

ARTHUR GONÇALVES MACHADO JÚNIOR

**MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO-APRENDIZAGEM:
AÇÃO E RESULTADOS.**

BELÉM

2005

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CPI)
Biblioteca Setorial do NPADC, UFPA**

M149m

Machado Júnior, Arthur Gonçalves

Modelagem matemática no ensino-aprendizagem e resultados /
Arthur Gonçalves Machado Júnior. – Belém: [1.n], 2005.
142p.

Orientador: Adilson Oliveira do Espírito Santo

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará,
Núcleo de Apoio ao Desenvolvimento Científico, 2005.

1. MATEMÁTICA – Estudo e ensino. 2. MODELOS
MATEMÁTICOS. 3. PRÁTICA DE ENSINO. 4. EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA. I. TÍTULO.

CDD 19ª ed 511.8

ARTHUR GONÇALVES MACHADO JÚNIOR

**MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO-APRENDIZAGEM:
AÇÃO E RESULTADOS.**

Autor: Arthur Gonçalves Machado Júnior

Orientador: Prof. Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santo

Dissertação apresentada à comissão Julgadora do Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico da Universidade Federal do Pará, sob a orientação do Prof. Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santo, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas, na área de concentração: Educação Matemática.

BELÉM

2005

Dedico este trabalho a
Arthur , meu pai (**In memorin**).

Terezinha, minha mãe, Arlen , meu irmão,
Domingas, minha sogra, Kátia, minha esposa,
Miryan, Christian, Thiago, meus filhos, pelo
carinho, compreensão e palavras de incentivo
principalmente nos momentos difíceis .

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado a possibilidade de vivenciar esta experiência e por estar sempre
presente em minha vida indicando os caminhos a serem tomados.

Aos professores do mestrado, pela paciência, dedicação, e pela forma de conduzir
nossa formação e principalmente pelo ambiente de harmonia e amizade.

Ao professor e amigo Edílson Silva Santos, por me mostrar que a matemática não
era um bicho de sete cabeças.

As amigas Isaura Chaves, Andreia Parente, que apesar do tempo curto, e com
tarefas a cumprir, sempre se mostraram dispostos a contribuir com esta investigação.

A escola que me acolheu com muito carinho para o desenvolvimento dessa
pesquisa.

**Aos professores Hermes Silva, Ademir Donizete Caldeira, Tadeu Oliver, Terezinha
Oliver e Rosália Aragão** pelas contribuições prestadas a esta pesquisa.

Aos meus tios, Lurdes Maria e Joaquim Gomes, pela participação, dedicação e palavras de incentivo, principalmente nos momentos mais difíceis, vocês foram fundamentais.

Ao professor Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santo, pela orientação segura, pelos momentos de troca de experiências, pela participação na construção de minha trajetória como professor-pesquisador em formação e principalmente pela paciência e amizade, marcas registradas desse grande ser humano que tive oportunidade de conhecer e trabalhar, muito obrigado.

RESUMO

Este estudo relata indícios de envolvimento e aprendizagem dos personagens participantes da pesquisa -o professor-pesquisador; o professor de matemática e, sua turma composta de 38 alunos da oitava série do ensino fundamental de uma escola pública do município de Belém-Pa- em contato com atividades desenvolvidas em sala de aula, onde a Modelagem Matemática foi utilizada como ambiente de ensino e de aprendizagem. Trata-se, portanto, de uma pesquisa-participante, na modalidade narrativa, cujo objetivo era registrar, compreender e interpretar, a partir de ações dos personagens, indícios de envolvimento e aprendizagem. Foram planejadas duas atividades, para serem desenvolvidas em sala de aula cujo objetivo era coletar material empírico para tentar responder o problema proposto nessa investigação. Os resultados apresentados nessa investigação foram registradas através de três instrumentos a saber: observações, documentos e entrevistas. Na análise dos resultados, cheguei à conclusão que o ambiente proporcionado pela Modelagem Matemática, foi capaz de tornar a aprendizagem dos alunos significativa, pois em suas falas foi possível perceber a ligação entre matemática utilitária e matemática escolar, fato que também foi percebido pelo professor da turma, além disso, ele chegou a conclusão que o professor deve ser reflexivo. E para mim, como professor e pesquisador de minha própria prática, além do prazer de realizar essa pesquisa, pude perceber a importância do uso dos algoritmos no ensino da matemática e a necessidade de alterar esse discurso no sentido de mudanças e não de abandono. Nesse sentido, acredito que, a Modelagem Matemática pode ser apontada como uma das alternativas de reescrever esse processo.

Palavras-chave: Educação Matemática, Modelagem Matemática, Processo de Ensino e de Aprendizagem.

ABSTRACT

That study report trace of involvement and learning of the research participant personage , researcher – teacher, math teacher and, his class with 38 students who are in eighth grade of the fundamental teaching, in public school, on Belém District, in contact with activity that was developed in class, where The Math Model was utilized with teaching and learning ambient. Refer it, thus, a research- participant, in narrative modality, whose purpose was to register, understand, interpret, from actions on of the personages, trace of involvement and learning. Were planed two activities, for be developed in class, whose purpose was to collect empiric stuff to try answer the problem proposed in that investigation. The results shown in that investigation were registered through three instruments, they are: observation, documents and interviews. In the analisys of results, i reach a conclusion that ambient provide for the Math Model, was able to change the students' learning significative, because in their speechs was possible to perceive a bonde between useful math and scholar math, this fact was perceived for teacher of class, too. Besides, he reached a conclusion that teacher may be reflexive. And for me, like teacher and researcher of my own experience, beyond of pleasure to realize this research, i can perceive the importance of the use algorithms in math instruction and necessity to modify this discourse, on

meaning to change and do not abandonment. So, i believe that, The Model Math can be indicated like one alternative of rewrite this process.

