



ARAÚJO, Jussara de Loiola. **Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos**. 2002. 173 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP. Rio Claro, 2002.¹

Por Sueli Liberatti Javaroni²

No decorrer dos últimos anos, muitos dos pesquisadores em Educação Matemática têm desenvolvido suas dissertações e teses em pesquisas com questões relacionadas a Cálculo, a Modelagem Matemática e Recursos Tecnológicos. Porém, no caso da tese de doutorado de Jussara de Loiola Araújo, intitulada: “Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos”, temos uma pesquisa inovadora, já que a proposta da mesma vem no sentido de apresentar estudos dessas questões de forma relacionada.

Já no primeiro capítulo de seu trabalho, ao apresentar os motivos que a levaram a execução desta pesquisa, Araujo observa que, após ter trabalhado com Cálculo 1 por 4 semestres, detectou que existem problemas envolvendo alunos, professores, conteúdo trabalhado e metodologia de ensino. O grande número de reprovações, as desistências na disciplina, o desinteresse dos alunos e, ainda, a falta de ânimo dos professores levam a constatação de duas frentes frustradas, a saber: de um lado, professores tentando mostrar as aplicações de Cálculo e que, portanto, são úteis na vida profissional e, do outro, alunos tentando resolver problemas nos quais não viam sentido.

Diante dos problemas por ela constatados, em sua prática docente no ensino e na aprendizagem significativa de Cálculo a autora realizou uma vasta revisão bibliográfica, constatando que os problemas por ela detectados fazem parte da realidade da pesquisa de diversos autores. Verificou que, de forma geral, a maneira pela qual os problemas são abordados e variada, no entanto, um grande número destes trabalhos apresenta a introdução do uso de computadores e/ou calculadoras gráficas e de Modelagem Matemática

¹ Digitalizado por Lessandra Marcelly Sousa da Silva e Luana Oliveira Sampaio.

² Docente do Departamento de Matemática da FC/UNESP, Bauru. Docente do Departamento de Matemática da UFMG.

no ensino de Cálculo como recursos didáticos.

Para conduzir a sua pesquisa, a autora passa a desenvolver duas frentes de trabalho: uma pesquisa no campo teórico e outra de campo. A conjunção entre os trabalhos teóricos e o contexto da coleta de dados levou a pesquisadora a considerar questões acerca da relação entre a realidade e a Matemática e as conseqüências desta relação na perspectiva da Modelagem Matemática.

Desta reflexão, surgiu então sua pergunta geratriz: “que discussões ocorrem, e como elas ocorrem em um ambiente de ensino e aprendizagem de Cálculo, no qual a Modelagem Matemática e as tecnologias informáticas estão presentes?”

O segundo capítulo é dedicado a busca do estabelecimento da perspectiva de Modelagem Matemática que a autora adotaria em sua pesquisa. Ao iniciar o capítulo, afirma que existe uma multiplicidade de perspectivas de Modelagem Matemática e que há uma transformação dessas perspectivas quando ela é utilizada como um enfoque pedagógico. E que podemos agrupar essas perspectivas em dois grandes grupos: os que vêem a Modelagem Matemática apenas como um método de trabalho para o matemático e os que vêem tal processo também como um caminho para o ensino e a aprendizagem de Matemática.

Para Araújo, em sua tese, a Modelagem Matemática foi considerada como uma abordagem, isto é, o desenvolvimento do trabalho e elaborado, através da Matemática, embasado nas questões da Educação Matemática Crítica, tratada por Skovsmose³ (2001), a partir de um problema não matemático da realidade, ou de uma situação não matemática da realidade, escolhido pelos alunos reunidos em grupos.

Nos capítulos segundo e terceiro, foi feita uma abordagem teórica para Modelagem Matemática e tecnologias informáticas na Educação Matemática. No terceiro capítulo, a autora considera a questão das tecnologias informáticas no ambiente de ensino e aprendizagem de Cálculo com Modelagem Matemática. Começa fazendo referência aos estudos que apontam que, com a crescente elaboração dos trabalhos em Modelagem Matemática, os computadores tornaram-se fortes aliados; muitas vezes, os cálculos numéricos e/ou algébricos necessários são trabalhosos e o computador pode realizá-los, deixando os alunos mais livres para explorar as aplicações e os conceitos

³ SKOVSMOSE. O. Educação matemática crítica: a questão da democracia. Campinas, SP: Papirus. 2001. (Perspectivas em Educação Matemática).

envolvidos. Outro enfoque de grande importância para o computador na Modelagem Matemática consiste na possibilidade de realizar simulações, ou seja, imitar as situações reais e realizar experiências.

Mais especificamente, na Educação Matemática encontram-se referências as pesquisas realizadas em ambientes de ensino e aprendizagem de Cálculo, com o uso de tecnologia (calculadoras gráficas e/ou computadores), onde estes novos “atores” são considerados como um elemento que proporciona um ambiente de investigação, mais do que simplesmente uma ferramenta para produzir respostas.

