



Universidade Federal da Bahia
Universidade Estadual de Feira de Santana



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO,
FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**

**AS DISCUSSÕES TÉCNICAS NUM AMBIENTE DE
MODELAGEM MATEMÁTICA**

JONSON NEY DIAS DA SILVA

Salvador

2009

Universidade Federal da Bahia
Universidade Estadual de Feira de Santana

**AS DISCUSSÕES TÉCNICAS NUM AMBIENTE DE
MODELAGEM MATEMÁTICA**

JONSON NEY DIAS DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Jonei Cerqueira Barbosa

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para obtenção do grau de Mestre.

Salvador

2009

Universidade Federal da Bahia
Universidade Estadual de Feira de Santana

**AS DISCUSSÕES TÉCNICAS NUM AMBIENTE DE
MODELAGEM MATEMÁTICA**

Jonson Ney Dias da Silva

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Jonei Cerqueira Barbosa (UEFS)
Orientador

Prof. Dr^a. Lourdes Maria Werle de Almeida (UEL)

Prof. Dr. Jorge Costa Nascimento (UESB)

Prof. Dr^a. Maria Cristina Martins Penido (UFBA)

Prof. Dr. André Luís Mattedi Dias (UEFS)

*“Apesar das ruínas e da morte
Onde sempre acabou
Cada ilusão
A força dos meus sonhos é tão forte
Que de tudo renasce a exaltação
E nunca as minhas mãos estão vazias.”*

Sophia de Mello Breyner Andresen

AGRADECIMENTOS

Essa é a seção mais difícil de ser escrita, pois é o momento de concretizar agradecimentos a todos aqueles que fizeram parte dessa conquista. Para isso seria necessário um capítulo. Segundo Ferreira (2004), o termo “agradecimento” origina-se do verbo agradecer e refere-se à gratidão, reconhecimento. É isto que tento fazer aqui: reconhecer todo apoio, carinho, compreensão, companheirismo, torcida, cumplicidade e principalmente amizade.

Em primeiro lugar, agradeço a DEUS e a minha NOSSA SENHORA DA CONCEIÇÃO, os quais sempre estão do meu lado, fornecendo-me a força necessária para levantar todos os dias e enfrentar os obstáculos que aparecem em minha vida, sempre com um sorriso no rosto.

À minha mãe EDNA que sempre está do meu lado, agradeço por tudo, pelo apoio, pelo amor, pela dedicação, pelas alegrias, enfim por sua presença constante e vibrante em minha vida.

Em especial, agradeço ao meu orientador e amigo, JONEI, pela compreensão, apoio, respeito, paciência, por acreditar em meu potencial, enfim, por tudo. Agradeço por ter me proporcionado a melhor fase da minha vida, pois através dele aprendi, cresci, vivi experiências acadêmicas extraordinárias, bem como conheci, pessoas incríveis e muito especiais. Agradeço muito a DEUS, todos os dias, por ter sido contemplado com sua orientação e, principalmente, sua amizade.

A ANDRÉIA, a qual me ensinou muito, agradeço o apoio, a compreensão, as risadas, a torcida e principalmente a sua amizade. Sempre tenho Andréia como exemplo de profissional e sempre levarei o seu “glamour” comigo.

A MARLUCE, agradeço por tudo, principalmente pela sua energia e seu sorriso, os quais deixaram essa caminhada mais agradável.

As minhas pretinhas TAÍSE, THAINE, ILAINE e MAIANA, pela convivência, cumplicidade, conversas, conselhos, lamentações, choros, risadas, contribuições, enfim, pelas valiosas amizades.

Aos demais companheiros do Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemática (NUPEMM) pela contribuição, pelo apoio, pela amizade, por tudo que vivemos juntos nessa grande família: ANA VIRGINIA, ELIZABETH, FLAVIA, JAIRA, JAMILE e MARCELO.

Aos amigos do Grupo Colaborativo em Modelagem Matemática – GCMM, em especial, MÉRCIA e SOFIA, que tenho como exemplo de professoras dedicadas. Sempre serei grato por ter a amizade de vocês.

À minha amada amiga ARLEIDE, pelo companheirismo e cumplicidade, por dividir muitas emoções e principalmente por ser digno de sua amizade.

Aos professores LOURDES MARIA WERLE DE ALMEIDA, JORGE COSTA NASCIMENTO, MARIA CRISTINA MARTINS PENIDO e ANDRÉ LUÍS MATTEDI DIA, pelas relevantes sugestões e discussões feitas no exame de qualificação.

Ao professor ANDRÉ LUÍS MATTEDI, pelo qual tenho uma grande admiração e respeito, agradeço por todo apoio desde a época da graduação.

A professora MARIA CRISTINA MARTINS PENIDO, pelos acolhimentos calorosos em todos os momentos que estive no Instituto de Física da UFBA.

A professora HILDETE, pessoa pela qual nutro uma grande consideração e uma enorme admiração e carinho, agradeço por sempre me incentivar e acreditar em meu potencial.

Aos meus grandes amigos ANA CLÁUDIA e LUIZ ALBERTO, pelo companheirismo, força, apoio, enfim, por fazer parte de minha vida.

Aos meus amigos da época de escola CLÁUDIO, DANIEL, LORENA, LEANDRO, REBECA, PRISCILA e em especial minha amiga – irmã, LUANA. Mesmo distantes estavam sempre presentes.

Aos meus alunos do Colégio Estadual Agostinho Fróes da Mota, pela cumplicidade, por me ensinarem a cada dia e, principalmente, por fazerem dos nossos encontros o melhor momento do meu dia.

Aos professores do Programa, agradeço todas as contribuições e orientações durante todo esse período.

Aos estudantes do Curso de Licenciatura em Matemática da UEFS, sem os quais essa pesquisa não teria sido possível.

À FAPESB, pelo grande apoio através da bolsa.

RESUMO

A presente dissertação apresenta um estudo no qual se investigou e analisou como são produzidas as discussões técnicas em um ambiente de modelagem matemática. A natureza da pesquisa é qualitativa e os dados foram coletados através da observação e entrevistas em uma turma do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. Os resultados sugerem a influência das experiências prévias dos alunos na produção das discussões técnicas durante o desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática. Além disso, a intervenção do professor diante da resistência dos alunos pode interferir na tradução da situação-problema.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem Matemática; Interação dos alunos; Discussões Técnicas.

ABSTRACT

This dissertation presents a study which has investigated and analyzed how the technical discussions are produced in a mathematical modelling environment. The nature of the research is qualitative and the data have been collected through observation and interviews with a group of students of an undergraduate course in mathematics at the State University of Feira de Santana, Bahia. The results suggest the influence of the students' previous experience in the production of the technical discussions during the development of a task of mathematical modelling. In addition, the teacher's intervention before the students' resistance can interfere in the translation of the situation-problem.

KEY WORDS: Mathematical modeling; student interaction, technical discussions.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	11
1.1 TRAJETÓRIA PESSOAL E A INVESTIGAÇÃO.....	11
1.2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
1.2.1. Discussões Técnicas.....	16
1.3 FORMULAÇÃO DA INTERROGAÇÃO DA PESQUISA.....	19
1.4 OBJETIVO DA PESQUISA.....	19
1.5 JUSTIFICATIVA.....	20
1.6 METODOLOGIA.....	21
1.6.1 Pesquisa Qualitativa.....	21
1.6.2 Local e Participante.....	23
1.6.3 Análise dos Dados.....	25
1.7 ORGANIZAÇÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	29
2 ARTIGO I.....	34
2.1 INTRODUÇÃO.....	35
2.2 AS DISCUSSÕES TÉCNICAS.....	38
2.3 CONTEXTO DO ESTUDO.....	39
2.4 METODOLOGIA.....	40
2.5 EPISÓDIO: A LATA DE REFRIGERANTE.....	42
2.6 DISCUSSÃO.....	47
2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
2.8 AGRADECIMENTOS.....	49
REFERÊNCIAS.....	50

3	ARTIGO II:.....	53
3.1	INTRODUÇÃO.....	54
3.2	DISCUSSÕES TÉCNICAS.....	57
3.3	CONTEXTO.....	58
3.4	METODOLOGIA.....	59
3.5	EPISÓDIO: LAGO DO SOBRADINHO.....	60
3.6	DISCUSSÃO.....	65
3.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
3.8	AGRADECIMENTOS.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
4.1	TRAÇANDO COMPREENSÕES.....	71
	4.1.1. Modelagem Matemática: As Discussões Técnicas E As Experiências Prévias de um Grupo de Aluno.....	72
	4.1.2. Modelagem Matemática: O Papel da Mediação do Professor na Produção das Discussões Técnicas.....	73
	4.1.3. Considerações.....	74
4.2	IMPLICAÇÕES.....	75
4.3	IMPLICAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	76
	REFERÊNCIAS.....	77

1 APRESENTAÇÃO

Nesta primeira parte, apresento a trajetória inicial da pesquisa, levando em consideração minha experiência pessoal e profissional, além de discutir teoricamente o que entendo sobre ambiente de modelagem matemática, focando nos processos de interação dos alunos. Apresento também, o problema da pesquisa, assim como a metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa.

1.1 TRAJETÓRIA PESSOAL E A INVESTIGAÇÃO

Durante o curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), participei de atividades que incentivavam a busca, produção e troca de conhecimentos sobre o ensino e a aprendizagem da matemática. Essas atividades me levaram a perceber que um curso de graduação não se limita somente à sala de aula, mas também ao desenvolvimento da pesquisa e extensão, os quais possibilitam ao aluno uma compreensão da atuação e das áreas de interesse do profissional de matemática.

No término da graduação, tive a oportunidade de participar da IV Conferência Nacional de Modelagem e Educação Matemática (IV CNMEM), realizada em novembro de 2005, na UEFS. Neste evento, tive o primeiro contato com a modelagem matemática¹, e, interessado, passei a estudar o assunto e seus correlatos.

Durante este evento, um dos palestrantes, o Prof. Dr. Ademir Donizeti Caldeira (UFPR) ponderou que a modelagem pode ser vista como meio para que os alunos possam ter clareza da importância da matemática na vida das pessoas. Essa afirmação me fez pensar que a modelagem poderia ser um caminho para despertar e incitar maior interesse no aluno, ampliando seu conhecimento e desenvolvendo outras maneiras de pensar e agir, além de oportunizar sua atuação na sociedade, analisando criticamente situações nas quais a matemática é utilizada (ALMEIDA, 2006; ALMEIDA e BRITO, 2005; BARBOSA, 2003; JACOBINI e WODEWOTZKI, 2006; SKOVSMOSE, 2008).

Participando deste evento, conheci o Prof. Jonei Cerqueira Barbosa e a Prof.^a Andréia Maria Pereira de Oliveira, ambos recém chegados na UEFS e integrantes do Núcleo de

¹ Para evitar repetições do termo Modelagem Matemática, quando utilizar o termo Modelagem estarei referindo-me a Modelagem Matemática.

Pesquisa em Modelagem Matemática (NUPEMM). Eles me forneceram subsídios para aprofundar meus estudos sobre a modelagem.

Por orientação do Prof. Jonei, cursei duas disciplinas, como aluno especial no Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da UFBA/UEFS. Tal Programa tem como objetivo a análise crítica da ciência, de seus resultados, de sua produção e de sua difusão, especialmente através do ensino. Pode-se afirmar que este projeto se insere na perspectiva do ensino por analisar as discussões dos alunos, visando contribuir com o debate sobre modelagem no campo da Educação Matemática.

Uma das disciplinas cursadas denominava-se “*Modelos de Ensino e Aprendizagem*” e era ministrada pela Prof.^a Dra. Maria Cristina M. Martins, que objetivava discutir o Ensino de Ciências sob diferentes perspectivas, buscando trabalhar modelos de ensino que estivessem fundamentados em teorias de ensino e aprendizagem utilizadas na pesquisa contemporânea do Ensino de Ciências. A outra, “*Referenciais Teóricos e Metodologia da Pesquisa em Educação Científica*”, ministrada pelo Prof. Dr. Nelson Rui Ribas Bejarano, objetivava discutir os principais referenciais teóricos que apóiam a pesquisa em Educação e Educação em Ciências, deram-me suporte a encontrar os procedimentos mais adequados para responder minha questão de pesquisa.

Por perceber o meu interesse em saber mais sobre modelagem, o Prof. Jonei convidou-me a participar do NUPEMM, que desenvolve estudos objetivando discutir sobre a modelagem matemática na Educação Matemática, analisando as implicações do desenvolvimento deste ambiente de aprendizagem no contexto escolar.

1.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nas discussões realizadas no NUPEMM, compreendi que o ambiente de modelagem pode ser percebido como uma possibilidade importante de proporcionar aos alunos oportunidade de trabalharem em sala de aula situações-problema com referência em outras áreas da realidade (dia-a-dia ou das ciências). Segundo alguns estudos (ALMEIDA, 2006; ALMEIDA e DIAS, 2004; BARBOSA, 2003; JACOBINI e WODEWOTZKI, 2006), isto pode despertar nos alunos um maior interesse, bem como podem vir a desenvolver uma análise mais crítica nos mesmos.

Nos seus estudos, Barbosa (2001, 2003) ressalta que, nas atividades desenvolvidas nesse ambiente, os alunos podem tornar-se mais capazes de compreender a função da matemática na sociedade, compreendendo como ela é utilizada nas práticas sociais. Este argumento enfatiza a atuação do aluno na sociedade, analisando o papel da matemática nos debates sociais. Essa perspectiva é denominada pelo autor de sócio-crítica e tem como finalidade demonstrar como a modelagem pode oportunizar ao aluno a reflexão sobre o papel da matemática na sociedade, através da análise da natureza dos modelos matemáticos, e o pensamento crítico sobre a função da matemática e dos modelos na sociedade. (BARBOSA, 2003 e 2006; KAISER E SRIRAMAN, 2006).

Barbosa e Santos (2007) argumentam que a expressão “sócio-crítica” denota um modo de ver a modelagem na Educação Matemática como um reconhecimento àquelas práticas pedagógicas que compreendem este ambiente como uma oportunidade para os alunos discutirem a natureza e o papel dos modelos matemáticos na sociedade.

Desse modo, compreendo que a modelagem pode provocar uma análise crítica e reflexiva na medida em que desafia os alunos a reconsiderarem suas crenças, previamente tomadas por certas e refletirem sobre elas, como passível de estimular a descoberta dos limites e das possibilidades de novas ações para transformar o mundo (ALMEIDA, 2006).

Este argumento nos reporta à Educação Matemática Crítica, a qual, segundo Alro e Skovsmose (2002), tem a preocupação de desenvolver habilidades que vão além do conhecimento matemático, dando a oportunidade aos alunos a uma participação crítica na sociedade, fundamentando o desenvolvimento da cidadania no indivíduo, possibilitado o mesmo a entender e discutir a respeito das questões políticas, sociais, econômicas nas quais a matemática é usada como suporte.

Orey e Rosa (2007) entendem que a modelagem quando é desenvolvida sobre a “perspectiva” da Educação Matemática Crítica, as situações-problemas devem ser aproveitadas para conduzir os alunos a refletirem criticamente sobre diversos aspectos envolvidos, como, por exemplo, os aspectos matemáticos, interdisciplinares, tecnológicos, ambientais, econômicos, políticos e sociais.

A modelagem associada à problematização e investigação, trabalha com uma situação-problema e sobre ela decorrem questões, que terão de ser respondidas através da matemática e da investigação sobre o tema. Segundo Barbosa (2001), essas atividades serão articuladas no

processo de envolvimento dos alunos para abordar o tema proposto, podendo, ainda, os participantes levantarem questões e realizar investigações que atingem o âmbito da perspectiva sócio-crítica.

Para esta pesquisa, baseio-me na definição de modelagem como um ambiente de aprendizagem², no qual os alunos são convidados a indagar e investigar, por meio da matemática, situações originadas de outras áreas da realidade (BARBOSA, 2003). Partindo deste conceito, considero que no desenvolvimento das atividades, os alunos se envolvem em várias discussões, já que esse ambiente se desenvolve num contexto social repleto de interações interpessoais (sala de aula).

Seguindo a abordagem da psicologia sociocultural discursiva, tentarei examinar a forma como as ações são trazidas e tratadas pelos participantes. A análise é realizada tendo como base, o que os participantes mostram através de suas interpretações. Observando sob essa perspectiva (LERMAN, 2001), percebo que a interação no ambiente de modelagem é constituída por práticas discursivas que auxiliam os alunos a organizarem e desenvolverem suas estratégias no desenvolvimento da atividade. Desta forma, compreendo que as práticas de modelagem podem ser descritas através dos discursos.

Segundo Lerman (2001), discurso inclui todas as formas da linguagem (gestos, sinais, símbolos, etc). Em particular, assumimos o termo “discussão”, como sendo ato de um discurso ou ainda como enunciações orais. Esta consideração - que põe a linguagem e a prática discursiva como questões centrais - na perspectiva sociocultural, afirma que toda aprendizagem é intrinsecamente social e resultante da internalização de processos desenvolvidos na interação com outras pessoas.

Segundo Barbosa (2008), a compreensão das ações em um determinado ambiente, no caso de modelagem, não se limita apenas à relação estabelecida entre alunos e a situação-problema, mas também às condições externas. Desta forma, entendo ser impossível separar a ação, das formas de mediação usadas.