Key Words: Math Education, Math Model, Teaching and Learnig Process.

SUMÁRIO

Resumo	vi
Abstract	vii
Capítulo 1- Acertos e erros na construção de um objeto de pesquisa.....	pág.01
1.1. O momento da reflexão	pág.03
1.2. O caminho da mudança	pág.05
1.3. O que vou pesquisar	pág.07
Capítulo 2- Concepções sobre modelagem matemática	pág.13
2.1 Iniciando o diálogo	pág.13
2.2. Porque utilizar modelagem matemática no ensino da matemática	pág.16
2.3. Nem método nem metodologia um ambiente de ensino e de aprendizagem	pág.20
2.3. Modelo e modelagem matemática	pág.24
2.4. Processo de obtenção do modelo matemática	pág.27

2.5. Modelagem matemática no âmbito da educação matemática	pág.32
2.6. Modelagem matemática como ambiente de ensino e de aprendizagem ...	pág.34
2.7. Modelagem matemática na sala de aula	pág.36
2.8. Obstáculos apontados para o uso da modelagem matemática	pág.39

Capítulo 3- A pesquisa **pág.43**

3.1. Opção metodológica	pág.43
3.2. O cenário	pág.45
3.2.1. A escolha	pág.45
3.2.2. A descrição	pág.46
3.3. Os personagens	pág.47
3.3.1. Os alunos	pág.47
3.3.2. Os professores	pág.48
3.3.2.1. O professor-pesquisador	pág.48
3.3.2.2. O professor da turma	pág. 49
3.4. O ambiente de ensino e de aprendizagem	pág.49
3.4.1. O diagnóstico do ambiente	pág.50
3.4.2. A construção do ambiente	pág. 50
3.4.3. As atividades	pág. 51
3.5. Coleta e registros de dados	pág.54
3.5.1. Observação	pág.54
3.5.2. Documentos	pág.55
3.5.2. As entrevistas	pág.56
3.6. A análise de dados	pág.56

Capítulo 4- Os episódios dos alunos **pág.59**

4.1. Migrando do prático para o sistematizado	pág.60
4.2. A importância da matemática em debates sociais	pág.67

4.3. Olhando à matemática com outros olhos pág.73

Capítulo 5- Os episódios do professor pág.79

5.1. O disfarce da apresentação pág.80

5.2. O livro didático pág.84

5.3. O choque pág.89

5.4. Não foi minha intenção, apenas falta de comunicação pág.95

Capítulo 6- Considerações finais pág.98

Referência pág.105

Anexos pág.110

Anexo 1 pág.110

Anexo 2 pág.113

Anexo 3 pág.119

Anexo 4 pág.121

Anexos 5 pág.125

CAPÍTULO I

ACERTOS E ERROS NA CONSTRUÇÃO DE UM OBJETO DE PESQUISA

Nos dias de hoje, não basta ao professor abrir a porta, entrar na sala de aula e dar a sua aula. Ele tem que **criar as condições** para que a **educação possa acontecer**.

Antônio Nóvoa

Em uma pesquisa, creio que um momento importante, talvez o mais importante, é a elaboração da pergunta diretriz que irá norteá-la. Acreditando nessa afirmativa, pretendo neste capítulo descrever os caminhos trilhados por mim cometendo acertos e erros na busca e construção de meu objeto de pesquisa.

Na visão de quem não é pesquisador, “pesquisar”, é “adotar” um foco e escolher uma metodologia adequada para estruturar a investigação, e a partir daí, dependendo da forma como foi planejado, ir a campo e coletar material para análise. Parece tudo muito “simples”. Chaves (2000, p.1), aponta um dos motivos que levam os leitores a chegarem a esta conclusão:

... Pesquisar é fazer opções, contudo, nas descrições de pesquisas muitas opções são encobertas pelo formalismo dos relatos, deixando espaço para o leitor supor que o ato de problematizar, investigar dado tema nasce de um **insigth**, uma espécie de passe de mágica que somente alguns privilegiados conseguem ter. [grifo meu]

Na verdade, ter a certeza do que se quer pesquisar, não é uma tarefa tão simples como parece. A escolha é pessoal e depende unicamente do olhar do pesquisador; no sentido de que se trata de uma opção pessoal, e para isso, deve

acreditar no que está fazendo. Porém, uma das coisas que pude perceber¹, é que na maioria das vezes, o foco, está atrelado às angustias e ansiedades, acumuladas no decorrer da vida profissional, capazes de proporcionar tais preocupações e reflexões na direção de uma investigação mais profunda.

Por esse motivo, acredito que, mesmo não tendo clareza no que pretendemos pesquisar, as coisas vão acontecendo até chegar em um ponto que tudo se encaixa e conseguimos expressar com clareza o que realmente queremos estudar. Mesmo com todas essas características, não é fácil conceber um objeto de pesquisa. Araújo (2002, p.1), em relação a esse assunto, nos diz o seguinte:

... Em uma pesquisa na área de Educação Matemática ... um momento importante é a elaboração da pergunta diretriz que irá norteá-la. A pergunta é uma espécie de bússola que nos vai mostrando uma direção a tomar e os momentos de reorientar nossa rota. Entretanto, a pergunta diretriz, diferentemente da bússola, às vezes é invisível ou, pelo menos, se mantém oculta por algum tempo. É como se ela estivesse em nosso subconsciente e não conseguíssemos expressá-la em palavras. Porém, mesmo oculta, ela continua funcionando, mostrando-nos a rota que, ao ser trilhada, permite-nos encontra-la pelo meio do caminho.