As atividades com calculadoras gráficas e computadores, além de proporcionarem multiplicidade de representações, enfatizam a experimentação como um enfoque fundamental na construção do conhecimento. No enfoque experimental, o intuito é “convidar” o aluno a formular questões, estimulando os problemas abertos e, assim, estabelecendo a sinergia entre a Modelagem e uma ou mais mídias, como a oralidade, a escrita e, agora, a informática, que facilite tal atividade.

Araújo inicia o quarto capítulo destacando que o foco de sua pesquisa está centrado nas discussões entre alunos de Cálculo desenvolvendo projetos de Modelagem Matemática em ambientes computacionais. Portanto, neste capítulo, a autora considerou a questão das discussões, de forma bastante inicial, apresentando possíveis leituras no ambiente educacional. A autora justifica que a postura de um tratamento bastante inicial da discussão se deva ao fato de que esta questão só foi incorporada a sua pesquisa em um estágio relativamente adiantado, depois da realização do trabalho de campo.

Inicia a abordagem sobre o tema comunicação, destacando, dentre várias, duas acepções: discussão e diálogo. Na visão da pesquisadora, esses termos estão próximos, ambos têm o objetivo de buscar algum entendimento por meio de investigação ou troca de ideias. Trazendo para a Educação Matemática, a autora entende que existem várias frentes de discussão para serem analisadas no contexto da pesquisa e, assim, alerta para a necessidade do significado do que se fala, do que se faz e do que se pretende no ambiente escolar. Finaliza este capítulo, salientando a importância do diálogo, pois, segundo a autora, ele é o estilo de comunicação característico dos cenários para investigação, e é por meio do diálogo que ocorrem as negociações das perspectivas e de significados em uma sala de aula de Matemática.

No quinto capítulo, a autora descreve sua metodologia de pesquisa. A opção foi por

uma metodologia do tipo qualitativa, que foi sendo construída à medida que ela desenvolvia a pesquisa, fato que mostra o caráter emergente de seu design. Ela se orientou em Alves e Mazzotti, que afirmam que as três características essenciais de estudos qualitativos são a visão holística, a abordagem indutiva e a investigação naturalística.

Para atender os objetivos de sua pesquisa, a autora buscou trabalhos que envolviam Cálculo, Tecnologias informáticas e Modelagem Matemática. Durante a busca, assistiu a uma conferência de um professor, que trabalhava com turmas de Engenharia, em que utilizava Modelagem Matemática e computadores.

Como o foco da pesquisa era a discussão dos alunos envolvendo projeto de Modelagem Matemática em ambientes computacionais, a parte principal da coleta de dados foi voltada para a observação de grupos de alunos executando o trabalho proposto pelo professor⁴.

Iniciou-se com a observação das aulas de Cálculo I, desde o início do semestre letivo, com o intuito de transformar sua permanência nas aulas como o fato mais “natural” possível, como também para conhecer cada aluno e convidá-los a participar de sua pesquisa. Escolhido os dois grupos de quatro alunos cada, ela procedeu a uma entrevista individual, aplicando um questionário. Ainda observou os trabalhos extraclasse dos dois grupos e, no final, realizou mais uma entrevista individual. As entrevistas foram semi-estruturadas e tinham por objetivo conhecer o perfil acadêmico de cada aluno, seu conhecimento prévio de pré-cálculo e descobrir suas expectativas em relação a disciplina.

O acompanhamento dos grupos tinha por objetivo fundamental o relato dos acontecimentos no contexto natural onde os fatos aconteciam. Sua postura diante do grupo foi de pesquisadora-membro-periférico, em função de sua atuação durante as observações, isto é, em função do grau de interação da pesquisadora com o grupo pesquisado. Todos os encontros foram videogravados. Finalmente, após a apresentação do grupo, no final do semestre, realizou ainda uma entrevista individual com os componentes dos grupos.

Após a coleta de dados, que levou um semestre para ser realizado Araújo

⁴ Professor de uma universidade pública do Estado de São Paulo, a quem a autora mantém sigilo para preservar o anonimato de seus pesquisados.

selecionou o que chama de episódios, pequenas passagens relevantes para sua pesquisa, ocorridas durante o decorrer dos trabalhos passando a transcrição literal. Em seguida, realizou uma análise chamada de primeiro nível, onde recolheu as primeiras impressões sobre o episódio e, em seguida, fez a análise de segundo nível, quando cada episódio é analisado a luz da literatura.

No sexto capítulo, a autora passa a descrever o contexto e os participantes da pesquisa, os oito alunos envolvidos; o professor e a própria pesquisadora colocam-se como participantes da pesquisa.

Dois grupos de quatro estudantes, do primeiro ano do curso de Engenharia Química, foram os sujeitos da pesquisa. A aula de Cálculo I era dividida em três momentos. Das 17 aulas, 12 foram de sala de aula convencional, 5 das aulas foram desenvolvidas no laboratório de informática, e o software utilizado pelo professor no laboratório de informática era o Maple, software que realiza operações numéricas e algébricas.

