisar a trajetória desse grupo na realização do trabalho. Algumas situações-problema por eles construídas são descritas na próxima seção.

Após a escolha do tema, o grupo ficou entusiasmado e acreditava que poderia criar bons problemas e que posteriormente poderiam aproveitá-los para trabalhar com os jovens, como futuros professores: “[...] acho que drogas será um ótimo

assunto. Os alunos gostam de falar desse assunto.” (Van) (Recorte extraído do Diário de Campo da pesquisadora).

Pelas falas, percebeu-se a preocupação com o ensino e com a aplicação dessa metodologia em sala de aula, pois, como futuros professores, gostariam de adotá-la, por acreditarem que poderia fazer diferença para a educação.

No encontro seguinte, sentimos que o grupo estava mais confiante com o tema escolhido. Na pesquisa exploratória, investigaram sobre drogas, especialmente maconha e sobre os conteúdos matemáticos que acreditavam ser possível trabalhar a partir do tema.

Ao iniciar a busca dos dados começaram a sentir dificuldades e, muitas vezes, ficaram desmotivados, tentando retornar ao trabalho com aulas expositivas. A professora responsável pela disciplina reforçou que precisavam buscar leituras sobre o tema e dedicar-se na busca de informações. Ela os auxiliou na procura de dados e sugeriu pesquisas em revistas especializadas, jornais, entrevistas com especialistas da área, Internet, entre outras possibilidades. Sentimos que o grupo precisava de apoio continuamente, pois na presença de pequenas dificuldades os alunos desanimavam.

O relato do grupo no Diário de Campo traz:

Com a coleta de dados, começou-se a pensar como elaborar uma situação-problema. Com o auxílio da professora, foi trabalhado a seguinte situação-problema: ‘com o passar do tempo, qual é a concentração de maconha no organismo se for ingerida na forma pulmonar, sendo considerada a meia-vida?’

As alunas marcaram uma entrevista com agentes da Delegacia Especializada em Furtos, Roubos, Entorpecentes e Capturas (DEFREC) do município em que a pesquisa foi realizada e nos convidaram para acompanhá-los. O grupo concluiu que teriam melhor proveito se conhecêssemos o assunto em profundidade e se elas estivessem com o roteiro de entrevista definido. Concordaram com a afirmativa de Barbosa (2001a, p.7), de que “indagação e investigação são tidas como indissociáveis, pois uma só ocorre na mesma medida da outra. Se o aluno não avança no conhecimento das informações sobre a situação em estudo, não pode indagá-la; e vice-versa”.

Na DEFREC, fomos bem recebidos e tivemos o tempo necessário para entrevistar as pessoas. As entrevistas foram esclarecedoras, pois tivemos oportunidade de conhecer exemplares de drogas apreendidas, objetos que acompanham as apreensões e prontuários e, inclusive, a própria delegacia.

No encontro seguinte foi realizado um estudo com os dados. É um assunto polêmico e difícil de modelar, pelo fato de ter várias informações e algumas contradições. Por correspondência eletrônica, a aluna Li agradece a professora pesquisadora e relata as atividades que pretende realizar.

A investigação do conteúdo matemático, a elaboração das situações-problema, a resolução e validação costumavam acontecer ao mesmo tempo porque, conforme acontecia a busca de dados, as alunas foram elaborando situações-problema, investigando conteúdos matemáticos e estatísticos, encontrando a solução e validando-a. Percebeu-se que as alunas estavam autônomas e pesquisavam

sozinhas, elaboravam situações-problema e procuravam resolvê-las e as professoras continuavam dialogando com o grupo sobre suas investigações. A partir desse momento, percebeu-se que o grupo estava participativo e entusiasmado com o assunto e com as atividades de Modelagem Matemática produzidas.