Influenciado pelos trabalhos de Chaves (2000) e Araújo (2002), optei por descrever minha difícil trajetória na construção de meu foco atual de pesquisa. Em função desse posicionamento, leitores, os convido a fazer uma viagem por caminhos às vezes não muito agradáveis, mas necessários para uma caminhada bem sucedida.

Para situar essa trajetória, na primeira seção deste capítulo, apresento, alguns aspectos de minha prática docente, onde acredito que tudo começou. Na segunda seção, como e onde encontrei caminhos para tentar entender minhas inquietações;

¹ Tais percepções, surgiram em conversas com amigos do mestrado e da especialização do programa que faço parte - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas - (PPGECM), NPADC/UFPA.

gerando naquele momento, mesmo que insipiente, uma primeira pergunta geratriz para minha pesquisa. E na última seção, as influências que me levaram ao encontro de meu verdadeiro caminho de pesquisa.

1.1 O MOMENTO DA REFLEXÃO

Ao longo de minha carreira profissional na qual passei 16 anos consecutivos trabalhando como um “especialista em vestibular” na rede particular de ensino em Belém do Pará; sempre busquei um bom desempenho quando o assunto era sala de aula. Eu era um professor que ensinava porque gostava da profissão e estava realmente comprometido com o processo de ensino-aprendizagem.

Naquela época, acreditava que somente um bom relacionamento *professor-aluno* e a forma *diferenciada*² de trabalhar o conteúdo em sala de aula, eram os únicos fatores que influenciavam no processo de construção do conhecimento, não conseguia perceber que:

... O sucesso de implementação de qualquer proposta pedagógica não depende apenas do conhecimento de tal proposta [e somente da relação professor aluno]. É preciso reconhecer que o *professor* e o *aluno* e o *saber* são três molas impulsoras do processo de ensino-aprendizagem (SILVA et. al, 2004, p.11). [grifos do original]

Certo de que, nesses moldes, sempre seria um “bom professor”, não me preocupei com as mudanças³ ocorridas em minha sala de aula, em meu ponto de

² A forma diferenciada, no momento não estava relacionada com os padrões da Educação Matemática e sim com uma organização do Ensino Tradicional.

³ Essas transformações devem ocorrer, acredito, no ambiente privilegiado de interação que é a sala de aula, em função dos novos rumos da educação, a busca e construção de um novo profissional e de um cidadão crítico, capaz de analisar e tomar decisões.

vista o mais importante dos vários ambientes responsáveis em desencadear o processo ensino-aprendizagem, em outras palavras, “dos vários locais possíveis, a sala de aula é a mais importante” (MORETTO, 2003, p.13).

Acreditava que podia fazer tudo do mesmo jeito de um ano para outro, considerando os alunos todos iguais, o que me levou a acreditar ser esse meu principal equívoco. Na verdade, naquela época, eu estava mergulhado, num ambiente onde a meta era *preparar o aluno para prestar exame vestibular*, e não percebia, as outras reais necessidades dos alunos como cidadãos.

Porém chegou um momento, em que minhas práticas de sala de aula não funcionavam mais; a forma como abordava os conteúdos não eram mais suficientes para os alunos; o relacionamento aluno-professor dentro e fora de sala não era mais o mesmo; na verdade, nada funcionava mais e comecei a perceber que algo de errado estava acontecendo, porém, naquele momento, mesmo sabendo de tudo isso, era difícil aceitar que era eu que não estava preparado para atuar nesse ambiente.

Então, depois de muitas tentativas de mudanças *sem sucesso*, resolvi procurar novas formas de ensinar e compreender como no complexo sistema educacional, os alunos constroem, ou tentam construir, conhecimentos suficientes para garantir sua cidadania, pois as técnicas e conhecimentos que possuía não eram mais suficientes.

A partir desse momento, me conscientizei que os alunos eram realmente diferentes; que dentro de um processo educacional as condições sócio-econômicas, políticas, culturais e religiosas influenciavam no ensino-aprendizagem e, eu, como professor, não estava atendendo as expectativas dos alunos.

Em outras palavras, o ambiente gerado em minha sala de aula, era monótono e desinteressante. E um dos fatores, que aponto hoje como principal responsável - pois percebi refletindo e influenciado pela literatura- é que, os assuntos abordados em sala, na maioria das vezes, são distantes da realidade dos alunos, deixando de lado o que na verdade poderia motivá-los. WERNECK (2002, p.13), nessa direção aponta o seguinte:

... Ensinamos demais e os alunos aprendem de menos e cada vez menos! Aprendem menos porque os assuntos são a cada dia mais desinteressantes, mais desligados da realidade dos fatos e os objetivos mais distantes da realidade da vida dos adolescentes.

Por todos esses motivos, cheguei à conclusão que precisava encontrar alternativas no sentido de re-construir minha prática; a pergunta, nesse momento, é a seguinte: *qual é o caminho?* Na seqüência, descrevo o que acreditava ser a resposta.

1.2 O CAMINHO DA MUDANÇA

Movido pelo desejo de mudança, parti à procura de caminhos que tornassem minha sala de aula um ambiente prazeroso para mim e para meus alunos. Dessa forma, fui atrás de respostas que, pelo menos, minimizassem minhas angustias. Com objetivo de facilitar essa procura, optei por me afastar totalmente de sala de aula para cuidar da minha formação em outro nível⁴, certo de que encontraria direcionamentos para tentar reconstruir minha prática de sala de aula.