O projeto de Modelagem Matemática solicitado pelo professor, consistia na apresentação de uma proposta, em que cada aluno deveria trazer, individualmente, para a sala de aula, algo que pertencesse às suas vidas, para que criassem uma função que descrevesse o fato e que discutissem fatos novos, sempre atrelando aos conteúdos estudados em Cálculo no decorrer do semestre. E, em seguida, se agrupariam e decidiriam qual o projeto que o grupo desenvolveria segundo as sugestões de cada um.

A pesquisadora desenvolve o capítulo seis basicamente sobre o que efetivamente o professor pediu e o que os alunos entenderam. Ficou evidente, em muitos momentos, a falta de comunicação entre o professor e os alunos. No decorrer do desenvolvimento do projeto de Modelagem Matemática, pode-se perceber o conflito gerado entre a “realidade” trazida para sala de aula e o fazer exercícios e resolver problemas, atividades usuais da sala de aula tradicional.

No sétimo capítulo, Araújo apresenta os episódios selecionados, a partir das reuniões dos grupos participantes, no desenvolvimento de seus projetos de Modelagem Matemática em um ambiente computacional. Neste capítulo, a autora faz uma primeira análise, que denomina de análise de primeiro nível, onde ela expressa suas primeiras impressões sobre os episódios escolhidos.

Já no capítulo oito, a autora faz uma análise dos episódios selecionados a luz da

literatura, que denominou de análise de segundo nível. No decorrer deste capítulo, trata do conflito imaginação e realidade, continuidade de função, significado da variável do domínio e, ainda, traz a discussão as possibilidades que surgem em um cenário de investigação, cuja Modelagem Matemática com tecnologias informáticas são elementos essenciais, que abordam as questões levantadas pela Educação Matemática Crítica.

Finalizando a tese, Araújo conclui que a presença do computador foi importante para estabelecer um cenário de investigação. A questão da imprevisibilidade dos acontecimentos abre possibilidades para experiências e investigações.

Afirma ainda que, após o termino deste projeto, as suas inquietações docentes, que levaram a realização dessa pesquisa, transportarem-se para a questão de como colocar em prática a Modelagem Matemática com as tecnologias informáticas nas aulas de Cálculo, sinalizando assim para futuras pesquisas.

Temos a salientar que, apesar da existência da justificativa do tratamento superficial das questões das discussões, a autora poderia ter realizado uma pesquisa mais aprofundada do assunto em questão, devido a sua importância nas questões pertinentes a significados e relação de poder que existem no ambiente educacional. Porém, isto se torna não tão importante se comparado aos aspectos positivos e inovadores da tese de Araújo.

Podemos afirmar que se trata de um trabalho inovador no tratamento das questões de ensino e aprendizagem de Cálculo com projetos de Modelagem Matemática, em um ambiente com tecnologias informáticas. A autora nos leva a refletir sobre o uso dos computadores na escola. Segundo a autora, a escola (ou universidade) está mais receptiva a incorporação dos computadores as atividades de ensino, talvez devido a associação que geralmente se faz entre computadores e desenvolvimento científico, do que considerar atividades que levem o aluno vivenciar situações da realidade, que é o propósito de atividades de Modelagem Matemática, a qual pressupõe a busca de situações do cotidiano. Tal situação pode ser justificada por conta de uma visão de Matemática separada da realidade.

O levantamento bibliográfico e riquíssimo e certamente será de grande valia aos que se dedicam a docência e a pesquisas nesta área.

O processo de coleta de dados, adotado pela pesquisadora, na forma de acompanhamento das aulas e, principalmente, dos trabalhos em grupos, foi muito bem

elaborado, mesmo tendo, a própria pesquisadora, reconhecido que em determinadas circunstâncias é difícil ficar na posição de pesquisadora e não assumir a postura de docente.

A redação da tese é muito bem elaborada e apresenta em detalhes todos os passos da pesquisa. Contém as descrições de todo o processo, da definição do objeto a ser pesquisado e dos objetivos a serem atingidos; da construção do referencial teórico; da formulação de hipóteses e da elaboração dos instrumentos de coleta de dados⁵.

Aos que se dedicam a pesquisa do Ensino e Aprendizagem da Matemática, com Modelagem Matemática e Tecnologias Informáticas, considero fundamental a leitura desta tese. A pesquisa de Araujo⁶ (2002, p. 163) nos mostra que:

[...] não basta que proponhamos o desenvolvimento de projetos de Modelagem Matemática, não basta que estejamos equipados com laboratórios de informática ou calculadoras gráficas, não basta que, como professores de Matemática, julguemos como legítimas as questões da Educação Matemática Crítica. Em conjunto com tudo isso, devemos estar atentos para a prática escolar como um todo e para o estilo de comunicação estabelecido no desenvolvimento das atividades para que eles estejam em ressonância com o ambiente de ensino e aprendizagem constituído pela Modelagem Matemática e Tecnologias Informáticas, e fundamentado pela Educação Matemática Crítica.

⁵ Goldenberg, M. A. A arte de pesquisar. Rio de Janeiro: Record, 2001

⁶ Araújo, J. de L. Cálculo, tecnologias e modelagem matemática: as discussões dos alunos. 2002. 173 f. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências e Ciências exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.