No ambiente de modelagem, as ações são mediadas por ferramentas culturais, nesse caso as práticas discursivas compostas pelo discurso, e por sua vez, discussões que ocorrem

² Conforme sugerido por Skovsmose (2008), ambiente de aprendizagem refere-se às condições propiciadas aos alunos para desenvolverem suas ações.

nos espaços de interações, ou seja, nos encontros entre alunos ou entre estes e o professor (BARBOSA, 2006). Estas discussões, desenvolvidas neste ambiente, têm como objetivo desenvolver uma resolução para situação em estudo, o que pode encaminhar a um possível modelo matemático que retrate a situação.

Segundo Biembengut (1999), um modelo matemático é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura representar, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real estudada. Adotando essa mesma definição, Bassanezi (2002), complementa, argumentando que o modelo consiste em ter uma linguagem concisa que expresse de maneira clara as idéias utilizadas para a sua formulação.

Considerando que um modelo matemático é produzido em contextos sociais repletos de interações interpessoais, onde o discurso é componente, Barbosa (2007a) compreende modelo como qualquer representação matemática da situação pesquisada. Neste caso, o autor, considera como representação escrita, idéias que os alunos ou professores registram no papel, através de símbolos matemáticos (idéias, algoritmos). Segundo o autor, para ser um modelo matemático é necessário ser um discurso escrito que utilize símbolos matemáticos de alguma maneira.

Apesar de perceber uma convergência entre as duas definições de modelo apresentadas, percebe-se que a definição proposta por Barbosa (2007a) é mais “aberta” o que possibilita aos alunos terem mais “liberdade” na produção do modelo, não limitando as ações desenvolvidas pelos alunos no decorrer da atividade. Segundo Barbosa (2008) sua noção de modelo é propositalmente ampla e inclusiva, agendando a intenção de obter dos participantes diferentes formas de representação de certa situação, independente de sua capacidade de descrição, generalização e prescrição.

Vale destacar que os alunos, no desenvolvimento de uma atividade de modelagem, utilizam uma variedade de linguagens para interpretar, recortar e conceituar uma situação problema, dando-lhe forma e conteúdo (BEAN, 2005). Esses alunos imbuídos de pressupostos, hipóteses constroem associações referentes à situação, de tal forma que essas associações sejam úteis para atingir seus objetivos, não fugindo de seus objetivos.

Na tentativa de produzir um modelo, os alunos se envolvem em várias discussões, como foi explicitado anteriormente. Essas discussões produzidas pelos alunos na busca da

construção de um modelo matemático, compõem as rotas de Modelagem. Borromeo Ferri (2006) propõe a noção de rotas de modelagem para denotar as ações dos alunos ao desenvolverem uma atividade de Matemática, compreendendo estas ações nos níveis interno e externo. Referindo-se ao nível externo, Barbosa (2007a) considera essas rotas como de natureza discursiva, tendo como foco os discursos produzidos nesse ambiente, nos espaços de interação.

Percebe-se que a noção descrita por Barbosa (2008) distancia-se da forma que propõe Borromeo Ferri (2006). Para esse autor, a noção de rotas de modelagem comporta apenas aqueles discursos produzidos que tem a função de construir uma representação para a situação analisada. Compõem essas rotas, segundo o autor, as seguintes discussões:

- as discussões matemáticas, que se referem aos conceitos e idéias integralmente pertencente à disciplina matemática;
- as discussões técnicas, que se referem à translação do fenômeno eleito para estudar em termos matemáticos;
- as discussões reflexivas, que se referem à conexão entre os pressupostos utilizados na construção do modelo matemático e os resultados, bem como a utilização destes últimos na sociedade.

A seguir, aprofundarei o estudo sobre as discussões técnicas, já que o objetivo desse relatório de pesquisa é discutir como elas são produzidas num ambiente de Modelagem.

1.2.1 As Discussões Técnicas

Nos estudos de Barbosa (2001, 2003, 2006), é relatado que Skovsmose (1990) tem apresentado a natureza do processo de modelagem em termos de conhecimento matemático, técnico e reflexivo. Sobre conhecimento técnico, Skovsmose (1990) apresenta como o *que se refere a como construir e usar um modelo matemático*. Envoltos por essa consideração de Skovsmose acerca de conhecimento técnico, Barbosa (2003) conceitua as discussões técnicas, inicialmente, como aquelas que *se referem à construção do modelo matemático, em particular à transição da situação para a representação matemática*.

A partir da definição do parágrafo anterior e, através das minhas reflexões sobre os conceitos apresentados em outros estudos de Barbosa (2003, 2007a, 2007b, 2008), compreendo *as discussões técnicas como a tradução de um fenômeno eleito (oriundo do dia – a – dia ou de outras áreas da ciência) em termos matemáticos*, como apresentado em Silva (2007). Para Ferreira (2004), o termo “*tradução*” vem do latim *traductione* e representa ato ou efeito de traduzir, ou seja, interpretar, representar, simbolizar, transladar, explicar; transpor de uma língua ou linguagem para outra. Baseado nessas definições de Ferreira (2004), assumo o termo “*tradução*”, por ele expressar o sentido de ação-processo de interpretar uma determinada situação através de um estudo em termos matemáticos, ou seja, explicar a situação através da matemática.

Christensen, Skovsmose e Yasukawa (2008) apresentam essa “*tradução*” como um processo de matematização de transformações matemáticas, as quais simplificam a situação estudada em descrições matemáticas. Essas transformações, ainda de acordo esses autores, contêm influências dos seus criadores, levando em consideração que os mesmos durante o seu desenvolvimento podem inferir interesses implícitos e explícitos.

Remetendo-me à idéia apresentada, por Christensen, Skovsmose e Yasukawa (2008), sobre o processo de matematização, focalizando nos discursos produzidos no ambiente de modelagem, compreendo que essas transformações matemáticas, como discussões técnicas, também sofrem influências dos seus criadores, já que os mesmos refletem em seus discursos interesse ou intencionalidades implícitas e explícitas durante todo o desenvolvimento da atividade.

Por isso, compreendo que cada modelo traz, em si, uma projeção baseada em diversas experiências, objetivos e intenções sobre a situação estudada e também sobre tópicos matemáticos utilizados, e esta projeção é influenciada pelas interpretações dos indivíduos, que são vistas como centrais na especificação de um problema matemático (GALBRAITH; STILLMAN; BROWN; EDWARDS, 2006).

Também destaco que o fato dos participantes trabalharem com situações do dia-a-dia ou das ciências, sobre as quais cada um tem interpretações particulares, ou seja, cada indivíduo compreende a situação-problema de uma forma, pode, direta ou indiretamente, exercer influência durante os pressupostos utilizados na produção do modelo. Segundo

Hamson (2003), o modelo é resolvido e, portanto, interpretado, com o auxílio de nossa interpretação (particular) do problema real.

Bean (2005) acredita que a atividade de modelagem é norteadada tanto por objetivos e intenções quanto pela tecnologia, isso acontece pelo fato dos alunos trazerem para a escola, ou seja, para a sala de aula e para as atividades de matemática todas as suas experiências, as quais são influenciadas pela consciência que esses alunos têm dos problemas imediatos de qualidade de vida no bairro, na cidade e na região onde habitam (MEYER, 2008).

Vale ressaltar, também, que os contextos (sala de aula e situação em estudo), além de estarem repletos de intencionalidades explícitas e implícitas, fornecem um “limite” do que será ou não permitido considerar de fato, já que situações trabalhadas devem ter impressões de sentido para os participantes, ou seja, eles não modelam o mundo, mas especialmente modelam um mundo concebível (CARREIRA; 2005).

No contato com a literatura, compreendi que os diálogos desenvolvidos entre o professor e os alunos nesse ambiente podem interferir no andamento de uma atividade de modelagem, assim como argumentam Araújo e Barbosa (2005). Isso acontece pelo fato, da atividade ser realizada num contexto de integração social, onde os alunos produzem discursos, amadurecendo-os através do confronto dialógico entre eles e o professor (CALDEIRA, 2005).

Em seu estudo, Barbosa (2007b) sustenta que as interações desenvolvidas, nos momentos de interação social entre alunos e alunos e entre estes e o professor, são aspectos fundamentais para compreender a prática de modelagem na sala de aula. No entanto, é possível perceber que há lacunas na literatura sobre esse assunto, principalmente, no que se refere aos aspectos sobre organização e condução das tarefas de modelagem (ARAÚJO; BARBOSA, 2005).

Entender as ações que os participantes desenvolvem no ambiente de modelagem tem o objetivo de gerar conceitos teóricos, que reflitam como essas ações ocorrem ou podem ocorrer (BARBOSA, 2007b). Por isso, considero que as maneiras como os alunos interpretam uma atividade de Modelagem é uma questão que demanda mais pesquisas (ARAÚJO; BARBOSA, 2005). Assim, neste sentido, pretendo, com essa pesquisa, compreender como os alunos desenvolvem uma atividade de modelagem e, para isso, objetivo analisar suas discussões em torno do desenvolvimento dessa atividade.

Em especial, foco nas discussões técnicas, por entender que a tradução da situação para termos matemática é a parte mais difícil de uma atividade de modelagem (GALBRAITH; STILLMAN, 2006), e por compreender a importância de analisar a dinâmica deste tipo de discussão no ambiente de Modelagem, tendo em vista que essas discussões são responsáveis pela seleção e interpretação dos dados, que tem a finalidade de traduzir a situação da realidade (dia-a-dia ou das ciências) para uma linguagem matemática, tentando uma possível produção de um modelo matemático que a retrate.

Mas como surgem essas discussões técnicas? Como elas se desenvolvem? Esses são os questionamentos que nortearam a problemática da pesquisa que apresento a seguir.

1.3 FORMULAÇÃO DA INTERROGAÇÃO DA PESQUISA

A problemática da presente pesquisa é apresentada na seguinte formulação:

Como são produzidas as discussões técnicas num ambiente de Modelagem Matemática?

Vale salientar que o uso do termo “produzir”, segundo Ferreira (2004), vem do latim “*producere*” e pode assumir 14 significados dentre eles: fazer existir; criar; gerar; realizar; fabricar; compor; inventar. Para Borba (2002), entretanto, esse termo representa uma ação-processo e como tal recebe o significado de ocorrer/acontecer. Imbuído dessas definições, nesta pesquisa corrente, compreendo o termo como ação-processo, já que pretendo investigar o surgimento e também o desenvolvimento das discussões, ou seja, como acontecem essas discussões num ambiente de Modelagem.

1.4 OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo geral é investigar e analisar como são produzidas as discussões técnicas num ambiente de modelagem matemática.

Os objetivos específicos são:

- 5 Investigar como surgem as discussões técnicas num ambiente de modelagem matemática;

6 Analisar como ocorrem as discussões técnicas num ambiente de modelagem matemática.

Compreendo que o termo “surtem” denota origem, surgimento das discussões técnicas; enquanto que o “ocorrem” remete-se ao seu desenvolvimento.

1.5 JUSTIFICATIVA

A pesquisa poderá contribuir teoricamente com a área científica, dando um passo além no nível de compreensão da comunidade sobre as práticas discursivas num ambiente de modelagem. Isso não significa que a investigação origine uma teoria, mas pode ser que novos conceitos sejam formados durante o processo. Esta investigação pretende aprofundar a teorização das práticas discursivas dos alunos, apresentada no estudo de Barbosa (2007), que se refere à teorização das discussões técnicas, bem como ao discernimento da maneira como sua produção pode influenciar o andamento das atividades de modelagem.

Também há a expectativa de que as conclusões desta pesquisa tragam implicações para a prática do professor, ou seja, os professores passarão a entender como acontece a produção e dinâmica destas discussões e como estas podem lhes fornecer subsídios para o acompanhamento e desenvolvimento da atividade dos alunos em suas salas de aula. Dessa forma, a pesquisa fortalece a construção de alternativas ao cenário educacional corrente.

Além das contribuições que esta investigação possivelmente oferecerá, ela também responde ao meu interesse pessoal. Este projeto foi formulado para aprofundar a questão sobre como a modelagem matemática reflete na formação dos alunos, os quais, colocados na situação de descobrir, por eles mesmos, o conceito, a regra, o princípio, a partir de discussões travadas em sala, serão capazes de utilizar de maneira mais satisfatória os conhecimentos matemáticos para a construção de sociedades mais democráticas. Durante minha trajetória pessoal, tenho me preocupado com um ensino de matemática, que contribua com uma preparação dos alunos para o exercício da cidadania, pois acredito que somente agindo desta maneira, terei um desenvolvimento crescente como educador matemático.

1.6 METODOLOGIA

1.6.1 Pesquisa Qualitativa

Entre os quadros teórico-metodológicos disponíveis, a abordagem qualitativa parece a mais adequada, já que nesse estudo, o objetivo foi entender um determinado fenômeno em seu ambiente natural (DENZIN; LINCOLN, 2005), no caso em tela, compreender a produção das discussões técnicas desenvolvidas pelos alunos no ambiente em que essas discussões acontecem.

Genericamente, podemos compreender uma pesquisa qualitativa como uma atividade situada, que localiza o observador no mundo, composta de práticas materiais e interpretativas que dão visibilidade ao mundo (DENZIN; LINCOLN, 2005). Essa abordagem pode ser compreendida como um processo dinâmico, que engloba as concepções de mundo e a experiência intuitiva do pesquisador, bem como o fenômeno, o método, os dados e a teoria.

Para Lüdke e André (1986), os pesquisadores da área de Educação se utilizam da abordagem qualitativa, com a finalidade de compreender os processos educacionais e o cenário escolar “por dentro”. Tendo em vista, que o pesquisador mantém um contato direto com o ambiente e a situação investigada para melhor compreender a influência que estes (ambiente e situação) sofrem do contexto (BOGDAN; BIKLEN, 1992).

Essa abordagem pode configurar-se como uma espécie de diálogo entre o pesquisador – mediado por sua intuição, seus pressupostos epistemológicos e teóricos – e os fenômenos estudados. Sendo assim, os dados coletados nunca são direcionados ao investigador a partir da utilização dos métodos de pesquisa; isto quer dizer que os dados são construídos a partir da integração realizada pelo investigador do marco epistemológico, teórico e das informações produzidas no momento empírico.

A coleta de dados, realizada em uma turma do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Feira de Santana, teve por objetivo investigar *como são produzidas as discussões técnicas num ambiente de modelagem matemática*. Como o foco do estudo são as discussões produzidas por meio de interações verbais e de escritos, num ambiente de modelagem, fiz a opção por realizar observação com fonte de coleta de dados.

Compreendo que a observação em uma sala de aula do curso de Licenciatura em Matemática, onde os alunos estavam desenvolvendo atividades de modelagem, permite recolher impressões do mundo circunvizinho através de todas as faculdades humanas relevantes (ADLER; ADLER, 1994), além de possibilitar um contato pessoal e estreito com o fenômeno pesquisado (AGROSINO, 2008), na tentativa de compreender como essas discussões são produzidas no ambiente de modelagem.

Nesse processo, observa-se, entretanto, que o pesquisador interfere no contexto, considerando-se que o mesmo provoca alterações no ambiente e nas atividades desenvolvidas pelas pessoas observadas, então, entendo que não há observação sem interferência.

Nesta pesquisa, utilizei a observação de natureza não-estruturada. Alves-Mazzotti (1998) afirma que neste tipo de observação, os comportamentos a serem verificados não são predeterminados, são observados e relatados da forma como ocorrem, visando descrever e compreender o que está ocorrendo numa dada situação. Tendo em vista os objetivos da pesquisa, foi necessário observar as interações verbais realizadas entre os alunos e entre estes e o professor, durante o desenvolvimento da atividade de modelagem.

Realizarei os registros das observações de duas maneiras:

a) Diário de campo: Trata-se de um caderno destinado, especificamente, ao registro de como estaria se desenvolvendo as discussões dos alunos na atividade de Modelagem. Durante a aula, descrevi o que de importante aconteceu para o estudo, bem como possíveis reflexões decorrentes.

b) Gravações em vídeo: Os alunos, em momentos de discussões, foram filmados durante as atividades de Modelagem desenvolvidas em sala de aula. As imagens foram transcritas com vistas à análise de dados.

Os dados filmados foram brevemente analisados e, em seguida, discutidos com os participantes através de entrevistas, na tentativa de compreender melhor o fenômeno. A entrevista, como técnica científica, adquire contornos mais elaborados do que uma conversa informal entre duas ou mais pessoas. Para Fontana e Frey (1994), a entrevista é como instrumento e objeto, podendo possibilitar o acesso a informações não disponíveis por outros

meios, permitindo o esclarecimento sobre o que é verbalizado, dando ao entrevistador condições de entender as visões dos participantes.

Vale ressaltar que foram recolhidos dos alunos, materiais escritos relacionados ao desenvolvimento da atividade. Tais materiais foram utilizados como fonte de dados para o entendimento da atividade, além de auxiliarem na realização das entrevistas dos alunos.

1.6.2 O local e os participantes

Os dados foram coletados na disciplina Instrumentalização para o Ensino da Matemática (INEM) VI – com foco nos Temas Transversais, numa turma do 6º semestre do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Feira de Santana – Bahia, ministrada pelo orientador desta pesquisa. A turma era composta por 15 alunos de diversos semestres.