⁴ Busquei cursar, exclusivamente, o Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas.

No mestrado, em contato com trabalhos que apontavam “novas” tendências no e do ensino das matemáticas, me identifiquei com a Modelagem Matemática, por vários motivos, entre eles, o apontado por Biembengut & Hein (2000, p.19), qual seja:

... A modelagem matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece, ao mesmo tempo que aprende a arte de modelar, matematicamente.

Dentro desse contexto, imediatamente, associei o momento que estava passando, e me interessei em investigar como essa metodologia de ensino poderia me ajudar a olhar e agir de forma diferente no âmbito da minha prática. Nascia aqui, mesmo de forma incipiente, minha primeira pergunta de pesquisa, que assim expressei:

- **como a modelagem matemática poderia me ajudar a olhar e agir de forma diferente a minha prática de ensino?**

Em função dessa pergunta, comecei a rabiscar, desenhar meu projeto de pesquisa.

Com o passar do tempo percebi que o foco não estava, ainda, bem definido, e descobri que deveria construir uma outra pergunta esclarecendo o que eu buscava investigar realmente. Contudo, como poderia eu formular tal pergunta? Que pergunta era/é essa? Como poderia chegar nela? É o que, subsequente, passo a descrever.

1.3 O QUE VOU PESQUISAR?

Mesmo ciente do caminho que queria tomar, pelo menos nos termos que me parecia, encontrei muitas dificuldades para elaborar a pergunta que devia expressar o foco, o objeto de estudo, que possa nortear os passos desta investigação, e fui, quase “por aproximação”, cometendo acertos e erros, construindo e reconstruindo, mas sempre caminhando em busca da explicitação das minhas idéias. Afinal, depois de muitas reflexões e discussões com professores e amigos⁵ pude construir o meu objeto de pesquisa.

Porém, como apontei anteriormente, as contribuições ajudam, mas não são suficientes para a definição, pois a escolha de um objeto de investigação precisa ter o empenho do pesquisador que, entre outras coisas, tem que assumir o problema que confronta e acreditar que realmente se põe no caminho certo.

No início, como assinali anteriormente, meu principal objetivo era investigar, os créditos atribuídos à Modelagem Matemática por Biembegut (1990); Burak (1994); Pedroso (1997); Bassanezzi (2002); Dias&Almeida (2004) e Barbosa (2004), em relação à utilização desta metodologia em sala de aula como estratégia efetiva de ensino-aprendizagem, que podia me ajudar a tornar diferente a minha prática.

Na primeira tentativa de diminuir a abrangência da questão, passei a trabalhar em função da seguinte pergunta:

⁵ Meu orientador e amigos pertencentes ao PPGECM.

- **quais as contribuições da modelagem matemática ao processo ensino-aprendizagem?**

Nessa perspectiva, mais tarde, cheguei à conclusão de que a problemática assim expressa ainda se situava em termos demasiadamente abrangentes e, expressava um tipo de fluidez tendente à confusão, pois pesquisar no processo que eu objetivava incluía, certamente, o professor e os alunos.

Em função disso surgiu um novo obstáculo, as contribuições são do professor relacionado ao ensino, ou do aluno em relação à aprendizagem, ou desejava eu implicar, simultaneamente, as duas situações? Era um problema que sem dúvida, precisava ser resolvido para o bom andamento da investigação.

Com o intuito de resolver tal impasse, escolhi trabalhar *visando as contribuições para a aprendizagem do aluno* e, em consequência disso, uma nova mudança ocorreu em minha pergunta diretriz, que passou a ser assim expressa:

- **que elementos podemos destacar como evidências ou indícios de aprendizagem do conceito de ‘função’, por alunos do ensino fundamental, quando do tratamento matemático e pedagógico propiciado pela *modelagem matemática*?**

Vários foram os problemas ainda gerados em função da colocação desse novo foco, pois, de certa forma, a questão parecia continuar muito abrangente, muito embora, em termos mais específicos, eu já visasse o estudo de um conteúdo

matemático – **funções**. Porém, na investigação que já se iniciava, começaram a surgir percalços para registro justamente dos momentos de interação nas atividades previstas para serem desenvolvidas, tanto que alguns registros foram perdidos por falha de equipamento adequado, dificultando a coleta de dados para análise. Pude, assim, defrontar-me com dificuldades inerentes ao processo de pesquisa e compreender que existem várias situações que envolvem a coleta de dados empíricos que podemos prever, contudo, o difícil mesmo é evitar essas situações.

Novamente fiquei em situação difícil, tanto que, em determinados momentos, pensei em re-iniciar todo o processo, posto que parecia que tudo estava perdido. No entanto, novamente a troca de idéias em conversas e interações com alguns professores⁶, nas quais dava a conhecer os dados que tinha coletado até então, e com suas contribuições, consegui enxergar um outro caminho, uma vez que nascia, de forma consistente e muito mais robusta, uma nova pergunta-diretriz, qual seja:

- **que evidências são apontadas pelos alunos em contato com atividades de modelagem matemática que demonstram ser indícios de envolvimento e de aprendizagem?**

Porém a palavra “apontadas” me incomodava, dava idéia que a responsabilidade seria só dos alunos. Então resolvi me incluir, e trocar a palavra predicativo por “apresentadas”, pois desse jeito às evidências não percebidas por eles poderiam ser percebidas e registradas por mim. Surgindo assim, uma nova

⁶ Entre os quais meu orientador e professores do PPGEEM.

pergunta-diretriz da investigação, que agora parece bem definida, nos termos da investigação por mim desejada, a saber:

- **que evidências são apresentadas pelos alunos em contato com atividades de modelagem matemática que demonstram ser indícios de envolvimento e de aprendizagem?**

Porém no desenrolar da pesquisa, um fator começou a chamar muito minha atenção: o professor da turma que estava sofrendo intervenção passou a apresentar mudanças significativas de comportamento em relação à organização de seu ambiente de aprendizagem.