Os conteúdos matemáticos estudados pelo grupo durante a realização do trabalho foram: funções lineares, quadráticas, exponenciais, logarítmicas, crescimento e decréscimo das funções, limites dessas funções, equações de diferenças de primeira ordem, medidas de tendência central, como média, moda e mediana, medidas de dispersão, como variância e desvio padrão e a regressão ou ajuste de curvas, taxas de crescimento ou decréscimo e os diversos tipos de representações gráficas utilizadas para representação dos dados. Citamos todos os conteúdos matemáticos e estatísticos estudados durante a realização do trabalho, independente da solução ou modelo matemático escolhido para a situação-problema do grupo.

Após o fechamento do trabalho do semestre, percebemos que os alunos sentiram-se valorizados, entusiasmados e seguros em apresentar o trabalho em congressos de bom nível acadêmico, como a Jornada Nacional de Educação, realizada na cidade em questão.

Ao final do trabalho, foi realizada uma entrevista coletiva, com o objetivo de levantar a apreciação do grupo sobre a experiência realizada. A primeira questão dessa entrevista, foi sobre a metodologia utilizada nas aulas da disciplina e os alunos opinaram positivamente sobre isso, por despertar o gosto e o interesse pela Matemática.

Em nenhum momento classificaram Modelagem Matemática como fácil, pelo contrário, acreditaram ser trabalhoso para o aluno e na opinião deles, foi um trabalho diferente do que estavam acostumados a fazer; sentiram-se desestruturados no início, mas aos poucos foram se sentindo seguros. Transcrevemos a fala de uma aluna do grupo referindo-se ao trabalho realizado: “[...] tinha que escrever e esse era o problema, mas foi legal.” (Li).

Citaram também o pouco tempo para decidir o que fazer, a dificuldade para escrever e não poder ausentar-se das aulas, devido ao fato de que o trabalho era em grupo. Argumentaram que se sentiam responsáveis pelas aulas; tinham que pensar no que iam fazer, mas tinham clareza do que fazer. Reproduzimos as falas desse grupo quando se referem a essa situação: “[...] achei muito interessante, ficou bem claro o que fazer. Nós tínhamos que fazer, nós tínhamos que correr atrás...” (Van). “[...] Gostei muito de trabalhar, pesquisamos muita coisa que não conhecia.” (Li).

A segunda questão foi sobre a importância do trabalho para sua formação, pois aprenderam como trabalhar determinados conteúdos, envolvendo os alunos na aprendizagem. O fato de trabalharem um tema do cotidiano e a motivação despertada foram outras vantagens citadas pelos alunos. Transcrevemos partes das respostas dos alunos sobre a importância da Modelagem Matemática:

[...] é importante para a formação porque consegue envolver o aluno, trazer assunto do cotidiano, da região. Envolve o aluno, chama a atenção, anima o aluno, traz o real, motiva o aluno. (Li)

Citaram também que aprenderam a pesquisar e que se sentiram desafiadas, pois no início acreditavam que não seriam capazes de investigar sobre um assunto e elaborar situações-problema, mas com o passar do tempo perceberam que conseguiram realizar o trabalho e, além disso, aprenderam novos conteúdos matemáticos e estatísticos. Em seus diários, registraram:

- [...] é um desafio à nossa capacidade, escrever e montar os problemas. (Van).
- [...] parece que é muito confuso, muita coisa, depois que a gente estrutura, então fica fácil. (Van)
- [...] foi interessante, trabalhamos com *softwares* diferentes, conhecemos situações que não conhecíamos. (Lia)
- [...] pesquisei muita coisa que não sabia. (Lia).

A terceira pergunta foi sobre a adoção dessa metodologia com seus alunos e o porquê. Argumentaram que a Modelagem Matemática torna o aluno e o professor criativos e motiva o trabalho, pois busca criar situações-problema que envolvem a vivência do aluno. Citaram que as maiores vantagens vislumbradas foram: a produção do conhecimento, a oportunidade de realizar pesquisas, de escrever, de buscar soluções de problemas reais. Apontaram também a liberdade do trabalho e o fato de não precisar ouvir o professor durante toda a aula.