Conforme o projeto curricular deste curso, a disciplina INEM VI – Temas Transversais tem a finalidade de buscar soluções para uma das grandes dificuldades encontradas pelos professores de matemática, que é o não saber relacionar e adequar os conteúdos matemáticos às questões de urgência social. A partir da transversalidade irá se buscar promover estratégias para a utilização da matemática na construção de conceitos e atitudes que formarão o cidadão, segundo o Projeto Pedagógico do Curso.

Sendo assim, esta disciplina visa potencializar os futuros professores de matemática a organizarem situações didáticas, as quais sejam voltadas para a compreensão da realidade social e dos direitos e responsabilidades em relação à vida pessoal, coletiva e ambiental. Temas Transversais, em geral, procuram estabelecer uma conexão entre as disciplinas, e, neste caso, entre a matemática e as demais matérias. O ambiente de modelagem é utilizado, portanto, visando estabelecer tal conexão, pois a matemática é trabalhada para estudar e compreender fenômenos de outras disciplinas, abrindo espaço para a inserção de saberes extra-escolares, possibilitando a referência a sistemas de significados construídos na realidade dos alunos.

A coleta de dados durou um semestre letivo e foi composta por oito fases de observação, das quais seis foram realizadas em horário de aula e duas em horário extra-aula, tendo o autor acompanhando todos os momentos.

As aulas ocorriam uma vez por semana com carga horária de 4 horas e eram divididas em três momentos. No primeiro momento, o professor discutia com os alunos um tema proposto por ele. Às vezes, o mesmo trazia, para a sala, reportagens e dados sobre o tema a ser abordado e desenvolvido pelos alunos. No segundo momento, os alunos eram convidados a trabalhar uma determinada questão em grupo, finalizando com a exposição e discussão das conclusões da atividade, fechando assim o terceiro momento do encontro. Essas atividades de modelagem realizadas pelo professor são denominadas, por Barbosa (2003), de caso 1, onde o professor apresenta um problema, devidamente relatado, com dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos a investigação.

Paralelamente, também era desenvolvido um projeto de modelagem com a orientação do professor, o qual, segundo definição de Barbosa (2003), denomina-se de caso 3, que se trata de projetos desenvolvidos a partir de temas ‘não matemáticos’, os quais podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos. Os alunos foram reunidos em grupo e desenvolveram uma investigação sobre um tema de interesse deles, tendo encontros periódicos com o professor para a discussão dos encaminhamentos para a realização do trabalho.

Durante a observação, foram coletados dados em diferentes grupos, já que nessa disciplina, foram realizados pelo professor atividades de modelagem, caso 1 e também um projeto de modelagem, caso 3. Dessa forma, tive a possibilidade de acompanhar os trabalhos desenvolvidos por todos os 15 alunos, os quais foram divididos em 3 grupos de cinco componentes, sendo escolhido em todas as aulas de caso 1 um grupo distinto do outro, computando assim duas aulas com coleta de dados em grupos distintos. Vale ressaltar que também houve o acompanhamento de um terceiro grupo no desenvolvimento do projeto de Modelagem, esse acompanhamento seguia paralelo às atividades realizadas em sala de aula.

Os episódios analisados nesta dissertação referem-se às atividades de caso 1 desenvolvidas por dois diferentes grupos em duas aulas, na turma de INEM VI. Para um maior contato com os grupos e visando compreender através dos discursos produzidos pelos mesmos a atividade desenvolvida, houve a necessidade de uma aproximação direta com os alunos através da observação dos encontros. Por isto, selecionou-se em cada atividade, apenas um grupo, pois, desta forma, pôde-se acompanhar todas as etapas do desenvolvimento da atividade.

1.6.3 ANÁLISE DOS DADOS

A análise de dados consiste no processo de organizar e interpretar as transcrições, notas de campos e outros materiais que foram coletados, buscando produzir tendências e padrões relevantes sobre o material (BOGDAN; BIKLEN, 1992, ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1998, LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Nesta pesquisa, a estratégia de análise de dados utilizada foi inspirada na *grounded theory*, a qual permite a compreensão do sentido de determinadas situações, o que parecia ir ao encontro dos objetivos desta pesquisa. A *grounded theory* é uma metodologia utilizada para se desenvolver teoria fundamentada em dados que são sistematicamente coletados e analisados. De modo geral, essa metodologia segue um processo em que se define a questão da pesquisa, os elementos de estudo e se desenvolve o trabalho baseado em comparações contínuas e sucessivas.

De acordo Charmaz (2006), a *grounded theory* tem como propósito gerar compreensões teóricas tomando a interpretação dos dados como elementos para gerar essas compreensões e/ou confirmar/revisar aquelas já postas pela literatura. Neste sentido, os conceitos teóricos emergem dos dados e não são impostos a eles. Ainda, segundo a autora, a proposta desta forma de análise é construir uma teoria confiável que seja capaz de iluminar a área de estudo.

Com o término da coleta, resultaram imagens gravadas em CDs e algumas notas de campos, as quais foram organizadas e numeradas. Em seguida, o conteúdo das gravações foi transcrito sendo posteriormente cruzado com as notas de campos. A seguir, apresento de maneira breve as etapas que desenvolvi no decorrer da análise dos dados:

- 1) Inicialmente, ocorreu a “interação com os dados”, propriamente dita, como sugere a *grounded theory*, através da leitura de todo material transcrito, ou seja, realizei a leitura e releitura diversas vezes de todo o material, na tentativa de me “impregnar” dos dados.
- 2) O passo seguinte compõe o processo de “codificação”, em que os dados são examinados cautelosamente. Foram examinadas as transcrições, linha por linha, com a finalidade de extrair as propriedades e dimensões da experiência dos participantes para construir os códigos. Inicialmente, como primeira etapa do processo de análise de dados foi realizada uma “codificação aberta”, ou seja, um processo de desmembramento, exame, comparações,

seleção de palavras-chave a fim de gerar conceitos e categorização. Esse processo foi norteado pela interrogação da pesquisa, e por questões auxiliares, tais como: “Como os alunos entenderam a situação? Como eles estão traduzindo? O que eles estão levando em consideração?” Essas questões auxiliaram a identificação de passagens, as quais deram origem a episódios, que serviram como base ao desenvolvimento da entrevista com os alunos. Nestas entrevistas, fui questionando os alunos, procurando respostas a questões, as quais pudessem me fornecer subsídios para a identificação de propriedades e dimensões de códigos, o que me auxiliaria a descobrir categorias. Para Charmaz (2006), este tipo de codificação pode ajudar a identificar preocupações implícitas, bem como declarações explícitas.

3) Em seguida, os códigos foram reunidos um a um por suas similitudes conceituais, com a finalidade de formar categorias, que posteriormente foram nomeadas de forma abstrata e de maneira a ser representativa de grupos de conceitos ou subcategorias. No decorrer desse processo fiz algumas anotações, as quais me ajudaram na organização. Por exemplo: “Neste episódio, observo que o grupo durante a discussão não concordava com a fala do professor. Essa discussão de idéias entre alunos e professor pode fornecer subsídios para a produção de discussões técnicas? (anotação referente ao episódio “Lago do Sobradinho)”. Com essa ponderação, busquei analisar melhor a situação.

4) A próxima etapa desenvolvida foi à codificação axial. Neste processo analisam-se os conceitos selecionados, e após isto, os dados são agrupados de novas formas, através das conexões entre as categorias.

5) Seguindo, a codificação seletiva, onde é realizada uma revisão e avaliação das categorias, interagindo-as com o objetivo de formar uma teoria fundamentada nos próprios dados.

6) Por fim, foi realizada a fase do confronto dos resultados com a literatura.

Assim, o foco de investigação da *grounded theory*, com esta análise indutiva progressiva, move o trabalho teoricamente e abrange mais observações empíricas do que outras abordagens. Deste modo, o foco da *grounded theory* descreve uma imagem como um todo.

1.7 ORGANIZAÇÃO

Este relatório da pesquisa está organizado no formato *multi-paper*, uma alternativa para a apresentação de um trabalho de dissertação, que visa fornecer experiência para o pesquisador nos processos de edição, acelerar publicações e auxiliar na construção de programas de investigação. Segundo Duke e Beck (1999), este tipo de trabalho de dissertação é composto por “capítulos”, que teriam cada um: resumo, introdução, revisão da literatura, questões da investigação, metodologia, resultados e conclusões - e seria uma investigação auto-contida em artigos manuscritos, prontos para submissão à publicação.

Com essa estrutura, acreditam esses autores, que a opção de escrever a dissertação como uma série de artigos prontos para serem submetidos para publicação, pode ser uma maneira de resolver o problema da limitação de leitores da dissertação tradicional, já que pesquisadores e profissionais (professores, conselheiros, diretores) disponibilizam pouco tempo para procurar ou ler documentos no formato tradicional.

Com esse formato, destaco que estamos seguindo uma tradição iniciada na Área de Ensino de Ciências e Matemática, no qual cito como um modelo desse tipo de estilo a dissertação do Prof. Fábio Henrique de Alencar Freitas, intitulada “[Os estados relativos de Hugh Everett III: uma análise histórica e conceitual](#)”, orientada pelo Prof. Dr. Olival Freire Jr., defendida no ano de 2007, neste mesmo Programa de Pós Graduação (FREITAS, 2007).

Dessa forma, como sugerido pelos autores Duke e Beck (1999), essa pesquisa será composta por: um resumo, uma introdução e dois artigos publicáveis em revistas, além das considerações finais. Nesta introdução, a qual se insere a presente secção, foram apresentados o problema a ser pesquisado e os objetivos, situando-os na minha trajetória profissional. Desenvolvi também, uma discussão introdutória sobre os temas que tangenciam a interrogação da pesquisa, além de apresentar suas justificativas e busquei discutir teoricamente o que entendo sobre ambiente de Modelagem Matemática, focalizando os processos de interação dos alunos, na busca de compreender a produção e o desenvolvimento de suas discussões. Trouxe também, a metodologia utilizada, começando por apresentar a utilização da abordagem qualitativa. Apresentei os participantes da pesquisa, o contexto onde estão inseridos e explicito os métodos de coleta, bem como análise de dados.

Em seguida, apresento dois artigos: o primeiro destinado à publicação no periódico Boletim de Educação Matemática (Bolema), no qual pretendo abordar a produção das discussões técnicas e as experiências prévias dos alunos num ambiente de Modelagem, ou seja, como as experiências trazidas por alunos podem vir a influenciar à produção dessas discussões; o segundo será destinado ao caderno do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GEPEM) e terá como objetivo relacionar a produção das discussões técnicas, a intervenção do professor diante a resistência de um grupo de alunas e de que maneira essa intervenção pode oportunizar através dos espaços de interação a inserção e o estímulo da produção das discussões técnicas. Vale ressaltar que os dois artigos seguem as normas exigidas pelos periódicos em que serão publicados.

Compreendo que com esse formato de trabalho de dissertação, posso atingir um público maior de pesquisadores da área, o que dará a essa dissertação um cunho de autêntica peça de investigação, considerando que para Halstead (1988) *apud* Duke e Beck (1999), tal formato de trabalho, aumentaria o potencial da dissertação de ter um impacto real da investigação na comunidade acadêmica e profissional.

REFERÊNCIAS

ADLER, P. A.; ADLER, P. Observational techniques. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Ed.). **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks: Sage, 1994, cap. 23, p. 377-392.

AGROSINO, M. V. Recontextualizing observation: ethnography, pedagogy and the Prospects for a Progressive Political Agenda. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **The Sage Handbook of Qualitative Research**. Third Edition. Sage Publications: Thousand Oaks: London, 2005. p. 729-745.

ALMEIDA, L. M. W. Algumas reflexões sobre a pesquisa em Modelagem Matemática. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM MODELAGEM, 3., 2006, São Paulo. **Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**. Curitiba : SBEM.

ALMEIDA, L. M. W. ; BRITO, D. S. . Atividades de Modelagem Matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir? In: **Ciência e Educação** (UNESP), v. 11, p. 1-16, 2005.

ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, ano 17, n. 22, p. 19-36, 2004.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. O método nas ciências sociais. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método das ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1998. Parte II, cap. 6-7, p. 129-178.

ARAÚJO, J. L.; BARBOSA, J. C. Face a face com a Modelagem Matemática: como os alunos interpretam essa atividade? **Bolema: Boletim de Educação**, Rio Claro, n. 23, p. 79-95, 2005.

ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. **Dialogue and learning in mathematics education: intention, reflection, critique**. Dordrecht: Kluwer, 2002.

BARBOSA, J.C. Modelagem Matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, n. 15, p. 5-23, 2001.

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e a perspectiva sócio-crítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. **Anais...** São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C. Students discussions in Mathematical Modelling. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE TEACHING OF MATHEMATICS AT THE UNDERGRADUATE LEVEL, 3., 2006, Istanbul. **Proceedings...** Istanbul: Turkish Mathematical Society, 2006. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C. Mathematical modelling and parallel discussions. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION, 5., Larnaca (Cyprus). Paper presented at WG13 (Applications and Modelling). 2007a.

BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais.** Recife: SBEM, 2007b. p. 161-174.

BARBOSA, J. C. As discussões paralelas no ambiente de aprendizagem modelagem matemática. **Acta scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, Canoas, v. 10, n. 1, p. 47-58, 2008.

BARBOSA, J. C.; SANTOS, M. A. Modelagem matemática, perspectivas e discussões. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. 1 CD-ROM.

BARWELL, R. Discursive Psychology and Mathematics Education: Possibilities and Challenges. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 35, n. 5, p 201-207, 2003.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: Uma Nova Estratégia.** São Paulo: Contexto, 2002.

BEAN, D. Realidade como interação com o mundo. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2005, Feira de Santana/BA. **Anais da IV CNMEM.** Feira de Santana/BA, 2005.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática & Implicações no Ensino e Aprendizagem de Matemática**. Blumenau: Ed. Da Furb, 1999.

BOGDAN, R C., BIKLEN, S.K. **Qualitative research in education: An introduction to theory and methods**. Boston, MA: Allyn and Bacon, 1992.

BORBA, F. S. **Dicionário de usos do português do Brasil**. São Paulo: Ática, 2002.

BORROMEO FERRI, R. Theoretical and empirical differentiations of phases in the modeling process. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 38, n. 2, p 86-95, 2006

BURAK, D.. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: EPEM-ENCONTRO PARANAENSE DA MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina. **Anais do I EPMEM**, 2004.

CALDEIRA, A. D. A Modelagem Matemática e suas relações com o currículo. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2005, Feira de Santana/BA. **Anais da IV CNMEM**, 2005. v. 1. p. 1-2.

CHARMAZ, K. **Constructing grounded theory: a practical guide through qualitative analysis**. London: Sage, 2006.

CHRISTENSEN, O. R.; SKOVSMOSE, O.; YASUKAWA, K. The mathematical state of the world - explorations into the characteristics of mathematical descriptions. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 77-90, 2008.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introduction: The Discipline and the Practice of Qualitative Research. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **The Sage Handbook of Qualitative Research**. Third Edition. Sage Publications:Thousand Oaks: London, 2005. p. 1-32.

DUKE, N. K; BECK S. W. Education Should Consider Alternative Formats for the Dissertation. **Educational Researcher**, Vol. 28, No. 3, pp. 31-36, 1999.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 3. ed. Curitiba: Positivo, 2004.

FIorentini, D. e Lorenzato S. **Investigação em educação Matemática: Percursos Teóricos e Metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2006.

Fontana, A.; Frey, J. H. Interviewing: the art of science. In: Denzin, N. K.; Lincoln, Y. S. **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks: Sage, 1994. cap. 22, p. 361-376.

Freitas, F. H. A. **Os estados relativos de Hugh Everett III: uma análise histórica e conceitual**. Salvador: UFBA, 2007. 70p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós – Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

Galbraith, P. & Stillman, G. **A framework for identifying student blockages during transitions in the modeling process**. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38, 2, 143- 162, 2006

Galbraith, P., Stillman, G., Brown, J., & Edwards, I. (2006). Facilitating middle secondary modelling competencies. In: C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan, (Eds.), **Mathematical modelling (ICTMA12): Education, engineering and economics**. Chichester, UK: Horwood Press

Hamson, M. J. The Place of Mathematical Modelling in Mathematics Education. In: Lamon, S.J.; Parker, W. A.; Houston, S. K.. (Ed.). **Mathematical Modelling in Education and the culture: ICTMA 11**. Chichester: Horwood Publishing, 2003. pg. 215 – 226.

Jacobini, O. R. ; Wodewotzki, M. L. L . Mathematical modelling: a path to political reflection in the mathematics class. **Teaching Mathematics And Its Applications**, Oxford Journals, University of Oxford, v. 25, n. 1, p. 33-42, 2006.

Kaiser, G.; Sriraman, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 38, n. 3, p. 302-310, 2006.

LERMAN, S. Cultural, discursive psychology: a sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v.46, n.1-3, p.87-113, 2001.

LÜDKE, Marli E.D.A. André. **Pesquisa em Educação: Abordagem Qualitativa**, São Paulo: EPU, 1986.

MEYER, J. F. C. A. **Educação Matemática e Ambiental: Uma perspectiva pragmática?** Disponível em: <http://paje.fe.usp.br/~etnomat/anais/JoaoFrederico.html>. Acesso em 27/08/2008.

OREY, D. C. ; ROSA, Milton . Vinho e Queijo: Etnomatemática e Modelagem. **Bolema - Boletim de Educação Matemática**, Universidade Estadual Paulista, v. 16, n. 20, p. 1-16, 2003.