A partir dessa observação – senti-me, de novo, confuso – posto que não sabia mais se investigava as evidências apresentadas pelos alunos ou se passava a investigar também quais os fatores que estavam influenciando a ação e o desempenho *do professor* dentro e fora da sala de aula.

Em função desse novo impasse, durante um certo período, resolvi investigar as duas situações. Em processo, tinha a impressão de que as mudanças apresentadas pelo professor poderiam, entre várias possibilidades, ser provenientes de seu contato com o ambiente de investigação, com os diálogos realizados comigo – como pesquisador - referentes ao planejamento e ao desenvolvimento das atividades, bem como aos comentários realizados por seus próprios alunos.

Porém, como assinalado no início, “*pesquisar é fazer opções*”. Em função disso, optei em relação ao exame de qualificação, por desenvolver a presente investigação nos termos expressos em função da questão já expressa, qual seja:

- **que evidências são apresentadas pelos alunos em contato com atividades de modelagem matemática que demonstram ser indícios de envolvimento e de aprendizagem?**

Como o foco esta no aluno, resolvi -para ser apreciado pela banca examinadora- reservar à problemática observada em função do professor da turma que eu trabalhava na escola um capítulo, em que pretendo descrever essa experiência que foi vivida juntamente com um outro professor de matemática em uma mesma turma, utilizando uma mesma temática com estratégias diferentes. Naquele momento, não tinha como objetivo uma análise mais profunda da situação, e sim, receber sugestões da banca de qualificação em relação à situação em questão.

Após o exame, as contribuições me auxiliaram muito na versão apresentada na defesa, pois a partir das reflexões e sugestões e sugestões de seus integrantes, pude perceber que o professor não poderia ficar fora do contexto de meu trabalho, ocupando um espaço que na verdade não era compatível com sua participação e contribuição na investigação.

Em função dessas contribuições, resolvi alterar o foco utilizado no exame de qualificação, com objetivo de incluir o professor como sujeito da pesquisa, juntando-

se a mim e aos alunos. E passo a presente investigação nos termos expressos em função da questão:

- **que evidências são apresentadas pelos personagens do ambiente de ensino e de aprendizagem, proporcionado pela Modelagem Matemática, que demonstram ser indícios de envolvimento e de aprendizagem?**

Com essa pergunta, espero contribuir com os estudos que tratam da utilização da Modelagem Matemática como ambiente de ensino e de aprendizagem. No capítulo seguinte, apresento o que designei "**Concepções sobre Modelagem Matemática**".

CAPÍTULO II

CONCEPÇÕES SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA

“**Aprender**
é construir significados
e
Ensinar
é oportunizar essa construção.”

Vasco Pedro Moretto

2.1 INICIANDO O DIÁLOGO

O campo que trata de questões relacionadas ao ensino-aprendizagem, em especial da matemática, nos diferentes níveis de ensino, tem aumentado muito nas últimas décadas. Pesquisas realizadas na área de Educação Matemática apontam que a Matemática ensinada na sala de aula bem como a forma como vem sendo ensinada, não acompanharam a evolução social e tecnológica que correspondem às demandas atuais.

Na tentativa de minimizar tais problemas, propostas significativas, são apresentadas para a melhoria do ensino “centradas em enfoques, métodos e estratégias, uma vez que, do ponto de vista teórico, **os conteúdos** a serem abordados durante as aulas de Matemática **deverão continuar essencialmente os mesmos**” (ALMEIDA & DIAS 2004, p.20) [grifos meus].

Ao tratar de questões relativas à necessidade de reestruturação no ensino da Matemática, investigações têm se desenvolvido sob a luz de diferentes tendências, que visam uma prática diferenciada em sala de aula. No entanto, uma das

alternativas de mudança mais apontada por professores que refletem sobre sua própria prática, é que, a matemática escolar seja associada de forma mais efetiva à realidade dos alunos, “pois cabe também à educação escolar preparar sujeitos críticos, conscientes e integrados à sociedade...” (ALMEIDA & DIAS 2004, p.20).

Gonçalves (2000, p. 43) aponta que:

... O importante é que os futuros professores de matemática possibilitem aos seus alunos oportunidades de aprender e de pensar criativamente, de posicionar-se criticamente aos problemas do dia-dia, buscando e discutindo soluções, tomando decisões e construindo a sua cidadania.

Essa direção tem sido uma alternativa de mudança apontada também por Biembengut & Hien (2000, p.18), quando sugerem que:

... O conhecimento matemático deve ir além das simples resoluções de questões matemáticas, muitas vezes sem significado algum para o aluno, e leva-lo a adquirir uma melhor compreensão tanto da teoria quanto da natureza do problema a ser modelado.

Em função dessas reflexões, e da forma como é trabalhada⁷ a Modelagem Matemática acredito que seja possível estabelecer uma relação de proximidade entre a Matemática dos programas escolares e a realidade do estudante. Em síntese, acredito que, as escolas que desenvolvem suas atividades curriculares dentro dessa perspectiva, estarão cumprindo seu papel social, que é “ajudar a formar cidadãos capazes de desempenhar o papel de gerentes de informação e não meros acumuladores de informações” (MORETTO, 2003). Na visão desse autor, com a qual compartilho, é que:

... A escola adestradora, reprodutiva de um saber cristalizado, descontextualizado, antes tida como forte, agora é vista como fraca, pois seu ensino pode ser eficaz para os objetivos escolares, mas absolutamente ineficiente na preparação do cidadão destinado historicamente a viver num mundo que apresenta constantes transformações sociais, éticas e tecnológicas (idem, p.122).