Salientaram que foi uma disciplina diferente e difícil porque não haviam trabalhado dessa forma em outras oportunidades mas que gostariam de continuar a trabalhar com esta metodologia em outros momentos do curso. Enfatizaram que, apesar das dificuldades, conseguiram compreender o tema escolhido, criaram problemas e resolveram, aprenderam conteúdos novos que não tinham estudado e, principalmente, conseguiram produzir um texto científico.

Os resultados positivos obtidos com o trabalho desse grupo permitiram às pesquisadoras comprovarem o que Barbosa (2001b) afirma serem as vantagens da utilização dessa metodologia de ensino na sala de aula: a contribuição na compreensão dos conteúdos matemáticos; o desenvolvimento da habilidade de pesquisa observando o contexto sociocultural; a significação das atividades escolares; o envolvimento dos alunos; o relacionamento que se estabelece entre os alunos e entre estes e o professor; a melhoria da auto-estima dos alunos. Os participantes dessa investigação demonstraram características idênticas àquelas citadas por Blum (apud BARBOSA, 2003a) e Bassanezi (apud BARBOSA, 2004) que são: motivação, facilitação da aprendizagem, aplicação da Matemática em diversas situações, desenvolvimento de habilidades para a investigação e compreensão do papel sociocultural da Matemática.

5. Situações-problema construídas pelo grupo analisado

Apresentamos algumas situações-problema proposta pelo grupo analisado neste relato, que envolveu o estudo do conteúdo de equações de diferenças lineares de primeira ordem.

Situação-problema 1.

Uma das principais substâncias químicas usada na preparação da maconha é o delta 9 tetrahydrocannabinol (Delta-9-THC) e, em cada cigarro de 500mg, há 1% de

concentração dessa substância. Além disso, segundo dados obtidos na Delegacia de Entorpecentes, um usuário crônico fuma, diariamente, uma média de 5 cigarros de maconha. Qual é a concentração de THC no organismo do usuário com o passar do tempo?

Depois de várias discussões, os alunos começaram a construir algumas hipóteses para resolver essa questão. A primeira hipótese foi desconsiderar o tempo de eliminação da droga, que tem a meia vida de 50 horas, devido ao fato de que, conforme a substância é eliminada do organismo, o sujeito acrescenta novas doses e essa eliminação é lenta. A partir da definição dessa hipótese, os alunos construíram o seguinte quadro:

Quadro 1: Concentração de THC

Dia	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Cigarro	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
THC (mg)	25	25+T0 = 50	25+T1 = 75	25+T2 = 100	25+T3 = 125	25+T4 = 150	25+T5 = 175	25+T6 = 200	25+T7 = 225	25+T8 = 250

A partir dos dados, o modelo matemático construído por eles foi o seguinte:

- no 1º dia, o indivíduo absorve 25mg de maconha, ou seja, $T_1 = 25\text{mg}$.
- no 2º dia, o indivíduo absorve $T_2 = T_1 + 25 = 50\text{mg}$.
- no 3º dia, o indivíduo absorve $T_3 = T_2 + 25 = 75\text{mg}$.
- no n-ésimo dia, tem-se $T_n = T_{n-1} + 25$, em que n é o tempo medido em dias.

Essa é uma equação linear de diferenças. Após a análise da solução, os alunos concluíram que, em 10 dias, esse indivíduo possuiria em seu organismo um total de 250 mg de THC. Com o passar do tempo, a concentração de THC no organismo, aumentaria muito, podendo trazer conseqüências graves para a sua saúde, como doenças cardiovasculares e câncer de pulmão, segundo as informações que eles obtiveram na Internet.

Do ponto de vista da Matemática, os alunos trabalharam com equações de diferenças e estudaram a forma de obtenção da solução. Esse tópico era desconhecido até a realização desse trabalho, pois não haviam tido oportunidade de trabalhá-lo em outras disciplinas.