SILVA, J. N. D. As Discussões Técnicas num Ambiente de Modelagem Matemática. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba : SETOR DE EDUCACAO - UFPR, 2007. CD-ROM.

SKOVSMOSE, O. Reflective knowledge: its relation to the mathematical modeling process. **Int. J. Math. Edu. Sci. Technol.**, v.21, n.5, p.765-779, 1990.

SKOVSMOSE, O..**Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.**

SKOVSMOSE, O. **Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica**; tradução de Orlando de Andrade Figueiredo; Jonei Cerqueira Barbosa. Campinas,: Papirus, 2008.

WERTSCH, J. V. **Mind as action**. New York: Oxford Unviersity Press, 1998.

2 ARTIGO I

Modelagem Matemática: As Discussões Técnicas e as Experiências Prévias de um Grupo de Alunos

Jonson Ney Dias da Silva³
Jonei Cerqueira Barbosa⁴

Resumo

Este artigo tem o objetivo de analisar como as experiências prévias dos alunos influenciam na produção das discussões técnicas em um ambiente de modelagem matemática. Por **discussão técnica**, entendemos “toda tradução de um fenômeno eleito (oriundo do dia – a – dia ou de outras áreas da ciência) em termos matemáticos”. Esta pesquisa foi realizada com um grupo de alunos de um Curso de Licenciatura em Matemática em uma sala de aula de uma universidade pública no Brasil. A natureza da pesquisa é qualitativa e os dados foram coletados através da observação e entrevistas, a qual foi registrada através da filmagem. Os resultados sugerem a influência das experiências prévias dos alunos na produção das discussões técnicas durante o desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática.

Palavras-Chave: Modelagem Matemática; Interação aluno-aluno; Discussões Técnicas.

Abstract

³ Mestre pelo Programa de Pós – Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia (UFBA – Salvador/ Ba) e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS – Feira de Santana/ Ba). Membro do Núcleo de Pesquisa em Modelagem Matemática sediado na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS – Feira de Santana/ Ba). Home: www.uefs.br/nupemm

⁴ Professor do Departamento de Ciências Exatas da UEFS e do Programa de Pós – Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia (UFBA – Salvador/ Ba) e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS – Feira de Santana/ Ba). Coordenador do Núcleo de Pesquisa em Modelagem Matemática sediado na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS – Feira de Santana/ Ba). Home: www.uefs.br/nupemm

This paper aims to present an analysis of how students' previous experiences may influence in the production of technical discussions in an environment of mathematical modeling. This article has the objective of analyzing how the students' previous experiences influence the production of the technical discussions in a mathematical modelling environment. By technical discussion, we mean “all translation of a selected phenomenon (from the daily routine or from other fields of science) into mathematical terms. This research was carried out with a group of students of an undergraduate course in mathematics in a classroom of a public university in Brazil. This research is a qualitative one, and the data have been collected through observation and interviews, which have been registered through video recording. The results suggest the influence of the students' previous experiences in the production of the technical discussions during the development of an activity of mathematical modelling.

Keywords: Mathematical modelling; student-student interaction; Technical Discussions.

2.1 INTRODUÇÃO

A modelagem matemática⁵ pode ter como propósito desenvolver atividades que podem dar subsídios aos alunos na compreensão de como a matemática é utilizada nas práticas sociais (BARBOSA, 2001). Essa perspectiva de modelagem – denominada *sócio-crítica* por Barbosa (2003) – enfatiza a atuação do aluno na sociedade, analisando o papel da matemática nos debates sociais.

Barbosa e Santos (2007) argumentam que a expressão “sócio-crítica”, reportada por Barbosa (2003, 2006) denota um modo de ver a modelagem na Educação Matemática como um reconhecimento àquelas práticas pedagógicas que compreendem este ambiente como uma oportunidade para os alunos discutirem a natureza e o papel dos modelos matemáticos na sociedade (KAISER; SRIRAMAN, 2006). Apontamos que o referido aspecto é passível de se firmar como uma das razões para se desenvolver a modelagem em sala de aula, tendo em vista que os alunos podem abordar problemas imediatos referentes à qualidade de vida no bairro, na cidade e na região, bem como em outras esferas de similar interesse.

Desta maneira, destacamos que os professores podem incentivar os alunos para que estes, como apontam Orey e Rosa (2003), analisem criticamente a cultura dominante e a

⁵ Para evitar repetições da expressão modelagem matemática, utilizaremos o termo modelagem.

própria cultura através da matemática. Este argumento nos remete à Educação Matemática Crítica, cuja preocupação – de acordo com Alro e Skovsmose (2006) – é saber como a matemática influencia os ambientes cultural, tecnológico e político, além de buscar compreender como se configura a sua participação no desenvolvimento da cidadania.

Assim como em Barbosa (2003), assumimos modelagem como um ambiente de aprendizagem⁶ no qual, os alunos, por meio da matemática, são convidados a indagar e estimulados a investigar situações originadas de outras áreas da realidade. Desta forma, entendemos que este ambiente de aprendizagem se desenvolve no espaço social de uma sala de aula, local que se encontra repleto de relações interpessoais, o que possibilita aos participantes a produção de diversos tipos de ações, como: esquematizar, desenvolver operações aritméticas, gerar equações, fazer desenhos, traçar gráficos, e, principalmente, produzir discursos.

Barbosa e Santos (2007) apontam a necessidade de se compreender os caminhos desenvolvidos pelos alunos, buscando entender a forma como tais ações são trazidas e tratadas pelos participantes no desenvolvimento de uma atividade de modelagem.

Numa perspectiva sócio-cultural (LERMAN, 2001), assumimos que a interação no ambiente de modelagem é constituída por práticas discursivas que auxiliam os alunos a organizarem suas estratégias no desenvolvimento da atividade. Para Lerman (2001), a análise das práticas discursivas é central, porque os significados nos precedem e somos constituídos a partir da linguagem e práticas associadas em diversos contextos que participamos. Sendo assim, entendemos que as ações dos alunos no ambiente de modelagem podem ser compreendidas através de suas práticas discursivas.

Como consequência, tomamos as práticas de modelagem em termos dos discursos. Discurso refere-se a todas as formas de linguagem, incluindo gestos, sinais, artefatos, mímicas e assim por diante (Lerman, 2001). Em particular, assumimos discussão como enunciações orais no ato de produzir um discurso.

Essas discussões são desenvolvidas nos espaços de interações, ou seja, nos encontros entre alunos ou entre estes e o professor, cujo propósito é debater a respeito dos

⁶ Conforme sugerido por Skovsmose (2008), ambiente de aprendizagem refere-se às condições propiciadas aos alunos para desenvolverem suas ações.

encaminhamentos referentes ao desenvolvimento da atividade de modelagem (BARBOSA, 2006), visando uma resolução para situação em estudo. Isto pode se encaminhar para uma possível produção de um modelo matemático que retrate a situação.

Neste artigo, consideraremos modelo matemático como toda representação matemática da situação pesquisada, como aponta Barbosa (2008). No caso específico, tem-se a representação por escrito, isto é, as idéias que os alunos ou o professor registram no papel através de objetos matemáticos (símbolos, idéias, algoritmos). Este autor argumenta que para se contemplar um modelo matemático é necessário que este seja um discurso escrito, no qual objetos matemáticos são utilizados de alguma maneira.

As discussões produzidas pelos alunos com o intuito de desenvolver um modelo matemático nos espaços de interação compõem as rotas de modelagem. Borromeo Ferri (2006) propõe tal noção para indicar as ações dos alunos através dos processos nos níveis interno e externo que os mesmos realizam durante as atividades de modelagem. Referindo-se ao nível externo e limitando-se à definição proposta por Borromeo Ferri (2006), Barbosa (2007) considera que essas rotas de modelagem são de natureza discursiva e têm como foco, os discursos produzidos com o propósito principal de construir representações matemáticas para a situação-problema em estudo. Para este autor, fazem parte dessas rotas:

- as discussões matemáticas, que se referem aos conceitos e procedimentos da disciplina matemática pura;
- as discussões técnicas, que se referem à tradução do fenômeno eleito para estudar em termos matemáticos;
- as discussões reflexivas, que se referem à conexão entre os pressupostos utilizados na construção do modelo matemático e os resultados, bem como a utilização destes últimos na sociedade.

Durante uma atividade de modelagem, essas discussões ocorrem sem seguir uma ordem pré-estabelecida. Muito embora possamos identificá-las através do conteúdo que as caracterizam, isto não significa como salienta Barbosa (2008), que estas discussões possuem fronteiras claras. O autor aponta que, no nível empírico, é possível identificá-las devido às

intersecções e superposições, e que a sua utilidade repousa sobre sua potencialidade de descrição (e estruturação) das práticas discursivas no ambiente de modelagem.

A seguir, aprofundaremos a discussão sobre as discussões técnicas, já que o foco neste artigo é analisar como as experiências prévias dos alunos influenciam na produção dessas discussões num ambiente de modelagem.

2.2 DISCUSSÕES TÉCNICAS

Na introdução deste artigo, apresentamos as discussões técnicas, como aquelas que são realizadas num ambiente de modelagem referentes à *tradução* de um fenômeno eleito em termos matemáticos. Essa definição vem de reflexões acerca do entendimento de discussões técnicas em Barbosa (2001, 2003, 2006, 2007, 2008), em particular, focalizando o modo como os alunos estruturaram a situação em estudo em termos de hipóteses, variáveis e relações matemáticas.

O termo “*tradução*” denota, neste estudo, o ato ou efeito de traduzir, interpretar, representar, simbolizar, transladar e explicar (FERREIRA, 2004). Portanto, compreendemos que esse termo se encaixa na definição de discussões técnicas, tendo em vista que essas discussões referem-se ao momento de explicar, traduzir, interpretar uma determinada situação em termos matemáticos.

Christensen, Skovsmose e Yasukawa (2008) apresentam essa “tradução”, como um processo de matematização de transformações matemáticas que tem como objetivo reduzir a situação estudada a descrições matemáticas. Essas transformações, segundo eles, sempre estão sujeitas a conter implícita e explicitamente influências dos seus criadores, pois os mesmos refletem na sua construção interesses ou intencionalidades. Assim, remetendo ao nosso estudo (e focalizando nos discursos produzidos no ambiente de modelagem em sala de aula), compreendemos que essas transformações matemáticas identificadas por estes autores, em nível de discurso no contexto escolar, podem ser interpretadas como as discussões técnicas que, por sua vez, também sofrem influências na sua produção.

No estudo de Araújo e Barbosa (2005), por exemplo, o qual apresentou o caso de um grupo de alunas que desenvolveu uma *estratégia inversa* durante a tarefa de Modelagem, identificamos, assim como os autores, uma intencionalidade na discussão das alunas durante a interpretação e desenvolvimento da situação. Essa intencionalidade conduziu essas alunas a desenvolverem a atividade de modelagem por meio de uma *estratégia inversa* àquela proposta

pelo professor, tomando como ponto de partida da atividade um conteúdo matemático pré-estabelecido. Segundo estes autores, um dos motivos das alunas valerem-se dessa estratégia foi o fato delas terem utilizados suas experiências prévias.

A tentativa de compreender como as experiências prévias dos alunos influenciam a produção das discussões técnicas desenvolvidas nos espaços de interações é o propósito deste artigo. Essa compreensão pode ajudar a entender como essa produção influencia o andamento do ambiente de modelagem e como a dinâmica destas discussões pode fornecer subsídios aos professores para o acompanhamento e o desenvolvimento da atividade dos alunos.

2.3 CONTEXTO DO ESTUDO

Os dados utilizados no presente estudo foram coletados na disciplina “Instrumentalização para o Ensino da Matemática (INEM) VI”, com foco nos Temas Transversais, numa turma do 6º semestre do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, ministrada pelo segundo autor deste artigo. A turma era constituída por 15 alunos oriundos de semestres variados.

Segundo o projeto curricular do curso mencionado, a disciplina em questão tinha o objetivo de potencializar os futuros professores de matemática para a organização de situações didáticas voltadas para a compreensão da realidade social e dos direitos e responsabilidades em relação à vida pessoal, coletiva e ambiental, ou seja, buscar soluções para adequar os conteúdos matemáticos às questões de urgência social. A partir da transversalidade, trata-se de descobrir estratégias para a utilização da matemática na construção de conceitos e atitudes que formarão o cidadão.

Temas Transversais procuram promover a integração das disciplinas; e, no caso especial da Matemática, tem-se a tentativa de ser feita uma conexão entre ela e outras disciplinas. Diante deste contexto, o ambiente de modelagem não deixa de ser utilizado, pois a matemática oportuniza estudar e compreender fenômenos de outras disciplinas e do dia-a-dia, abrindo espaço para a inclusão de experiências extra-escolares.

As aulas ocorreram uma vez por semana com carga horária de 4 horas e eram divididas em três momentos. No primeiro momento, o professor debatia com os alunos sobre um assunto proposto por ele. Às vezes, ele trazia reportagens e dados sobre o tema a ser abordado. No segundo momento, os alunos eram convidados a desenvolver uma determinada

questão em grupo, finalizando com a apresentação e a discussão das conclusões da atividade, fechando assim o terceiro momento do encontro.

Durante a observação, foram coletados dados em diferentes grupos, tendo em vista que, nessa disciplina, o professor teve a oportunidade de desenvolver a atividade de modelagem referente ao caso 1, onde o professor apresenta um problema devidamente relatado com dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos a investigação (BARBOSA, 2003). Além disso, há um projeto de modelagem referente ao caso 3, que trata de projetos desenvolvidos a partir de temas ‘não matemáticos’, os quais podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos (BARBOSA, 2003).

Para esse artigo, foram trazidos os dados vindos de uma atividade de modelagem, caso 1, desenvolvida pelo grupo formado pelos alunos Elma, Kati, Luciano, Nina, e Paulo⁷. Essa atividade aconteceu em um dia de aula e foi dividida em três momentos, como citado em parágrafo anterior.

Atentamos para um trecho de um episódio onde identificamos a influência das experiências prévias dos alunos na produção das discussões técnicas dos mesmos num ambiente de modelagem. Tal aspecto destacou a relevância desse incidente, tendo em vista ir ao encontro dos objetivos deste artigo, o que nos fez recortá-lo e trazê-lo para análise aqui. O trecho do episódio refere-se à apresentação dos resultados encontrados por um grupo de alunos ao professor e aos demais alunos da turma.

2.4 METODOLOGIA

Neste tipo de estudo em que se investiga a atividade discursiva dos alunos no ambiente de modelagem, a metodologia utilizada se enquadra no que se pode denominar de estudo qualitativo, pois, segundo Bogdan e Biklen (1994), esse tipo de estudo tem o interesse de investigar problemas tais como eles se manifestam nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas, sendo o ambiente natural a fonte direta dos dados.

Foi selecionado um grupo para observação, a qual se deu através do contato direto com os autores envolvidos, pois ocorreu no ambiente natural onde os discursos dos alunos foram produzidos. O primeiro autor, que não era professor da disciplina, acompanhou todos os

⁷ Pseudônimos escolhidos pelos alunos do grupo observado.

momentos da aula, bem como todas as atividades desenvolvidas na disciplina. As observações aconteceram durante todas as aulas e foram registradas através de filmagem. Também foram feitas as cópias de todos os materiais escritos desenvolvidos pelos alunos durante a atividade.

Neste estudo optou-se por utilizar a observação de natureza não-estruturada, aquela na qual, de acordo com Alves-Mazzotti (1998), os comportamentos a serem observados não são predeterminados – são observados e relatados da forma como ocorrem, visando descrever e compreender o que está ocorrendo numa dada situação. Tendo em vista os objetivos da pesquisa, interessamo-nos pelas interações verbais realizadas entre os alunos e entre estes e o professor durante o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem.

Buscando uma maior compreensão dos dados analisados nas gravações e na tentativa de compreender melhor o fenômeno, foi utilizada a entrevista dos participantes da pesquisa. De acordo com Fontana e Frey (1994), a entrevista é válida tanto como instrumento quanto como objeto, pois possibilita o acesso a informações não disponíveis por outros meios e permite o esclarecimento sobre o que é verbalizado, dando ao entrevistador condições de entender as visões do participante.

Os dados filmados foram brevemente analisados e em seguida discutidos com os participantes através de entrevistas semi-estruturadas, as quais, segundo Fiorentini Lorenzato (2006), demandam ao pesquisador organizar um roteiro de pontos a ser abordado durante sua realização, aprofundando questões específicas, mudando a ordem dos pontos ou formulando questões não previstas inicialmente.

A análise dos dados foi inspirada na *Grounded Theory* (CHARMAZ, 2006), tendo como finalidade suscitar compreensões teóricas fundamentadas no inter-relacionamento do referencial teórico com os registros das evidências coletadas e norteadas pelo foco da investigação. Este processo de análise foi realizado em duas fases: na primeira, ocorreu a leitura linha por linha das transcrições da observação e das entrevistas e a codificação dos “focos” de produção das discussões técnicas; e, na segunda, esses “focos” de produção foram reunidos em categorias mais gerais para discuti-las à luz da literatura.

Como mencionamos anteriormente, para este artigo selecionamos um episódio em que os alunos dão visibilidade à influência das experiências prévias em suas discussões no ambiente de modelagem.