⁷ Na seqüência desse capítulo, apresento essas formas (p.27-38).

Portanto, meu objetivo neste capítulo é apresentar as várias perspectivas de Modelagem Matemática e escolher uma para ser adotada nesta pesquisa. Bem como, oferecer subsídios que sirvam de inspiração a professores desejosos em utilizar a referida estratégia de ensino-aprendizagem em suas respectivas realidades educacionais, e assim possam compreender uma maneira e não a maneira de entender Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática⁸.

Dentro desse enfoque, pretendo fazer algumas considerações e reflexões acerca do que chamo de concepções de Modelagem Matemática, tentando tecer um referencial teórico apoiado nas contribuições de alguns dos autores apontados em suas referidas áreas de concentração:

- No Ensino Fundamental (Biembengut, 1999; Burak, 1987; Gustineli, 1991);
- Ensino Médio (Biembengut, 1999; Burak, 1992; Caldeira, 1998; Chaves, 2005);
- Ensino Superior (Araújo, 2002; Borba, Meneghetti&Hermini, 1997, 1999; Franchi, 1999; Ferruzzi, 2003; Jacobini, 1999);
- Formação de Professores (Anastácio, 1990; Burak, 1992; Barbosa, 2001; Dias, 2005; Gazzeta 1989);
- Educação de Adultos (Monteiro, 1991).

Dentre todos esses pesquisadores, não podemos deixar de mencionar, que foi no início dos anos 80, com influências dos estudos sócio-culturais conduzidos pelo

⁸ No âmbito da Educação Matemática, Modelagem pode ser definida como “uma metodologia de ensino-aprendizagem [que] parte de uma situação/tema e sobre ela desenvolve questões, que tentarão ser respondidas mediante o uso do ferramental matemático e da pesquisa sobre o tema”. (BIEMBENGUT&HEIN, 2003, p.18).

Prof. Ubiratan D'Ambrósio, que o movimento começa a se consolidar sob a liderança do Prof. Rodney Bassanesi (UNICAMP) no cenário nacional⁹.

2.2 PORQUE UTILIZAR MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DA MATEMÁTICA

O ensino da Matemática sempre foi alvo das atenções sociais e atualmente, ocupa lugar de destaque, sobressaindo-se dentre as outras disciplinas, pois têm provocado preocupações a professores, alunos, pais e à sociedade, diante do baixo rendimento escolar.

É fácil concluir que, medidas urgentes no campo da Educação Matemática devem ser tomadas no sentido de minorar esse imenso descompasso entre: o que é trabalhado em sala de aula e o que a sociedade impõe à formação do homem moderno.

Dessa forma, apontar na direção de criar novos ambientes de aprendizagem em que a participação do professor seja de orientador das atividades -e não detentor do conhecimento- e os alunos com a liberdade de propor, desenvolver, criar, elaborar, modelar, as idéias na construção dos conhecimentos – e não mero receptor de informação-, é o que se espera das novas tendências de ensino.

⁹ Porém o germe do movimento de Modelagem Matemática na Educação Matemática está ligado, no Brasil, aos trabalhos de um grupo de professores de IMECC/UNICAMP (Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica – Universidade Estadual de Campinas) e aos trabalhos que procuravam desenvolver uma estratégia de ensino que utilizasse modelos matemáticos como motivação para o estudo de matemática, realizados na PUC-RJ (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro), pelo Prof. Aristides Barreto, ambos na década de 70 (Fiorentini, 1996 apud Barbosa, 2001).

Nesse sentido, apresentar uma proposta que atenda as novas demandas de ensino, que ajude a transformar o aluno em co-responsável pelo desenvolvimento das atividades curriculares, engajado no processo de ensino e de aprendizagem, motivado a **aprender a aprender** e transformar-se em cidadão é um desafio que se impõe à escola hoje, agora.

Portanto, entre as várias tendências de ensino de matemática, disponíveis na literatura, aquela que acredito atender as necessidades impostas pela sociedade atual com uma visão ampliada para o futuro¹⁰, a Modelagem Matemática me parece a mais adequada, pois pode ser um dos caminhos “que levam os alunos a despertar maior interesse, ampliar o conhecimento e auxiliar na estruturação de sua maneira de pensar e agir” (BASSANEZI, 2002), além de redefinir o “papel do professor no momento em que perde o caráter de detentor e transmissor de saber para ser entendido como aquele que está na condução¹¹ das atividades, numa posição de partícipe” (BARBOSA, 1999, p.7).

Porém, sabemos que a adesão a uma postura assim caracterizada não é instantânea e que as atitudes do professor articulam-se com suas concepções, as quais sabemos que não se alteram facilmente (THOMPSON, 1992) apud (BARBOSA 1999). Barbosa (2000a, p.3) apoiado em Blum¹² (1995), apresenta cinco argumentos para a inclusão da modelagem no currículo:

¹⁰ Formação de um indivíduo crítico e reflexivo atento aos diferentes problemas que terá que enfrentar no dia a dia.