A partir de informações obtidas e também da experiência anterior, o grupo definiu outras hipóteses que poderiam ser levadas em consideração. Consideraram a mesma situação anterior mais a meia vida da droga e questionaram sobre o tempo que uma dose de 500mg permanece no organismo humano. De posse das informações e das hipóteses consideradas, o grupo construiu um quadro do tempo de permanência da droga no organismo do usuário.

Quadro 2: Concentração da maconha no organismo

Tempo T (em horas)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
Quantidade C(t) em mg	500	250	125	62,5	31,2	15,6	7,81	3,9	1,95	0,97	0,48	0,24	0,12	0,06	0,03	0,01

Observando o quadro anterior, o grupo deduziu um modelo matemático representativo da nova situação e descrito pela equação:

$$T_{n+1} = T_n - (T_n)/2$$

em que n é o tempo medido em horas.

O grupo percebeu que, ao ingerir uma dose de 500 mg, esta leva, aproximadamente, 30 dias para ser eliminada totalmente do organismo. A dose analisada, de 500 mg, é considerada pequena e, se consumida diariamente, um indivíduo permanecerá com uma quantidade crescente da droga a intoxicar o seu organismo. A situação descrita foi representada pelo gráfico da figura 1:

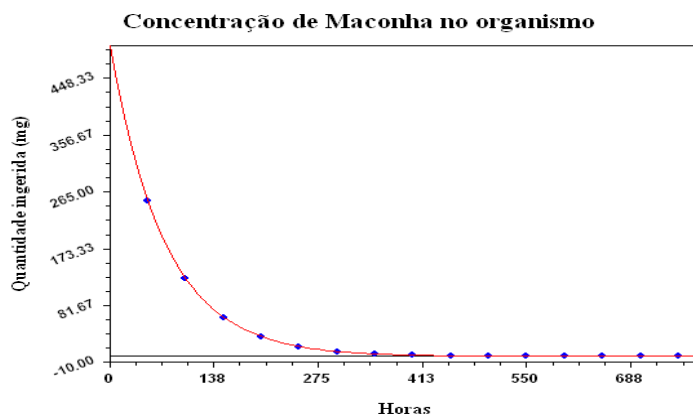


Figura 1 - Comportamento de uma dose da droga no organismo

A análise do modelo e da sua solução permitiu que os alunos concluíssem que, a cada nova dose ingerida pelo usuário, diariamente, ele acrescenta uma nova quantidade de THC que, somada com o que já existe no organismo, faz com que, em pouco tempo, o indivíduo possa se tornar totalmente dependente da droga.

Situação-problema 2

Qual é o comportamento da concentração de THC (princípio ativo da maconha) no organismo humano, com o passar do tempo, se for considerada a ingestão de 500mg diários (5 cigarros) e considerando a meia vida?

A partir das hipóteses consideradas, primeiramente, construíram um novo quadro que mostra a evolução da concentração do THC no organismo:

Quadro 3 – Evolução da concentração de THC

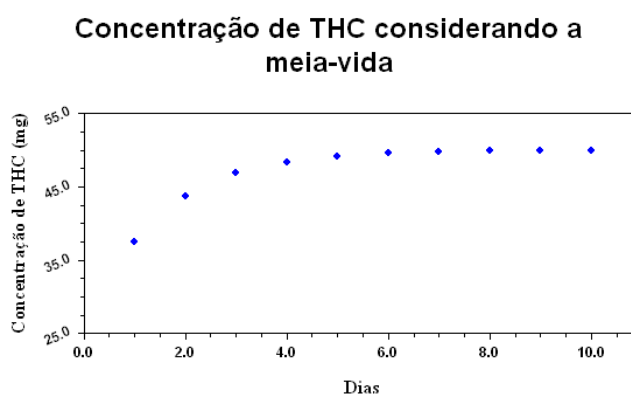
Dias	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Concentração de THC (mg)	25	37,5	43,8	46,9	48,4	49,2	49,6	49,8	49,9	50	50