2.5 EPISÓDIO: A LATA DE REFRIGERANTE

O episódio apresentado a seguir refere-se a um dia de aula no qual o professor discutiu com os alunos um dos problemas da indústria de bebida enlatada: a questão do gasto de alumínio para a produção de latas. Inicialmente, o professor apresentou e discutiu com toda a turma o tema a ser trabalhado. Após essa discussão inicial, ele convidou os alunos a se reunirem em grupos. Em seguida, distribuiu uma lata de refrigerante a cada grupo formado, propondo que os alunos produzissem um novo formato de lata, que otimizasse o gasto de alumínio na sua fabricação e que o mesmo pudesse ser comercializado.

Os alunos se reuniram em grupos e começaram a discutir acerca das informações necessárias para a realização do estudo. Eles desenvolveram a atividade fazendo anotações com base nas discussões que realizavam entre eles e nos questionamentos levantados pelo professor nos espaços de interação. Após o desenvolvimento da atividade pelos grupos e conseqüentemente a elaboração de uma possível solução por eles, o professor solicitou que todos socializassem com os colegas o que tinham produzido. A aluna Kati foi escolhida pelo grupo para apresentar a solução desenvolvida por eles.

Os trechos abaixo mostram parte dos discursos produzidos pelos alunos enquanto eles socializaram suas conclusões acerca da otimização da lata com o restante da turma. A parte em sombreadas refere-se ao que reconhecemos como discussões técnicas.

(1) **Kati:** O nosso raciocínio no início foi igual ao das meninas [*Se referindo ao outro grupo de alunos que já haviam apresentado*].

(2) **Professor:** Hum hum.

(3) **Kati:** A gente... Por que eu cheguei a uma conclusão aqui, que eu não sei se está certo ou errado. É porque foi rápido, entendeu? [*risos*] Mas é o seguinte, a gente tentou calcular o volume da lata e a área, certo?

(4) **Professor:** Certo

(5) **Kati:** O volume a gente fez como as meninas [*referindo ao grupo de alunos da apresentação anterior*]... Primeiro, a gente fez o volume do cilindro [*referindo-se a parte C da figura 1*]...

(6) **Paulo:** Principal.

(7) **Kati:** É o principal. Depois, a gente calculou o volume desse tronco do cone [*parte D da figura 1*]... e calculamos o volume desse pequeno tronco do cone [*parte B da figura 1*] e mais o volume desse calota [*parte E da figura 1*]... Aí... Não!...A gente... Isso também.

Figura 1

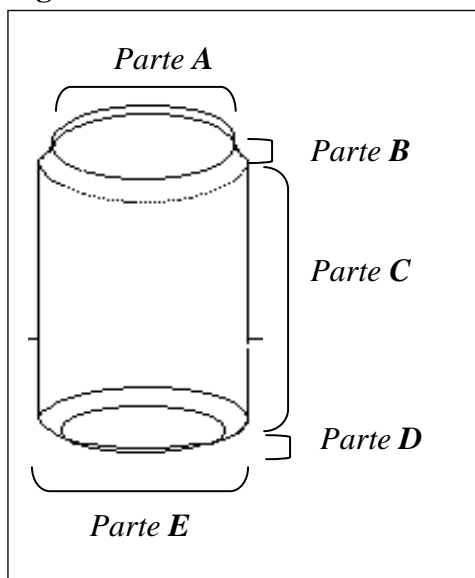


Figura 2

Vale ressaltar que a figura 1 é a reprodução do desenho feito pelos alunos durante a resolução do problema e foi dividida em partes para o melhor entendimento do leitor sobre as falas dos alunos. Enquanto que a figura 2 retrata a lata que foi entregue aos alunos no início da atividade.

Nesse trecho, é possível observar que as enunciações sublinhadas indicam como o grupo interpretou em termos matemáticos a situação proposta pelo professor. Segundo Kati, o grupo optou em reduzir o fenômeno em função do volume e da área da lata, seguindo a idéia de outros colegas de sala. As falas da aluna mostram a estratégia de decompor a lata em sólidos geométricos já conhecidos (*cilindro, tronco de cone e calota*), com o objetivo de encontrar o volume total da lata em questão.

Na entrevista, Kati explicou o porquê recorreu a essa estratégia: “*O problema era... Ele (professor) deu a lata pra gente... Ele deu lata e disse: eu quero que vocês trabalhem com a lata. Eu quero que vocês vejam qual seria uma outra embalagem que seria mais lucrativa para o produtor... A primeira coisa que a gente fez foi separar as figuras geométricas conhecidas, aplicando o conhecimento que já tínhamos*”.

Mais adiante, o grupo calculou o volume de cada sólido, somou cada um deles e calculou o volume total da lata. No trecho a seguir, o grupo continua a interpretar a situação através da relação entre as partes da lata com figuras geométricas que eles já conheciam.

(8) Kati: Daí, a gente considerou o seguinte... A quantidade de material é 350 cm^3 [valor referente ao volume de líquido da lata], só que tem essas variáveis de... pá [Gíria da aluna referindo-se a quantidade de variáveis] que tem que ter pra isso e pra aquilo outro. Então, a gente considerou o seguinte... Que qualquer outra lata que a gente tenha o volume vai ter que esse $357,54$... Só o que a gente quer é diminuir a quantidade de material, não é isso? A altura máxima...

(9) Professor: O valor de $357,54 \text{ cm}^3$ vai ter qualquer outra lata?

(10) Kati: Isso, que é o volume. Que vai caber o material e que ainda vai ter essa área de escape... Aquilo que tem essa variante que a gente não sabe pra que entra isso. Aí, a gente fez o seguinte... Essa altura máxima aqui foi $12,3$ a altura toda, incluindo tudo, né?... Essa base de baixo e essa base de cima deu $12,3$.

(11) Professor: Exato.

No trecho anterior, nas falas (8) e (10), a aluna evidenciou que o grupo, ao identificar o problema a ser resolvido, considerou as dimensões encontradas do volume da lata e da área de escape, pois os alunos notaram que o volume apresentado na embalagem (350 ml , ou seja, 350 cm^3) é inferior o volume encontrado por eles ($357,54 \text{ cm}^3$). Eles denominaram “área de escape” a diferença entre os volumes. Na entrevista, Kati explicou o porquê de se considerar essa área de escape: “Depois que a gente achou essa área total a gente supôs o seguinte... Independente da forma que tenha nossa próxima lata, o volume vai ser o mesmo, porque a gente não sabe quais são as variáveis que tão levando essa lata a ter um volume maior que a quantidade de litro.” Neste trecho da entrevista, percebemos que o grupo de alunos levou em consideração os dados que eles consideraram necessários para tentar explicar a situação.

(12) Kati: Então, o que foi que a gente fez: suposto uma altura maior...Aí, eu supondo 16 e imaginando que a minha lata seria um cilindro reto oco o de vocês... Aí, eu vou ter um valor máximo pra o raio... A gente vai achar uma inequação, por que...Aí, a gente vai calcular a área e vai ter que ser menor do... A área que achei, que é de 269 cm [área encontrada através dos cálculos realizados pelo grupo].

(13) Professor: De modo que não ultrapasse o que já gastou nessa lata?

(14) Kati: Isso, eu calculei uma área e fiz uma inequação, na área dessa próxima... Eu supus a altura, não é isso? Que é 16 . Só que aí, eu não sei quanto vai ser o raio da minha base... Aí, eu supus que essa inequação do 2° grau que eu vou achar? Será que foi menor

que a área que eu achei antes, que foi de 269? E pelos meus cálculos aqui, o raio teria que ser menos do que 7,4. Aí, você gastaria menos, eu não sei quanto menos, mas você gastaria menos e teria o mesmo volume.

Nas falas (12) e (14), observamos que o grupo, ao considerar a lata um cilindro reto e oco, fez o uso da estratégia de variação da altura. Nesse momento, o grupo decidiu conjecturar um valor para a altura da lata, na tentativa de encontrar o valor do raio máximo da base, o que levou a gerarem uma inequação que limitasse esse raio do novo sólido. Neste trecho, as enunciações em destaque mostram como os alunos interpretam a situação matematicamente, utilizando-se de tópicos matemáticos nos instantes em que decidem supor uma altura e durante a resolução de uma inequação do 2º grau.

Durante a entrevista, Kati explicou que “*quando começamos a variar a altura da lata, eu percebi que o raio... ele acontecia em função da altura e a altura acontecia em função do raio... Aí, apresentava duas inequações*”. Nesse momento da entrevista, a aluna relata suas observações quando o grupo decidiu supor a altura, o que levou a encontrar as inequações do problema.

Seguindo a apresentação da atividade, Kati apresentou os valores encontrados pelo grupo com essa variação da altura. O professor percebeu que os resultados apresentados não correspondiam aos cálculos apresentados e fez questionamentos à aluna, levando-a a re-analisar os cálculos apresentados no quadro. Em seguida, o professor fez questionamentos propondo a validação dos dados apresentados pelo grupo, o que instigou vários alunos da turma a se envolverem na discussão sobre a construção do modelo proposto pelo grupo.

(15) Professor: Vou fazer uma simples comparação. Vamos pegar essa lata de 16, com esse tipo de altura, com esse raio máximo. Vamos calcular a área total e comparar com o que gasta de lata com esse aí.

(16) Aluno⁸: Oh gente, é o seguinte, quando as meninas tão falando em forma de um cilindro e considera essa parte [*referindo-se parte E da figura 1*],... Essa parte é importante, por que... Empresta outra lata [*Pedindo a lata a uma outra aluna da turma*]...

(17) Aluno: Por causa do encaixe.

⁸ O aluno apresentado não faz parte do grupo observado.

- (18) Aluno: Por causa do encaixe, senão tiver essa parte, vai ser difícil... [mostrando com as latas, o encaixe da parte A com a parte E, representados na figura 1].
- (19) Kati: Mas, a lata de leite também... A lata de leite não, a lata de óleo...
- (20) Aluno: Também encaixa... E é um...
- (21) Kati: Mas, a borda da lata de óleo também, tem essa diferença. Essa diferença que faz encaixar...

Observamos, nas falas (16), (17) e (18), a preocupação do aluno em considerar o formato da calota, por razões práticas, na tradução do problema. Segundo o mesmo, essa parte é importante por promover um encaixe entre duas latas. Logo após sua fala, o restante dos alunos sugere outros exemplos de latas que possuem essa região que permite encaixe, tentando dessa forma dar “força” ao seu argumento. Neste instante, percebemos que os alunos utilizam suas experiências pessoais para argumentar suas escolhas e suas decisões no desenvolvimento da atividade.

Após a discussão, Kati relatou que o grupo, considerando a lata um cilindro oco, decidiu por utilizar as fórmulas de área total e volume de um cilindro, supondo uma altura de 16 cm, na tentativa de encontrar um raio e conseqüentemente uma nova área que reduzisse o gasto de material na fabricação. Após as resoluções algébricas na lousa, como mostra a figura 3, o grupo chegou à conclusão de que a lata, para otimizar o gasto de alumínio deveria ter uma altura de 16 cm e um raio de 2,67 cm. Dessa forma, esta nova lata teria o mesmo volume de 357 cm^3 e uma área de $269,58 \text{ cm}^2$ (desconsiderando as áreas duas bases de $44,68 \text{ cm}^2$).

The image shows handwritten mathematical work on a chalkboard. It includes the following steps and formulas:

- 1) $A_{CT} = 2\pi R^2 + 2\pi R h$ (Total Area of the cylinder)
- $V = 357 \text{ cm}^3$ (Fixed Volume)
- $V = \pi R^2 h$ (Volume of the cylinder)
- 2) $\frac{357}{\pi R^2} = h$ (Substituting h from the volume formula into the area formula)
- $A = 2\pi R^2 + 2\pi R \frac{357}{\pi R^2}$ (Substituting h into the area formula)
- $A = 2\pi R^2 + \frac{714}{R}$ (Simplified area formula)
- $A = \frac{2\pi R^3 + 714}{R}$ (Further simplification)
- $A_T = 269,58 \text{ cm}^2$ (Final calculated total area)
- $V_c = A_b \times h$ (Volume of the new can)
- $357,54 = A_b \times 16$ (Equating volumes)
- $\frac{357,54}{16} = A_b$ (Solving for the new area)
- $A_b = 22,34$ (Final calculated area of the new can)

Figura 3 - Imagem referente aos cálculos realizados pelo grupo durante a resolução da situação-problema.

Este episódio é um exemplo de como podem ser produzidas as discussões técnicas. Percebemos que os alunos, inicialmente, identificaram e relacionaram a atividade desenvolvida na sala de aula com conteúdos matemáticos conhecidos, e em seguida com

situações vivenciadas por eles no dia-a-dia para sustentar a escolha de determinadas variáveis (como no caso apresentado, o espaço do encaixe da lata - calota). Notamos que as experiências prévias (conteúdos matemáticos e situações do dia-a-dia) dos alunos influenciaram a produção das discussões técnicas, pois durante a tradução da situação, o grupo utilizou da associação de partes da lata com sólidos geométricos.

2.6 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi compreender como as experiências prévias dos alunos influenciam na produção das discussões técnicas num ambiente de modelagem. Como dito anteriormente, entendemos por estas discussões como aquelas referentes à tradução de um fenômeno eleito para estudar em termos matemáticos. A partir daqui, conduziremos uma discussão sobre as interpretações levantadas do episódio acima, à luz da literatura.

Na primeira parte, observamos que o grupo relacionou a lata de refrigerante com figuras geométricas que eles já conheciam. Com a finalidade de traduzir a situação, os alunos optaram em decompor a lata de refrigerante apresentada pelo professor em sólidos geométricos conhecidos, na tentativa de encontrar seu volume total. Essa estratégia é reforçada quando a aluna Kati, durante a entrevista, deixa claro que nos momentos iniciais da atividade o grupo fez o uso da estratégia de decomposição de figuras geométricas conhecidas, aplicando tópicos matemáticos já estudados.

Nesse momento inicial da atividade, notamos que os membros do grupo perceberam que poderiam desenvolvê-la fazendo uma relação com tópicos matemáticos conhecidos. Isso ocorreu porque que essa atividade foi desenvolvida no contexto escolar, o qual guiou os alunos a utilizarem argumentos sustentados em um conjunto de valores ligados tradicionalmente à disciplina escolar intitulada Matemática.

Esta situação caracteriza o poder formatador da matemática, ou seja: os alunos utilizam objetos matemáticos do contexto escolar para criar representações de certa realidade (SKOVSMOSE, 1994). Segundo o autor, a natureza crítica deste fenômeno está no seu uso como regulador da vida social, em especial, nos casos dos modelos matemáticos que têm sua flexibilidade moldada de acordo os seus pressupostos e os objetos matemáticos utilizados na sua construção (BARBOSA; SANTOS, 2007). As ações são limitadas às possibilidades oferecidas pelo modelo matemático.

Em seguida, observamos que o grupo decide atribuir um valor para a altura, tentando encontrar um valor máximo para o raio; isto levou os mesmos a gerarem uma inequação que permitisse encontrar o valor do raio de maneira que a área fosse menor que o valor encontrado da lata. Segundo o relato da própria aluna na entrevista, isso aconteceu pelo fato dos membros do grupo não conseguirem identificar quais as variáveis a serem consideradas para encontrar um volume maior da lata do que a quantidade de litro apresentada na embalagem.

Seguindo com a atividade, o grupo, recorrendo ao seu cotidiano através de aspectos em suas vivências, decidiu considerar determinadas variáveis (área da calota da lata) na tentativa de entender questões que surgiram no desenvolvimento da atividade.

Observamos neste momento, que o contexto social ofereceu aos alunos um sistema simbólico de representação de determinada realidade, o que permite uma interpretação e uma organização dos dados recolhidos a partir da experiência real do mundo (LERMAN, 2001). O episódio reforça o que apontam Araújo e Barbosa (2005): ao entrar na escola, o aluno considera os parâmetros da prática escolar, mas não deixa de considerar suas demais experiências.

Também neste episódio, observamos que o objeto em estudo – a lata – estabeleceu “limites” do que era ou não permitido considerar de fato na tradução, já que a situação trabalhada deveria ter impressões de sentido para os alunos. Segundo Carreira (2000), isso acontece pelo fato dos alunos não modelarem o mundo, mas especialmente modelarem um mundo concebível.

2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste artigo foi o de compreender como as experiências prévias dos alunos influenciam a produção das discussões técnicas desenvolvidas num ambiente de modelagem. Para tal objetivo, identificamos a produção das discussões técnicas como interações discursivas entre um grupo de alunos e entre estes e o professor durante a apresentação das conclusões de uma atividade de modelagem.

Uma das conclusões é a de que nos momentos iniciais da atividade a produção das discussões técnicas esteve diretamente associada às relações estabelecidas pelos alunos entre a situação com tópicos matemáticos conhecidos. Esta parte sugere que o contexto escolar guia

os alunos a utilizarem a função interpretativa e formatadora da disciplina Matemática Escolar (SKOVSMOSE, 1994); em outras palavras, esses alunos tentam criar representações da situação em estudo através de conexões com objetos matemáticos.

Outra conclusão salienta que, num segundo momento, os alunos, recorrendo aos aspectos do cotidiano, optam por considerar determinadas variáveis para a resolução do problema. Essa seleção de variáveis é sustentada por suas experiências reais do mundo, que são agregadas pelo contexto social, o qual auxilia os alunos a estruturarem e realizarem estratégias no ambiente de modelagem (LERMAN, 2001).