¹¹ Condução no sentido de problematizar e direcionar as atividades escolares (BARBOSA, 1999, p.7)

¹² BLUM, W. Applications and Modelling in mathematics teaching and mathematics education – some important aspects of practice and of research. In: SLOVER, C. et al. **Advances and perspectives in the teaching of mathematical modeling and applications**. Yorklyn: Water Street Mathematics, 1995.

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

Esse autor destaca o último argumento apresentado na lista anterior e afirma:

... Ele está diretamente conectado com o interesse de formar sujeitos para atuar ativamente na sociedade e, em particular, capazes de analisar a forma como a matemática é usada nos debates sociais (idem, p. 2).

Para Barbosa (2003b, p.6), “mais do que informar matematicamente, é preciso educar criticamente através da matemática”, e ainda aponta que:

... Se estamos interessados em construir uma sociedade democrática, onde as pessoas possam participar de sua condução e, assim, exercer cidadania, entendida aqui genericamente como inclusão nas discussões públicas, devemos reconhecer a necessidade das pessoas se sentirem capazes de intervir em debates baseados em matemática (idem).

Esse tem sido um ponto importante assinalado pela perspectiva da educação matemática crítica (SKOVSMOSE, 2004). Nela, inclui-se o interesse de que as atividades escolares preparem os alunos para a cidadania e reflitam sobre a natureza crítica da matemática. Uma das dimensões desse propósito inclui o envolvimento dos alunos com as aplicações da matemática.

A ligação da Matemática escolar com a Matemática da vida cotidiana do aluno tem um papel importante no processo de escolarização do indivíduo, pois dá sentido e significado ao conteúdo estudado.

... Sentido, porque, partindo de problemas reais que conferem utilidade à matemática já aprendida, podemos ir além da resolução de exercícios

repetitivos que não dizem nada para o aluno quanto a utilidade de 'quê' e do 'para quê' fazem, e, significado, porque estarão relacionados a linguagem simbólica própria da matemática com a linguagem textual de uma situação real problematizada, que prescinde da compreensão dos objetos matemáticos. (CHAVES, 2005, p.27).

Em relação a essa *nova forma* de encarar a Matemática, a Modelagem Matemática, "pode ser tomada tanto como um método científico de pesquisa quanto como uma estratégia de ensino-aprendizagem que tem se mostrado muito eficaz", no ensino-aprendizagem de matemática (BASSANEZI, 2002, p.16).

Todos esses fatores apontam na direção da modelagem matemática como um processo rico e criativo, que deve ser valorizado pelos múltiplos aspectos favorecidos por esta prática educativa. A Modelagem Matemática é indicada para tentar superar a crise no ensino, pois é capaz de responder a pergunta que tanto atrapalha o processo de ensino e de aprendizagem da matemática, que assim expresso: *Porque tenho que aprender isso?* Apresentando uma forma de construção de conhecimento que flui de maneira natural e não por imposição, facilitando o entendimento e as relações com o cotidiano do aluno.

Porém acredito que, um dos pontos mais marcante desta estratégia de ensino é que os conceitos aparecem das necessidades dos alunos e não das imposições sem nenhum sentido de ser (CALDEIRA, 1992). Talvez essa seja a principal característica dessa dinâmica de trabalho.

Na seqüência tentarei responder, ou pelo menos, clarificar em algum grau, questionamentos que acredito ser muito comum quando o assunto é Modelagem Matemática. Biembengut & Hein (2000, p.10), acenam para alguns e afirmam que:

... Embora haja consenso quanto à importância da Matemática na formação de nossos jovens e a necessidade de encontrar meios eficientes para que o ensino-aprendizagem no **âmbito escolar atinja esse objetivo**, emergem

de nossos educadores questões: **O que é modelagem? Como implementar a modelagem matemática no ensino de Matemática? Como o professor pode aprender modelagem matemática para poder ensinar?** [grifos meu]

2.3 NEM MÉTODO NEM METODOLOGIA UM AMBIENTE DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM

Segundo o dicionário¹³ da língua portuguesa, **método** é o procedimento organizado que conduz a um certo resultado; processo ou técnica de ensino; modo de agir, de proceder; regularidade na ação. Enquanto que **metodologia** é o conjunto de métodos, regras e postulados utilizados em determinada disciplina e sua aplicação. Informações em meu ponto de vista insuficientes para me ajudar a escolher o tratamento que darei à modelagem matemática nessa pesquisa. Em função de tal impasse, busquei em Lucena (2005, p.63), um melhor entendimento do significado das palavras método e metodologia. Na visão da autora:

... O pensar no encaminhamento de uma pesquisa sob a organização de passos a serem seguidos a fim de atingir determinada meta é feito de forma prévia ... É esse tipo de organização que compreendo como metodologia, condição imprescindível à realização de pesquisas científicas, no entanto não suficiente.

As pesquisas devem seguir seus cursos orientados pelas metodologias, mas nunca limitadas a elas, pois, produzidas a priori, escapam de seu domínio propedêutico eventos, fenômenos, incidências ou emergências que surgem ao longo desse percurso hipoteticamente definido. Aí entra o método! O método, mesmo que comporte as metodologias, não se resume a elas, dada a sua natureza criativa e de renovação. O método se constrói no caminhar e pode modificar a metodologia.

Resolvido esse impasse, ou seja, os significados das palavras método e metodologias se apresentam um pouco mais claras, passo a refletir um pouco sobre

¹³ Mini Aurélio Século XXI Escolar: O minidicionário da língua portuguesa, 4ª edição revista ampliada do Minidicionário Aurélio. Edição especial para o FNDE/PNLD 2001, com tiragem de 11.848.961 exemplares.

as formas que autores pertencentes à literatura concebem Modelagem Matemática, enquanto método ou metodologia.