Com a experiência adquirida e os dados do quadro, os alunos construíram o modelo:

$$T_n = \frac{T_{n-1}}{2} + 25$$

Na análise do modelo, o grupo observou que, no nível de concentração do THC no organismo, considerando a meia-vida e ingerindo diariamente uma dose 500mg, há um ponto de equilíbrio igual a 50 mg. Essa quantidade de THC permanece no organismo ao longo do tempo, ou seja, a concentração de THC no organismo permanece estável, na medida em que a droga é ingerida. Isso acontece devido ao fato de que a eliminação da droga é lenta e para cada dose ingerida fica sempre um resíduo que se vai acumulando no corpo humano na medida em que novas doses são acrescentadas.

O grupo representou, geometricamente, a situação descrita, conforme a figura 2:



**Figura 2 - Concentração de THC no organismo, considerando a
meia-vida e a ingestão diária da droga.**

Na análise do modelo encontrado, os alunos compreenderam porque um usuário de droga se torna rapidamente dependente e sua dificuldade em libertar-se dela.

6. Considerações finais

Durante a realização deste trabalho, muitas discussões e indagações foram realizadas pelos alunos sobre a aplicabilidade desses conteúdos na sala de aula, direcionadas para a reflexão dos futuros professores sobre cada modelo construído, os resultados encontrados e o papel da modelagem no contexto escolar.

Após o término da construção de todas as situações-problema, o grupo iniciou a escrita de um artigo, que era a atividade final proposta. Essa foi uma etapa de grande preocupação, pois redigir um artigo demanda estudo e dedicação. Os alunos sentiram-se apreensivos porque essa atividade não faz parte da rotina desse curso de Matemática. Nessa etapa, o papel do professor é fundamental, pois é preciso discutir com os alunos a importância da comunicação escrita e oral, além de mostrar-lhes a relevância da construção do conhecimento matemático. Superada a apreensão inicial, o grupo conseguiu expressar o domínio do tema e escrever o artigo.

Os alunos perceberam-se e instituíram-se como grupo, estabelecendo uma relação de confiança mútua e de trocas de experiências, havendo, pois, um trabalho colaborativo entre seus componentes. Conforme Masetto (2001), as atividades desenvolvidas em grupo deixam contribuições significativas e mais avançadas que as individuais, pelo fato de que os alunos participantes tomam conhecimento das colaborações dos outros, discutem, analisam e, com o debate, avançam na problematização e na investigação, bem como nas aprendizagens. Percebeu-se no decorrer do trabalho que, aos poucos, se estabeleceu um clima de confiança entre os alunos, entre alunos e pesquisadoras e, ao mesmo tempo, notou-se o quanto os alunos estavam comprometidos com o trabalho e interagem entre si e com as professoras. A dedicação dos participantes desta investigação, no decorrer do trabalho, foi surpreendente e superou a rejeição inicial observada no primeiro encontro.

Como questões que proporcionaram dificuldades, salienta-se a carência de autonomia dos sujeitos da pesquisa, percebido no processo inicial, mas superado com o decorrer das atividades, e a disponibilidade de tempo, tanto dos pesquisadores quanto dos alunos, para o desenvolvimento dos trabalhos em sala de aula. Julga-se adequado mencionar as palavras de Masetto (2001), ao assinalar que a socialização desse estudo mantém viva a esperança de que outros educadores sintam-se motivados a modificarem a prática docente e a contribuir com a educação. Por isso, as idéias aqui expostas representam uma proposta para nutrir nossa própria prática e proporcionar aos licenciandos oportunidades de adquirir competências e habilidades necessárias na sua formação profissional.