Sendo assim, podemos concluir que tanto as experiências de tópicos matemáticos quanto as experiências do dia-a-dia compõem as experiências prévias dos alunos. E estas experiências prévias, por sua vez, surgem como possíveis pontos de estímulo de produção das discussões técnicas num ambiente de modelagem no contexto sociocultural.

Para a prática do professor, essas considerações ampliam a oportunidade de subsidiar o desenvolvimento e o acompanhamento de uma atividade de modelagem, oportunizando a produção das discussões técnicas.

Vale destacar que esse estudo visa contribuir com a teorização das práticas discursivas dos alunos desenvolvida no estudo de Barbosa (2007), compreendendo que a produção das discussões técnicas pode influenciar no andamento das atividades de modelagem.

2.8 AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos comentários da Prof. Dr^a. Lourdes Maria Werle de Almeida (UEL), do Prof. Dr. Jorge Costa Nascimento (UESB), da Prof. Dr^a. Maria Cristina M. Martins (UFBA) e do Prof. Dr. André Luis Mattedi Dias (UEFS) a versões prévias deste artigo. Além disto, agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo financiamento oferecido ao projeto de pesquisa de onde se originou este artigo.

REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J. O método nas ciências sociais. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método das ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1998. Parte II, cap. 6-7, p. 129-178.

ARAÚJO, J. L.; BARBOSA, J. C. Face a face com a Modelagem Matemática: como os alunos interpretam essa atividade? **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, n. 23, p. 79-95, 2005.

ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. **Dialogue and learning in mathematics education: intention, reflection, critique**. Dordrecht: Kluwer, 2002.

BARBOSA, J.C. Modelagem Matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, n. 15, p. 5-23, 2001.

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e a perspectiva sócio-crítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. **Anais...** São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C. A dinâmica das discussões dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2006, Águas de Lindóia. **Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2006. V. único.

BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. p. 161-174.

BARBOSA, J. C.; SANTOS, M. A. Modelagem matemática, perspectivas e discussões. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C. As discussões paralelas no ambiente de aprendizagem modelagem matemática. **Acta scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, Canoas, v. 10, n. 1, p. 47-58, 2008.

BOGDAN, R C., BIKLEN, S.K. **Qualitative research in education: An introduction to theory and methods**. Boston, MA: Allyn and Bacon, 1992.

BORROMEO FERRI, R. Theoretical and empirical differentiations of phases in the modeling process. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 38, n. 2, p 86-95, 2006.

CARREIRA, S. The mountain is the utility – On the metaphorical nature of mathematical models. In: MATOS, J. F. et al. (Ed.). **Modelling and Mathematics Education ICTMA 9: applications in science and technology**. Chichester: Horwood Publishing, 2001. p. 15-29.

CHARMAZ, K. **Constructing grounded theory: a practical guide through qualitative analysis**. London: Sage, 2006.

CHRISTENSEN, O. R.; SKOVSMOSE, O.; YASUKAWA, K. The mathematical state of the world - explorations into the characteristics of mathematical descriptions. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 77-90, 2008.

FERREIRA, A. B. H.. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 3. ed. Curitiba: Positivo, 2004.

FIORENTINI, D. e LORENZATO S. **Investigação em educação Matemática: Percursos Teóricos e Metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

FONTANA, A.; FREY, J. H. Interviewing: the art of science. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks: Sage, 1994. cap. 22, p. 361-376.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 38, n. 3, p. 302-310, 2006.

LERMAN, S. Cultural, discursive psychology: a sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v.46, n.1-3, p.87-113, 2001.

OREY, D. C. ; ROSA, Milton . Vinho e Queijo: Etnomatemática e Modelagem. **Bolema - Boletim de Educação Matemática**, Universidade Estadual Paulista, v. 16, n. 20, p. 1-16, 2003.

SKOVSMOSE, O. **Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica**; tradução de Orlando de Andrade Figueiredo, Jonei Cerqueira Barbosa. Campinas, SP: Papirus, 2008.

SKOVSMOSE, O..**Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.

3 ARTIGO II

Modelagem Matemática e Discussões Técnicas: O papel da intervenção do professor diante a resistência dos alunos

Jonson Ney Dias da Silva⁹
Universidade Estadual de Feira de Santana

Jonei Cerqueira Barbosa¹⁰
Universidade Estadual de Feira de Santana

Resumo

O objetivo do artigo é analisar como ocorre a produção das discussões técnicas no momento da intervenção do professor diante das resistências dos alunos em um ambiente de modelagem. Esta pesquisa foi realizada com um grupo de alunos de um Curso de Licenciatura em Matemática em uma sala de aula de uma universidade pública no Brasil. A natureza da pesquisa é qualitativa e os dados foram coletados através da observação, a qual foi registrada através da filmagem. Os resultados sugerem que a intervenção do professor frente à resistência dos alunos interferiu na tradução da situação-problema dos alunos em uma atividade de modelagem matemática.

Palavras Chaves: Modelagem Matemática; Discussões Técnicas; Interação aluno-professor.

Abstract

The aim of the paper is to analyze how the production of the technical discussions occurs during the teacher's intervention before the students' resistances in a modelling environment.

⁹ Mestre pelo Programa de Pós – Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia (UFBA – Salvador/ Ba) e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS – Feira de Santana/ Ba). Membro do Núcleo de Pesquisa em Modelagem Matemática sediado na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS – Feira de Santana/ Ba). Home: www.uefs.br/nupemm

¹⁰ Professor do Departamento de Ciências Exatas da UEFS e do Programa de Pós – Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia (UFBA – Salvador/ Ba) e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS – Feira de Santana/ Ba). Coordenador do Núcleo de Pesquisa em Modelagem Matemática sediado na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS – Feira de Santana/ Ba). Home: www.uefs.br/nupemm

This research has been carried out with a group of students of an undergraduate course in mathematics in a classroom of a public university in Brazil. This research is a qualitative one, and the data have been collected through observation, which have been registered through video recording. The results suggest that the intervention of the teacher before the students' resistance interfered in the translation of the students' situation-problem in an activity of mathematical modelling.

Keywords: Mathematical Modelling, Technical Discussions, student-teacher interaction.

3.1 INTRODUÇÃO

Na sociedade atual, diversas decisões relacionadas a problemas políticos e sociais são tomadas com base em argumentos matemáticos. Segundo Skovsmose (1994), esses argumentos demonstram a potencialidade da matemática – ele afirma que a mesma é capaz de formatar a sociedade. Esse poder de formatação se relaciona com o uso de modelos matemáticos para descrever, prever e prescrever situações importantes da vida social. Analogamente, Almeida e Brito (2005) destacam o quão é importante que todo indivíduo conheça e reconheça o papel que a matemática tem na vida, seja ela no âmbito acadêmico, profissional ou social. Para estes autores, a modelagem matemática¹¹ pode criar condições para discutir e questionar este poder de formatação da matemática, tornando compreensível a importância que a mesma tem para a sociedade.

Partindo dessa compreensão, Barbosa (2001) argumenta que as atividades de modelagem podem proporcionar aos alunos uma análise de como a matemática é utilizada nas práticas sociais. Este argumento remete ao que este autor denomina de perspectiva “sócio-crítica”, perspectiva essa, que enfatiza o papel da matemática na sociedade e afirma a necessidade de uma compreensão crítica em torno deste papel e sobre a função da natureza dos modelos matemáticos (KAISER; SRIRAMAN, 2006).

O ambiente de modelagem, na perspectiva sócio-crítica, pode propiciar aos alunos compreenderem como a matemática está inserida no contexto político e econômico da

¹¹ Para evitar repetições do termo Modelagem Matemática, quando utilizar o termo Modelagem, estarei referindo-me a Modelagem Matemática.

sociedade, levando-os a discutir as questões sociais que refletem a vida dos alunos, de suas famílias e de sua comunidade (JACOBINI; WODEWOTZKI, 2006).

De acordo com Alro e Skovsmose (2002), essa preocupação com o modo como a Matemática influencia nosso ambiente cultural, tecnológico e político, denomina a perspectiva da Educação Matemática Crítica, a qual tende a promover a participação crítica dos alunos, discutindo política, economia e questões ambientais através da Matemática, o que, segundo Araújo (2008), se estende para além do ensino e aprendizagem da matemática.

Por modelagem, compreendemos um ambiente de aprendizagem¹² em que os alunos são convidados a indagar e estimulados a investigar, por meio da matemática, situações originadas de outras áreas da realidade (BARBOSA, 2003). Sendo assim, esse ambiente de aprendizagem se desenvolve no ambiente social da sala de aula, o qual se encontra repleto de relações interpessoais, possibilitando assim aos alunos a produzirem diversos tipos de ações como esquematizar, desenvolver operações aritméticas, gerar equações, fazer desenhos, traçar gráficos, e, principalmente, produzir discursos.

Para Lerman (2001), o discurso inclui todas as formas da linguagem, como gestos, sinais, símbolo, e assim por diante. Em particular, assumimos discussão como ato de produzir um discurso, enunciações orais. Este entendimento encontra-se de acordo com a perspectiva sociocultural que coloca a linguagem e a prática discursiva como questões centrais, já que as práticas sociais são constituídas discursivamente, assim como os fatores sociais são constitutivos das ações humanas e compartilhados socialmente (LERMAN, 2001).

Pelo viés sociocultural, tem-se o objetivo de explicar como a ação humana é situada em um contexto cultural, histórico e institucional. Conclui-se daí que toda aprendizagem é intrinsecamente social e resultante da internalização de processos desenvolvidos na interação com outras pessoas. Observando sobre essa perspectiva (LERMAN, 2001), enfatizamos que a interação no ambiente de modelagem é constituída por práticas discursivas que levam os alunos a estruturar e realizar suas estratégias no desenvolvimento da atividade. Sendo assim, compreendemos que as práticas de modelagem podem ser descrita em termos dos discursos.

¹² Conforme sugerido por Skovsmose (2008), ambiente de aprendizagem refere-se às condições propiciadas aos alunos para desenvolverem suas ações.

Considerando que esse ambiente de aprendizagem se desenvolve em contextos sociais repletos de interações interpessoais, destacamos que os alunos se envolvem em várias discussões. Estas discussões ocorrem nos espaços de interações que são denominados por Barbosa (2006), como todo encontro entre alunos ou entre estes e o professor com o propósito de discutir o encaminhamento das atividades de modelagem, visando à resolução do problema proposto e buscando uma possível produção de um modelo matemático, o qual represente a situação em estudo.

Por modelo matemático compreendemos como qualquer representação matemática da situação pesquisada. Neste caso, assim como Barbosa (2008), consideramos as ideias registradas por escritos no papel dos alunos ou do professor, através de símbolos matemáticos, algoritmos. De acordo com este autor, para ser um modelo matemático é necessário ser um discurso escrito que utilize símbolos matemáticos, algoritmos de alguma maneira.

As discussões formadas pelos alunos na busca da construção de um modelo matemático nos espaços de interação compõem as rotas de modelagem. Borromeo Ferri (2006) propõe a noção dessas rotas para indicar as ações dos alunos através dos processos nos níveis interno e externo que os mesmos realizam durante as atividades de Modelagem. Referindo-se ao nível externo, Barbosa (2006) considera essas rotas de Modelagem como de natureza discursiva, focalizando assim os discursos produzidos nesse ambiente. Segundo o autor, fazem parte dessas rotas:

- as discussões matemáticas que se referem aos conceitos e idéias integralmente pertencentes à disciplina matemática;
- as discussões técnicas que se referem ao processo de matematização da situação em estudo;
- as discussões reflexivas que se referem à conexão entre os pressupostos utilizados na construção do modelo matemático e os resultados, bem como a utilização destes últimos na sociedade.

A seguir, aprofundaremos o estudo sobre as discussões técnicas, pois procuramos analisar e compreender a sua produção no ambiente de Modelagem.

3.2 DISCUSSÕES TÉCNICAS

Baseados nos estudos realizados por Barbosa (2006, 2007b, 2008), conceituamos as discussões técnicas, *como referentes à tradução da situação analisada (dia-a-dia ou das ciências) para estudo em termos matemáticos*. Assim, assumimos o termo “tradução” como ação-processo de interpretar um determinado contexto em termos matemáticos. Essa ação-processo inclui a hipótese, a seleção de variáveis, a escolha dos tópicos matemáticos utilizados, as características da situação relativa às propriedades matemáticas e assim por diante.

Estudos como o de Christensen, Skovsmose e Yasukawa (2008), tratam essa “tradução” como todo o processo de matematização e transformações matemáticas, as quais reduzem a situação estudada em descrições matemáticas. Essas transformações, segundo os autores, sofrem influências dos seus criadores, pois os mesmos refletem seus interesses e necessidades durante o desenvolvimento.

Remetendo-nos à idéia apresentada pelos autores sobre esse processo de matematização e focalizando nos discursos produzidos no ambiente de modelagem, podemos considerar que as transformações matemáticas, por sua vez, a nível de discussões técnicas, também sofrem influências durante a sua produção, pois os alunos refletem, em seus discursos, interesses ou intencionalidades implícitos durante todo o processo de desenvolvimento da atividade.

Para Galbraith e Stillman (2006) a “tradução” de uma situação estudada para um modelo matemático é a parte mais difícil do processo de modelagem, pois, segundo os autores, alguns alunos encontram dificuldades na transição da situação para um modelo matemático. Essas dificuldades, de acordo com Crouch e Haines (2004), ocorrem devido à falta de experiência dos alunos que apresentam dificuldades em distinguir os aspectos relevantes dos irrelevantes na situação.

O propósito deste artigo é analisar o propósito é analisar de que maneira ocorre a produção das discussões técnicas no momento de intervenção do professor diante das resistências dos alunos. O entendimento em questão pode contribuir para compreender como essa produção influencia o andamento das atividades de modelagem e como o professor pode acompanhar essa dinâmica no desenvolvimento desse tipo de atividade uma atividade.

Discutiremos mais sobre essas questões durante a análise dos episódios.

3.3 CONTEXTO

Os dados aqui utilizados foram coletados na disciplina “Instrumentalização para o Ensino da Matemática (INEM) VI”, com foco nos Temas Transversais, em uma turma do 6º semestre do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Feira de Santana – Bahia - Brasil, ministrada pelo segundo autor deste artigo. A turma era composta por 15 alunos oriundos de diversos semestres.

De acordo com o projeto curricular do curso correspondente, essa disciplina será o momento de buscar soluções para uma das grandes dificuldades dos professores de matemática que é o não saber adequar os conteúdos matemáticos às questões de urgência social. A partir da transversalidade, buscar-se-á estratégias para a utilização da matemática na construção de conceitos e atitudes que formarão o cidadão. *Temas Transversais* buscam promover o “encaixe” das disciplinas, no caso especial da Matemática, tenta-se conectá-la a outras disciplinas.

Nessa disciplina, o ambiente de modelagem é sempre utilizado, pois a matemática é trabalhada para estudar e entender fenômenos de outras disciplinas, abrindo espaço para a inclusão de saberes extra-escolares dos alunos.

As aulas aconteciam uma vez por semana com carga horária de 4 horas e eram divididas em três momentos. No primeiro momento, o professor discutia com os alunos sobre um tema proposto por ele. Às vezes, o mesmo trazia reportagens e dados sobre o tema a ser abordado. No segundo momento, os alunos eram convidados a trabalhar uma determinada questão em grupo, finalizando com a exposição e discussão das conclusões da atividade, fechando assim o terceiro momento do encontro.

O estudo considera, especificamente, dados vindos de dois momentos: o primeiro encontro entre o professor e um grupo de alunas e o segundo das conclusões por elas elaboradas e discutidas sem a presença do professor. Esse grupo era formado pelas alunas: Carol, Kel, Mamá e Nay¹³.

¹³Pseudônimos adotados pelos integrantes do grupo analisado.

Destacamos um trecho de um episódio, onde identificamos a intervenção do professor perante a resistência dos alunos e a produção das discussões técnicas dos mesmos num ambiente de modelagem. Esse aspecto destacou a relevância desse episódio, tendo em vista ir ao encontro dos objetivos deste artigo. O episódio refere-se ao encontro entre alunos e professor para discutir o desenvolvimento de uma atividade de modelagem.

3.4 METODOLOGIA

Neste estudo que investigamos a atividade discursiva dos alunos no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem, a metodologia utilizada se enquadra dentro do que se pode denominar de estudo qualitativo, pois, segundo Bogdan e Biklen (1992), esse tipo de estudo tem o interesse de investigar problemas e verificar como eles se manifestam nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas. Por isso, a fonte direta de dados é o ambiente natural; além do mais, as ações podem ser compreendidas de forma mais aprimorada, quando são observadas no ambiente em que ocorrem.

Para acompanhar o desenvolvimento desta atividade foi selecionado um grupo para observação, pois houve a necessidade de um contato direto com este grupo. Como o foco do estudo são as discussões produzidas por meio de interações verbais num ambiente de modelagem, esse grupo escolhido foi observado e filmado. Segundo Adler e Adler (1994), a observação consiste em recolher impressões do mundo circunvizinho através de todas as faculdades humanas relevantes, ou seja: a observação possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado (AGROSINO, 2008).

Neste estudo, utiliza-se a observação de natureza não-estruturada. Neste tipo de observação, os comportamentos a serem observados não são predeterminados, e sim observados e relatados da forma como ocorrem, visando descrever e compreender o que está ocorrendo em uma dada situação. Tendo em vista os objetivos da pesquisa, interessamo-nos pelas interações verbais realizadas entre os alunos e entre estes e o professor durante o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem.

O primeiro autor acompanhou todos os momentos da aula. As observações aconteceram durante todo o desenvolvimento da atividade e foram registradas através de filmagem. Também se fez cópia de todo material escrito desenvolvido pelos alunos durante a atividade.

Do material transcrito, identificamos os episódios a serem analisados. A análise dos dados foi inspirada na *Grounded Theory* (CHARMAZ, 2006), tendo como objetivo gerar compreensões teóricas fundamentadas nos registros das evidências coletadas e norteadas pelo foco da investigação. Para cada episódio, fizemos uma leitura detalha, linha por linha, realizando uma codificação e a categorização dos dados mediante o foco da pesquisa. A partir das categorias, tentamos tecer uma compreensão teórica sobre o fenômeno investigado e, em seguida, discuti-los à literatura.

Apresentamos a seguir o episódio que será analisado aqui, a fim de nos movermos em direção ao nosso objetivo.

3.5 EPISÓDIO: LAGO DO SOBRADINHO

No dia 28/11/2007, o professor trouxe uma reportagem do jornal *Tribuna da Bahia* para os alunos, publicada no dia anterior e solicitou que eles a lessem individualmente. Essa reportagem falava sobre o nível do reservatório de água do lago do Sobradinho (maior reservatório de água do Nordeste do Brasil), que se encontrava com apenas 15% da sua capacidade, o que estava afetando a produção de energia elétrica das hidroelétricas, como mostra a *Figura 1*.

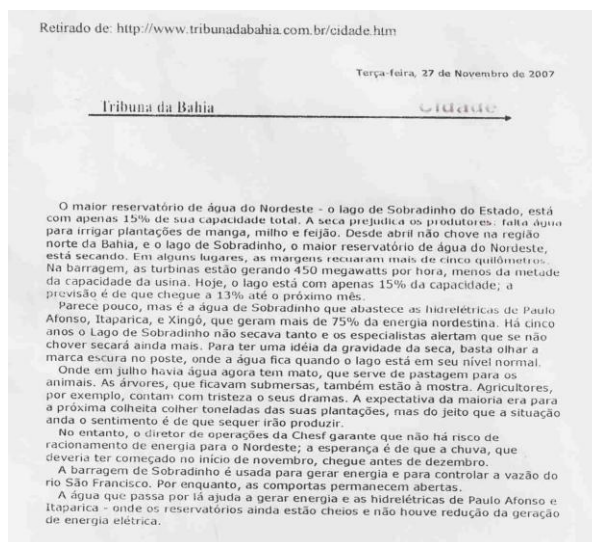


Figura 1: Reportagem entregue aos alunos pelo professor

Após a leitura, o professor discutiu com a turma sobre o teor da reportagem. A apresentação do tema abordado despertou interesse e incitou a discussão entre os alunos. Observando o interesse apresentado pela turma, o professor convidou os alunos a se reunirem

em grupos, propondo que fizessem uma previsão sobre quando o Lago do Sobradinho iria zerar o volume útil, considerando que não chovesse.

Inicialmente, o grupo observado registrou o questionamento levantado pelo professor na lousa e o outro dado entregue anteriormente pelo mesmo (além da reportagem do jornal, foram entregues, a cada grupo, dados extraídos do site Wikipédia¹⁴). Em seguida, as alunas procuraram o professor para discutir acerca da questão.

Os trechos, abaixo, mostram os discursos dos alunos, no momento inicial do desenvolvimento da atividade com o professor:

- (1) **Carol:** Oh, professor! Esse volume que gera energia, não é isso? [*Nesse momento a aluna está se referindo a parte sombreada da figura 2 – página 7*]
- (2) **Professor:** Quando está baixa não dá pra girar as turbinas.
- (3) **Carol:** Eu considero esse volume útil como apenas.... O volume que eu preciso para gerar a turbina, ou... Por exemplo, considera a parti daqui [*Nesse momento, a aluna aponta para as partes sombreada e listrada da figura 2*]. Esse é o volume útil?
- (4) **Professor:** Não.

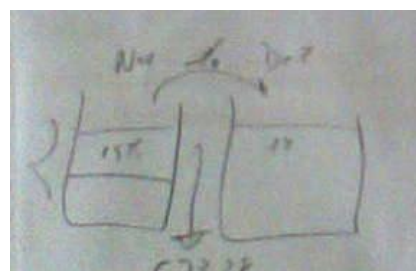
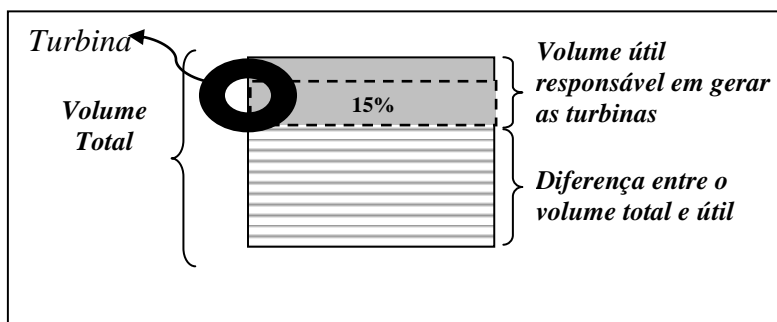


Figura 2: Representação similar ao desenho feito pelo grupo com auxílio do professor.

Nas falas (1) e (3), Carol explicou ao professor como ela entendeu sobre o que seria o volume útil e sobre a “veracidade” de suas colocações. Para auxiliar suas falas, ela, com o ajuda do professor, construiu uma figura em seu caderno objetivando planificar sua idéia, como esboçamos através da *figura 2*.

- (5) **Carol:** Mas, imagine se eu considero isso aqui [*Neste momento a aluna aponta para a figura desenhada no caderno*]. Isso tudo é o volume útil ou só essa

¹⁴ http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_Hidrelétrica_de_Sobradinho

diferença? [*Referindo-se, respectivamente, as partes sombreada e listrada da figura 2*].

- (6) **Professor:** Só a diferença aqui. [*Se reportando a parte sombreada da figura 2*]. Só o que preciso para girar as turbinas... Que as turbinas estão no alto, correto? [*O professor utilizou o desenho da aluna pra explicar seu pensamento – figura 2*]. Ela está aqui. Se a água está aqui [*Referindo-se a parte listrada*]... A água não vai alcançar as turbinas para girar. Ela tem que está mais alta pra girar as turbinas.
- (7) **Carol:** Mas, só a diferença é o volume útil? [*nesse momento a aluna faz uma expressão desaprovação ao que foi dito pelo professor*].
- (8) **Professor:** É só a diferença... Então nós temos assim: temos o volume total é aqui [*Parte sombreada e listrada da figura 2*] temos o volume útil [*Parte sombreada da figura 2*]... Então, tem um volume que é diferente do volume total e do volume útil [*Parte listrada da figura 2*].

No trecho (5), a aluna apresentou a dúvida sobre o que deveria considerar como volume útil. Percebemos que o professor, nas falas (6) e (8), apresenta o que seria esse volume útil através do desenho esboçado pela aluna. Além disso, ele mostra que existem três volumes (*volume útil, volume total e volume da diferença entre total e útil*) a serem considerados e qual dentre eles era o responsável pelo funcionamento das turbinas. Porém, no trecho (7), Carol apresenta certa resistência, questionando novamente o professor sobre suas colocações.

- (9) **Mamá:** Então, a gente vai considerar que esses 15% são... É aqui essa parte aqui [*os 15% mencionado refere-se à parte tracejada do desenho – figura 2*]
- (10) **Carol:** Só que esse espaço aqui [*Reportando-se a toda parte sombreada da figura 2*]. Também não é o volume máximo?
- (11) **Professor:** É... É [*Neste momento o professor concorda com a fala da aluna*]
- (12) **Carol:** Volume útil.

No momento anterior, no trecho (9), Mamá apresentou na figura o que o grupo considerou como os 15% da capacidade do lago. Porém, observamos que nas falas (10) e (11), Carol continuou a identificar os tipos de volumes apresentados, tendo a aprovação do professor.

- (13) **Professor:** Talvez tenha aí... Aí, essa informação [*Apontando para os dados do Wikipédia – figura 3*].
- (14) **Kel:** Eu acredito que não, por que o volume total se refere aqui ao todo.
- (15) **Nai:** É ao todo... Não, tá [*está*] aqui na reportagem como se fosse...

Área de reservatório na cota 392,50 m	4.214 km ²
Volume total do reservatório	34.116 Hm 3
Volume útil do reservatório	28.669 Hm 3

Vazão regularizada	2.060 m³/s
Nível máximo	393,50 m
Nível máximo operativo normal	392,50 m
Nível mínimo operativo normal	380,50 m

Figura 3: Dados do Reservatório Extraídos do Site Wikipédia.

No trecho (13), o professor sugeriu a consulta de novo material; porém, nas falas (14) e (15), as alunas, se baseando nos dados da reportagem, começam a discordar das considerações apresentadas pelo professor acerca do que seria o volume útil. Elas começam a considerar o volume total do reservatório como sendo o volume útil.

- (16) **Professor:** Pode... Pode assumir aí... A reportagem não está perfeita, com essas informações... Agora vê se essas informações aqui não ajudam.
[*Mostrando os dados da Wikipédia*]... Tem a área do reservatório...
- (17) **Kel:** O volume total do reservatório é... [*Apontando para o valor de 34.116 hm³ da reportagem do Wikipédia*].
- (18) **Professor:** Volume total do reservatório... [*O professor lê as reportagens junto com as alunas*].
- (19) **Kel:** Volume útil... Por aqui dá pra você calcular a...

Nas falas (16) e (18) o professor sugeriu a consulta de outras informações, por considerar que a reportagem do jornal não apresentava informações consistentes. Isso conduziu o grupo a ler junto com o professor às informações contidas nos dados retirados do site do Wikipédia.

Após a leitura dos dados com o grupo, o professor direcionou-se a outro grupo para fornecer assistência, deixando as alunas desenvolverem o problema com o auxílio das informações levantadas na discussão e na leitura do material. Neste momento, as alunas decidiram fazer o levantamento das variáveis e dos seus respectivos valores nos dados apresentado no Wikipédia.

- (20) **Nai:** Então, faz sentido aqui que o professor falou de considera 15% só que é útil... Por que, aqui [*A aluna pega a folha com o desenho representado pela figura 2*], ele disse que tinha a turbina... O volume que está aqui [*Reportando-se a toda parte sombreada e listrada da figura 2*] ... O que está aqui não é útil, né? Útil só é o que roda a turbina. E aqui o volume total do reservatório é 34... O total... E o útil vai ser, vai ser só essa parte. [*Reportando-se a toda parte sombreada da figura 2*]

(21) Carol: É, mas e esses 15%, assim... Se a gente tomar o volume total, quanto é que dá pra ver se... Quanto de útil? Por exemplo... [A *aluna reporta-se ao desenho da figura 2*].

Nas falas (20) e (21), após a consulta a outros dados, as alunas aceitaram a explicação dada pelo professor. Sendo assim, elas conseguiram diferenciar o volume total do útil a partir de dados adicionais, legitimando assim a explicação feita anteriormente pelo professor e conseqüentemente enfraquecendo a resistência em relação à opinião do mesmo.

(22) Kel: Ah, você faz uma regra de três, se você... 15%...

(23) Carol: 15% imagine que ele ta aqui [*Parte tracejada da figura 2*].

(24) Key: Do total... Corresponde a quanto do útil? Oh, 15% do todo... Você tira 15% daqui [*Parte sombreada da figura 2*].

(25) Carol: É, vamos calcular isso aí.

Nos trechos (22), (23) e (24), as alunas, baseadas no desenho, decidem utilizar “regra de três” para descobrirem os valores correspondentes aos 15%. Dando continuidade a atividade, o grupo desenvolveu os cálculos para encontrar o valor dos 15%. Elas utilizaram o valor do volume útil que é de 34.116 e com o uso da calculadora acharam 5.177,04, que representa o valor de 15% atual do lago. Depois de encontrar o valor dos 15%, o grupo tentou descobrir outros valores necessários para a continuação da questão. Em seguida, as alunas discutiram sobre a posição do volume útil do reservatório através do uso da representação feita por Carol [*figura 2*] como um referencial para a explicação necessária.

(26) Kel: Quando o reservatório é cheio, esse volume aqui [*Referindo-se a parte sombreada*] é útil.

(27) Carol: Ah, eu entendi, entendi... O volume.

(28) Kel: Assim, também, meu pensamento é esse, se o reservatório estando cheio... Ele tem essa porcentagem aqui de volume útil, essa quantia tá [*está*] para...

(29) Carol: Então ah, então o que fica aqui embaixo é 34.116 menos 28.669.

(30) Kel: Isso... Então, aqui está o desprezível no caso [*Se reportando a parte listrada da figura 2*], né? Não vai gera energia.

No trecho anterior, nas falas (26), (28) e (30), Kel conseguiu compreender, através da figura, o que seria o volume útil do reservatório. Além disso, percebeu que a parte listrada na figura 2 pode ser considerada desprezível, pois ela não é suficiente para colocar as turbinas em funcionamento.

Seguindo o desenvolvimento da atividade, o grupo com o auxílio do professor, decidiu por utilizar do programa Excel. Nesse momento, as alunas analisaram possíveis gráficos e tabelas sobre a relação energia versus volume, tentando criar uma solução para a questão.

Após algumas discussões e resoluções, o grupo chegou à conclusão que o lago zeraria seu volume exatamente em sete meses e meio, levando em consideração informações contidas nos dados da reportagem.

3.6 DISCUSSÃO

Neste artigo, o objetivo foi analisar de que maneira ocorre a produção das discussões técnicas no momento de intervenção do professor diante das resistências dos alunos. A seguir, conduziremos uma discussão sobre as interpretações levantadas do episódio acima, à luz da literatura.

No primeiro momento, as alunas reunidas com o professor tentam compreender os dados apresentados pela reportagem. Inicialmente, as discussões entre o grupo e o professor se desenvolvem em torno de qual seria a porção de volume útil. As alunas começam por considerar o volume útil como o volume total do reservatório, enquanto o professor apresenta uma suposta diferenciação entre o que seriam volumes útil e total. Nesse momento, no decorrer da discussão, observa-se que as alunas mostraram evidências de resistência às definições propostas pelo professor sobre o que seria o volume útil. O grupo desconsidera a explicação dada pelo professor, ponderando uma igualdade entre os dois volumes (volume total do reservatório como sendo o volume útil) e considerando as informações contidas na reportagem do jornal.

A resistência do grupo ocorreu devido ao questionamento da validade dos argumentos propostos pelo professor. Percebemos que o problema apresentado requer certos conhecimentos prévios, os quais o grupo de alunas não dispunha. Isto conduziu as alunas a considerarem uma fonte que julgavam mais especializada, a saber: a reportagem do jornal. Isso pode ter acontecido pelo fato do grupo estar tratando de um assunto, o qual nunca tinha lidado, nem na escola e nem no seu dia-a-dia, o que deixou os mesmos inseguros sobre esta característica da situação em estudo. A voz do professor de matemática, também não foi muito considerada pelos alunos, por acharem que tal professor não era especialista no assunto discutido.

No segundo momento, o professor conduziu a consulta de novos dados (dados do Wikipédia) que deram suporte a suas colocações e também por considerar que a reportagem do jornal não apresentava informações consistentes. Esses novos dados foram discutidos entre

ele e o grupo, o que facilitou a compreensão das alunas. Assim, percebemos um enfraquecimento na resistência das alunas diante as definições de volumes total e útil, o que pode ser associado aos novos dados apresentados pelo professor.

Observamos na situação apresentada que a interação entre alunas e professor foi fundamental para a produção das discussões técnicas. Segundo AlrØ e Skovsmose (2002), a noção de interação está intimamente ligada às ações dos participantes. Para Lerman (2001), essas interações são compostas por práticas discursivas que ajudam os alunos a agirem e organizarem suas estratégias no desenvolvimento da atividade, como foi observado nesse episódio.

Também, destacamos no episódio, a ocorrência que o professor adotou um estilo de comunicação aberta (BARBOSA, 2007a), visto que o mesmo formulou questionamentos ao grupo, desafiou e apresentou novos dados com o objetivo de apresentar uma diferenciação entre os volumes total e útil, tentando assim enfraquecer a resistência das alunas diante dessa colocação. Para Oliveira e Campos (2007), a realização de atividade de modelagem na prática do professor demanda ações e estratégias a serem tomadas para a condução deste ambiente. Este episódio mostra como o professor pode ter o papel de oponente e questionador, assim como de parceiro. Segundo Alro e Skovsmose (2002), é importante que o professor consiga desenvolver esses dois papéis (opponente e parceiro) para reforçar a autoconfiança do aluno.

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intenção desse artigo foi compreender de que maneira ocorre a produção das discussões técnicas no momento de intervenção do professor diante das resistências dos alunos. Para tal objetivo, identificamos a produção das discussões técnicas em passagens das interações discursivas entre um grupo de alunos e o professor durante os momentos iniciais de uma atividade de modelagem.

Um dos pontos de destaque é que, durante toda atividade, a produção das discussões técnicas está diretamente associada às interações discursivas realizadas entre professor e alunos, na tentativa de compreensão em torno de qual seria a porção de volume útil. Esta situação nos sugere – o que AlrØ e Skovsmose (2002) têm argumentado – que a noção de intenção está intimamente atada às ações dos alunos, e que essas interações ajudam os

mesmos a agirem e organizarem suas estratégias no desenvolvimento da atividade (LERMAN, 2001).