Bibliografia

- Almeida L. M. W., Dias M. R. (2007). *Modelagem Matemática em cursos de formação de professores*. In: J. Barbosa, A. D. Caldeira (Orgs.): *Modelagem Matemática na Educação Matemática: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM.
- Barbosa J. C. (2001a). *Modelagem Matemática e os professores: a questão de formação*. *Bolema*, Rio Claro, 14 (15), 5-23.
- Barbosa J. C. (2001b). *Modelagem Matemática: Concepções e experiências de futuros professores*. Tese de doutoramento em Educação Matemática não-publicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, Brasil.
- Barbosa J. C. (2003a). *Modelagem Matemática na sala de aula. Perspectiva*, Erechim, 27 (98), 65-74.
- Barbosa J. C. (2003b). *Modelagem Matemática e a Perspectiva sócio-crítica*. In: *Anais do Segundo Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, Santos, São Paulo, Brasil.
- Barbosa J. C. (2004). *Modelagem na Educação Matemática: Uma perspectiva*. In: *Anais do Primeiro Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática*, Londrina, Paraná, Brasil.
- Bassanezi R. C. (2002). *Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia*. Contexto, São Paulo.
- Borba, M. C. R., Meneguetti C. G., Hermeni H. (1997). *Modelagem, Calculadora Gráfica e Interdisciplinaridade na Sala de Aula de um Curso de Ciências Biológicas*. *Revista de Educação Matemática da SBEM-SP*, 5 (3), 63-70.

- Burak D. (1987). *Modelagem Matemática: Uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série*. Dissertação de Mestrado em Educação não publicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro, Brasil.
- Burak D. (2004). *Modelagem Matemática e a sala de aula*. In: *Anais do I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática*, Londrina, Brasil.
- Caldeira A. D. (2004). *Modelagem Matemática e a prática dos professores do Ensino Fundamental e Médio*. In: *Anais do I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática*, Londrina, Brasil.
- Conselho Nacional de Educação do Brasil (2001): *Diretrizes Nacionais para a formação de professores da educação básica*. Acessado em 20 out. 2008, de <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>.
- D'Ambrósio U. (1986): *Da realidade à ação: reflexões sobre educação matemática*. Summus Editorial, Campinas.
- Ferruzzi E. C. (2004). *Modelagem Matemática no ensino tecnológico*. In: *Anais do I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática*, Londrina, Brasil.
- Fidelis R., Almeida L. M. W. (2004). *Modelagem Matemática em sala de aula: um estudo*. In: *Anais do I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática*, Londrina, Brasil.
- Masetto M. (2001). *Atividades pedagógicas no cotidiano da sala de aula universitária: reflexões e sugestões práticas*. In: S. Castanho, M. E. Castanho (Orgs). *Temas e textos em metodologia do ensino superior*, 83-102. Papirus, Campinas.
- Secretaria de Educação Média e Tecnológica do Brasil (1999): *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. MEC, Brasília.
- Skovsmose O. (2000). *Cenários para Investigação*. *Bolema*, Rio Claro, 13 (14), 66-91.
- Skovsmose O. (2001). *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. Papirus, Campinas.

Marinez Cargnin-Stieler possui graduação em Matemática pela Universidade Federal de Santa Maria, mestre em Ensino de Matemática pelo Centro Universitário Franciscano. Atualmente é professora assistente da Universidade do Estado de Mato Grosso, Mato Grosso, Brasil. Os interesses de pesquisa estão relacionados com Modelagem Matemática na sala de aula e na formação de professores. E-mail: marinez@unemat.br

Vanilde Bisognin. É licenciada em Matemática, pela Universidade Federal de Santa Maria, mestre e doutora em Matemática, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. Atualmente, é professora do Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e Matemática, do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), Santa Maria, RS, Brasil. Os interesses de pesquisa centram-se na modelagem matemática, investigação matemática e resolução de problemas em cursos de formação de professores. Possui artigos e comunicações na área de Educação Matemática. Endereço postal: Rua dos Andradas, 1614, CEP 97010-032, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: vanilde@unifra.br