Também podemos destacar que o professor deve observar seu estilo de comunicação nos espaços de interações, pois, a depender do estilo adotado, pode ser proporcionada aos alunos a oportunidade de reformular suas afirmações, bem como argumentar com o professor suas estratégias (ALRO; SKOVSMOSE, 2002).

Compreendemos que essas considerações ampliam a oportunidade do professor de subsidiar o desenvolvimento e o acompanhamento de uma atividade de modelagem, oportunizando a produção das discussões técnicas.

Vale ressaltar que esse estudo visa contribuir com a teorização das práticas discursivas dos alunos desenvolvida no estudo de Barbosa (2007), compreendendo que a produção das discussões técnicas influencia o andamento das atividades de modelagem.

3.8 AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos membros da banca de qualificação Prof. Dr^a. Lourdes Maria Werle de Almeida (UEL), Prof. Dr. Jorge Costa Nascimento (UESB), Prof. Dr^a. Maria Cristina M. Martins (UFBA), Prof. Dr. André Luis Mattedi Dias (UEFS) pelas contribuições dadas no processo de revisão deste artigo.

Além disso, agradeço à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro oferecido ao projeto de pesquisa do qual se derivou este artigo.

REFERÊNCIAS

ADLER, P. A.; ADLER, P. Observational techniques. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks: Sage, 1994. cap. 23, p. 377-392.

AGROSINO, M. V. Recontextualizing observation: ethnography, In: DENZIN, N. K. ; LINCOLN, Y. S. **Handbook of Qualitative Research** , 2. ed., Sage Publications, 2000. p. 729-745.

ALMEIDA, L. M. W. ; BRITO, D. S. . Atividades de Modelagem Matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir?. **Ciência e Educação** (UNESP), v. 11, p. 1-16, 2005.

ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. **Dialogue and learning in mathematics education: intention, reflection, critique**. Dordrecht: Kluwer, 2002.

ARAÚJO, J. L. Modelagem Matemática na Geografia: aparentes contradições. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA- ENEM, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática**. Belo Horizonte : Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM, 2007.

BARBOSA, J. C. Mathematical Modelling in pre-service teacher education. In: MATOS, J. F. et al. (Ed.). **Modelling and Mathematics Education ICTMA 9: applications in science and technology**. Chichester: Horwood Publishing, 2001. p. 185-194

BARBOSA, J. C. What is Mathematical Modelling? In: LAMON, S. J.; PARKER, W. A.; HOUSTON, S. K. (Ed.). **Mathematical Modelling: a way of life ICTMA 11**. Chichester: Horwood Publishing, 2003. p. 227-234.

BARBOSA, J. C. Students discussions in Mathematical Modelling. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE TEACHING OF MATHEMATICS AT THE UNDERGRADUATE LEVEL, 3., 2006, Istanbul. **Proceedings...** Istanbul: Turkish Mathematical Society, 2006. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C. Teacher-student interactions in mathematical modelling. In: HAINES, C. et al (Ed.). **Mathematical Modelling (ICTMA12):** education, engineering and economics. Chichester: Horwood Publishing, 2007a. p. 232-240.

BARBOSA, J. C. Mathematical modelling and parallel discussions. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION, 5., Larnaca (Cyprus). **Paper presented at WG13 (Applications and Modelling)**. 2007b.

BARBOSA, J. C. As discussões paralelas no ambiente de aprendizagem modelagem matemática. **Acta scientiae:** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, v. 10, n. 1, p. 47-58, 2008.

BOGDAN, R. C., BIKLEN, S.K. **Qualitative research in education:** An introduction to theory and methods. Boston, MA: Allyn and Bacon, 1992.

BORROMEO FERRI, R. Theoretical and empirical differentiations of phases in the modeling process. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 38, n. 2, p 86-95, 2006.

CHARMAZ, K. **Constructing grounded theory:** a practical guide through qualitative analysis. London: Sage, 2006.

CHRISTENSEN, O. R.; SKOVSMOSE, O.; YASUKAWA, K. The mathematical state of the world - explorations into the characteristics of mathematical descriptions. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 77-90, 2008.

GALBRAITH, P. & STILLMAN, G. A framework for identifying student blockages during transitions in the modeling process. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v.38, n.2, 143- 162, 2006.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 38, n. 3, p. 302-310, 2006.

JACOBINI, O. R. ; WODEWOTZKI, M. L. L . Mathematical modelling: a path to political reflection in the mathematics class. **Teaching Mathematics And Its Applications**, Oxford Journals, University of Oxford, v. 25, n. 1, p. 33-42, 2006.

LERMAN, S. Cultural, discursive psychology: a sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v.46, n.1-3, p.87-113, 2001.

OLIVEIRA, A. M. P.; CAMPOS, I. S. As estratégias do professor a partir do "convite inicial" nas atividades de Modelagem Matemática. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP/UFMG, 2007. 1 CD-ROM, p.239-252.

SKOVSMOSE, O. **Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education**,. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.

SKOVSMOSE, O. **Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica**; tradução de Orlando de Andrade Figueiredo; Jonei Cerqueira Barbosa. Campinas, SP: Papirus, 2008.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório de pesquisa foi organizado em formato *multi-paper*, sendo composto por: um resumo, uma introdução e dois artigos publicáveis em revistas. Na introdução foi apresentado o problema a ser pesquisado e os objetivos, situando o mesmo na minha trajetória profissional. Também foi desenvolvida uma discussão introdutória sobre os temas que tangenciam a interrogação da pesquisa, além de apresentar suas justificativas, o que buscou discutir teoricamente o entendimento sobre ambiente de Modelagem Matemática, focalizando nos processos de interação dos alunos, na busca de compreender a produção e o desenvolvimento de suas discussões. A metodologia utilizada foi apresentada, assim como participantes da pesquisa, o contexto onde foram inseridos e explicitados os métodos de coleta, bem como análise de dados.

Nesta fase do trabalho, apresento a pergunta norteadora desta pesquisa, retomo uma breve discussão dos artigos, seus objetivos, além de apresentar as conclusões em relação à análise dos dados e quais as implicações desse estudo para a prática e a pesquisa.

4.1 TRAÇANDO COMPREENSÕES

Como são produzidas as discussões técnicas num ambiente de modelagem matemática? Esta foi a pergunta que norteou a pesquisa, a qual teve como contexto a disciplina “Instrumentalização para o Ensino da Matemática (INEM) VI” – com foco nos Temas Transversais, numa turma do 6º semestre do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Feira de Santana – Bahia.

Durante um semestre foram observadas as atividades de modelagem desenvolvidas pelos alunos desta disciplina, na tentativa de compreender como são produzidas as discussões técnicas. Para isto, utilizou-se uma abordagem qualitativa, e se adotou como métodos de coleta de dados a observação e a entrevista. Os dados coletados foram transcritos e organizados, o que possibilitou gerar episódios, os quais foram analisados e discutidos em

dois artigos: um ser a submetido à publicação no periódico Boletim de Educação Matemática (Bolema), intitulado “Modelagem Matemática: As Discussões Técnicas e as Experiências Prévias de um Grupo de Aluno” e o outro destinado ao caderno do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GPEM), intitulado “Modelagem Matemática e Discussões Técnicas: O Papel da Intervenção do Professor diante a Resistência dos Alunos”.

4.1.1 Modelagem Matemática: As Discussões Técnicas e as Experiências Prévias de um Grupo de Aluno.

No episódio apresentado no artigo indicado acima, o professor discutiu com os alunos um dos problemas da indústria de bebida enlatada: a questão do gasto de alumínio para a produção de latas de refrigerante. Convidados pelo professor a participarem da atividade, após uma discussão sobre o tema, os alunos tinha como tarefa, investigar dimensões que otimizassem o gasto de alumínio na fabricação de latas, ou seja, precisavam encontrar um formato de lata, o qual otimizasse o gasto de material na sua fabricação.

Durante o desenvolvimento da atividade, analisei que a produção das discussões técnicas destes alunos ocorreu nos momentos em que o grupo foi relacionando o estudo, em questão, com suas experiências pessoais. Ou seja, as discussões técnicas se formaram quando este grupo fez uso de experiências prévias de tópicos matemáticos e de experiências do cotidiano.

Observei que o grupo começou a traduzir a situação, quando decidiu em decompor a lata em sólidos geométricos conhecidos, com a finalidade de encontrar as dimensões da lata. Sendo que para encontra o valor dessas dimensões, foi considerado pelos alunos, variáveis (calota) sustentadas pela experiência do dia-a-dia.

Por essa atividade ter sido desenvolvida no contexto escolar, compreendemos que é oferece um conjunto de valores ligados tradicionalmente à disciplina escolar Matemática para guiar os argumentos dos alunos.

Desta forma, percebe-se, o que Skovsmose (1994) denomina do poder formatador da matemática, tendo em vista que os alunos, nesta situação, utilizam objetos matemáticos do contexto escolar para criar representações da situação em estudo. Segundo Santos e Barbosa (2007), a natureza crítica deste fenômeno está no seu uso como regulador da vida social, em

especial nos casos dos modelos matemáticos que tem sua flexibilidade moldada de acordo os seus pressupostos e os objetos matemáticos utilizados na sua construção. As ações são limitadas às possibilidades oferecidas por estes modelos matemáticos.

Vale destacar que essa atividade foi desenvolvida no contexto escolar, o que conseqüentemente guiou os alunos a utilizarem todo um conjunto de valores ligados tradicionalmente à disciplina escolar Matemática.

Observa-se, também, que as experiências pessoais do dia-a-dia dos alunos trazidas para a sala de aula, quando, por exemplo, os alunos consideram a parte da calota, vem do seu contexto social, que segundo Lerman (2001), proporciona a estes indivíduos, um sistema simbólico de representação, que permita a interpretação e uma organização dos dados recolhidos a partir da experiência real do mundo.

Pode-se, também, considerar que o fato de trabalhar com situações do dia-a-dia ou das ciências pode vir a explicar a influência exercida pelo contexto sobre a forma que os alunos traduzem uma situação-problema. No episódio, observei que o objeto em estudo (a lata) estabelecia “limites” as variáveis que eram ou não permitidas considerar na tradução, já que a situação trabalhada tinha impressões de sentido para os alunos. Ou seja, os alunos estavam criando uma representação de um mundo concebível.

4.1.2 Modelagem Matemática e Discussões Técnicas: O Papel da Mediação do Professor diante a Resistência dos Alunos.

Neste artigo, no episódio apresentado, o professor discutiu com os alunos, uma reportagem do jornal *Tribuna da Bahia* referente ao nível do reservatório de água do Lago do Sobradinho. Após a discussão, o professor observando o interesse da turma sobre o tema, convidou os alunos, propondo que fizessem uma previsão sobre quando o reservatório do Lago do Sobradinho iria zerar o volume útil, considerando que não chovesse.

Durante a análise deste episódio, destaco que na tentativa de compreender as variáveis apresentadas pela reportagem, o grupo apresentou resistência às colocações feitas pelo professor. Essa resistência ocorreu quando as alunas e o professor discutiam em torno de qual seria a porção de volume útil a ser considerado na resolução da questão, pois o professor apresentava definições divergentes a informações existentes na reportagem.

As alunas começaram por ponderar o volume útil como o volume total do reservatório, como estava na reportagem, enquanto o professor apresentava uma suposta diferenciação entre o que seriam os volumes útil e total. Diante desta situação, o professor conduziu as alunas a consultarem outras fontes especializadas, na tentativa das mesmas compreenderem suas colocações. Esses novos dados foram discutidos com grupo, o que facilitou a compreensão das alunas sobre o que seria volume útil e a aceitação da estruturação proposta pelo professor.

Desta forma, compreende-se que a participação do professor confrontando as indagações das alunas e estimulando o entendimento da situação através da consulta de novos dados, possibilitou a produção das discussões técnicas. Tendo em vista que, estas intervenções durante os momentos de interação, ajudaram as alunas a agirem e organizarem suas estratégias no desenvolvimento da atividade, bem como auxiliou as mesmas a “tradução” da situação.

Na interação com o grupo, o professor adotou um estilo de comunicação aberta (BARBOSA, 2007), a qual parece ter sido preponderante para desafiar, questionar e conseqüente enfraquecer a resistência das alunas diante de suas colocações. Este episódio apresenta que o professor pode desenvolver o papel de oponente, estimulando, questionando, confrontando, assim como o de parceiro. Para Alro e Skovsmose (2002), o importante é que o professor saiba exercer os dois a ponto de reforçar a autoconfiança do aluno.

4.1.3 Considerações

Neste relatório de pesquisa, analisei como se dá a produção das discussões técnicas num ambiente de modelagem. Com o objetivo de construir esta compreensão, os dois episódios analisados acima podem ser considerados, segundo definição de Barbosa (2007), como extratos das rotas de modelagem dos alunos na disciplina INEM VI do curso de Licenciatura em Matemática da UEFS.

Os dois episódios analisados procuram identificar a produção das discussões técnicas em passagens das interações discursivas entre alunos e entre estes e o professor no desenvolvimento de atividades de modelagem. Tenho considerado, discussões técnicas como as discussões referentes à tradução da situação analisada (dia-a-dia ou das ciências) para estudo em termos matemáticos.

Assim, uma das conclusões obtidas é que no primeiro episódio, a produção das discussões técnicas gira em torno do processo em que os alunos foram relacionando a situação em estudo, com suas experiências pessoais (tópicos matemáticos conhecidos e experiências do dia-a-dia). Este episódio sugere que, por estarem em um contexto escolar, os alunos optaram por utilizar procedimentos da Matemática escolar no desenvolvimento da atividade, entretanto o contexto social agrega suas demais experiências, permitindo uma seleção dos dados a considera a partir se suas experiências reais no mundo (LERMAN, 2001).

Outra conclusão, mostrada no segundo episódio, que as discussões técnicas foram se configurando, através das intervenções do professor, numa interação aberta (BARBOSA, 2007) e oponente aos alunos. Neste episódio nota-se um movimento de resistência do grupo de alunos, o que pode ser associado às estruturas propostas pelo professor que iam de contra as informações contidas na reportagem sobre o tema trabalhando.

Sendo assim, as duas condições acima agendam possíveis pontos para estimular a produção das discussões técnicas no contexto sociocultural. É importante considerar que essa “tradução” é o momento mais complexo do processo de modelagem, devido às dificuldades apresentadas por muitos alunos na transição da situação para termos matemáticos (GALBRAITH; STILLMAN, 2006), ocasionadas pela falta de experiência dos mesmos, que muitas vezes não conseguem distinguir os aspectos relevantes dos irrelevantes da situação (CROUCH; HAINES, 2004).

Do ponto de vista da prática do professor, o resultado dessa pesquisa amplia o leque de oportunidades que podem subsidiar o desenvolvimento de uma atividade de modelagem como ambiente de aprendizagem, oportunizando a produção de discussões técnicas.

4.2 IMPLICAÇÕES

Registro que este trabalho sobre a produção das discussões técnicas teve duas grandes contribuições. Primeiramente, a contribuição teórica com a área científica, dando um passo adiante no nível de compreensão da comunidade. Sendo que esta investigação aprofundou a teorização das práticas discursivas dos alunos apresentado no estudo de Barbosa (2007b), ou seja, teorização das discussões técnicas, além de compreender a influenciar que sua produção pode causar no andamento das atividades de modelagem.

Em segundo lugar, as conclusões da pesquisa trazem implicações para a prática do professor, ou seja, o entendimento de como ocorrem à produção e dinâmica das discussões técnicas pode fornecer subsídios aos professores no acompanhamento e desenvolvimento da atividade dos alunos em suas salas de aula. Tendo em vista que percebemos no estudo, a importância do mesmo no decorrer da atividade observada.

Acredito que, para aquelas pessoas que nunca tiveram um contato com o ambiente de modelagem, este estudo possa clarear seus entendimentos e contribuir com a construção de alternativas ao cenário educacional corrente.

4.3 IMPLICAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Durante o processo de desenvolvimento desta pesquisa, constitui alguns entendimentos, que geraram algumas inquietações, que me levam a fazer perguntas que podem originar novas pesquisas. Essas inquietações estão ligadas aos resultados analisados e apresentados aqui, e podem constituir entendimentos sobre a dinâmica do ambiente de modelagem.

Confesso que me chamou a atenção, a compreensão da relação entre o professor e discussões desenvolvidas nos espaços de interação. Que tipo de influência o professor exerce na produção das discussões (técnicas, matemáticas e reflexivas)? De que maneira o professor pode conduzir essas discussões? Que tipo de relação é estabelecem entre as discussões técnicas e as demais (reflexivas e matemáticas)? Como o professor pode mediar isso?

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. C. Teacher-student interactions in mathematical modelling. In: HAINES, C. et al (Ed.). **Mathematical Modelling (ICTMA12): education, engineering and economics**. Chichester: Horwood Publishing, 2007a. p. 232-240.

BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007b. p. 161-174.

BARWELL, R. Discursive Psychology and Mathematics Education: Possibilities and Challenges. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 35, n. 5, p 201-207, 2003.

SANTOS, M. A.; BARBOSA, J. C. As oportunidades de produção das discussões reflexivas num ambiente de Modelagem Matemática. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP/UFMG, 2007. 1 CD-ROM, p. 733-748.