Na visão de Bassanezi (2002, p.17), pude perceber que:

... É necessário buscar **estratégias alternativas de ensino-aprendizagem que facilitem sua compreensão e utilização**. A modelagem matemática, em seus vários aspectos, é um processo que alia a teoria e prática, motiva seu usuário na procura de entendimento da realidade que o cerca e na busca de meios para agir sobre ela e transformá-la. Nesse sentido, é também **um método científico que ajuda a preparar o indivíduo para assumir seu papel de cidadão** [grifos meus].

O autor aponta a Modelagem Matemática como uma das formas de encarar o ensino de matemática, pois o interesse pela disciplina não pode ser restrito a definições e ao fato de mais tarde ser aplicada. Bassanezi destaca que:

... Sua importância deve residir no fato de poder ser tão agradável quanto interessante. Nessa nova forma de encarar a matemática, a Modelagem – que pode ser tomada tanto como um método científico de pesquisa quanto como uma estratégia de ensino-aprendizagem - tem se mostrado muito eficaz (idem, p.16).

Uma série de pontos podem ser levantados para destacar a relevância da modelagem matemática quando utilizada como estratégia de ensino-aprendizagem (idem, p.36-37):

- Argumento formativo: enfatiza ... a performance da modelagem matemática ... para desenvolver capacidades em geral e atitudes dos estudantes, tornando-os explorativos, criativos e habilidosos na resolução de problemas;
- Argumento de competência crítica: focaliza a preparação dos estudantes para a vida real como cidadãos atuantes na sociedade, competentes para ver e formar juízos próprios, reconhecer e entender exemplos representativos de aplicações de conceitos matemáticos;
- Argumento de utilidade: ... pode preparar o estudante para utilizar a matemática como ferramenta para resolver problemas em diferentes situações e áreas;
- Argumento intrínseco: considera que a inclusão de modelagem ... fornece ao estudante um rico arsenal para entender e interpretar a própria matemática em todas suas facetas;
- Argumento de aprendizagem: garante que os processos aplicativos facilitam ao estudante compreender melhor os argumentos matemáticos, guardar os conceitos e os resultados, e valoriza a própria matemática.

Porém, quando a Modelagem Matemática é utilizada como instrumento de pesquisa, destaca os seguintes pontos (idem, p.33-34):

- Pode estimular novas idéias e técnicas experimentais;
- Pode dar informações em diferentes aspectos dos inicialmente previstos;
- Pode ser um método para se fazer interpolações, extrapolações e previsões;
- Pode sugerir prioridades de aplicações de recursos e pesquisas e eventuais tomadas de decisão;
- Pode preencher lacunas onde existem falta de dados experimentais;
- Pode servir como recurso para melhor entendimento da realidade;
- Pode servir de linguagem universal para compreensão e entrosamento entre pesquisadores em diversas áreas do conhecimento .

Porém o autor acredita que:

... À falta de tempo para cumprir o programa; a inércia dos alunos e a inexperiência do professor, a modelagem matemática no ensino é apenas uma estratégia de aprendizagem, onde o mais importante não é chegar no modelo mas, as etapas do processo onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado (idem, p.38).

Para Biembengut & Hein (2000), o ensino de matemática deve estar comprometido com a construção do conhecimento matemático, promovendo situações que os alunos desenvolvam habilidades de utiliza-los no dia-dia. Para os autores a modelagem matemática é um método de ensino. “Isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problemas por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu senso crítico” (idem, p.13).

Barbosa (2001, p.6), apoiado a noção de **ambiente de aprendizagem**¹⁴ apresentado por Skovsmose (2000), assume que, modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade.

¹⁴ Condições nas quais os alunos são estimulados a desenvolverem determinadas atividades.

Em função do que anteriormente foi apresentado, aliado a idéias de Chaves (2005, p.43), que afirma:

... Como, todas as atividades, extra ou intraclasse, desenvolvidas num contexto escolar, são instrumentos formativos que se propõem a desenvolverem não só conteúdos conceituais, mas também procedimentos e atitudes que contribuam para a formação geral do educando, e que portanto, de uma forma explícita ou não, tem a intenção de ensinar, entendemos que um ambiente de aprendizagem escolar é também de ensino.

Gostaria, de apresentar a forma como a Modelagem Matemática e concebida nessa pesquisa -nem método nem metodologia- e sim, um **ambiente de ensino e de aprendizagem**, onde, “cada um de seus participantes, alunos e o professor, assumem responsabilidades e obrigações pelo desenvolvimento do conhecimento matemático escolar” (CHAVES, 2005, p.43), a partir de situações oriundas, preferencialmente, das realidades dos alunos, visando “preparar gerentes da informação e não meros acumuladores de dados” (MORETTO, 2003, p.11).

... Assim, Modelagem Matemática colocada em termos de um ambiente de ensino e de aprendizagem, onde o professor através do desenvolvimento e acompanhamento de atividades de ensino, oportuniza ao aluno a construção de conhecimento matemático, nos sugere o estabelecimento de uma prática, no mínimo diferenciada da que comumente vem sendo praticada, pois, acreditamos que, ao fornecer ao aluno o conhecimento matemático, pronto e acabado, através de conceitos e regras que devem ser memorizadas, reproduzidas e aplicadas quando necessário, estamos dando pouca ou nenhuma oportunidade para que os alunos construam qualquer significado ou sentido mais útil ao conhecimento matemático escolar do que o simplesmente ser aprovado na escola (CHAVES, 2005, p.44)

Na seqüência, apresento os fatores que acredito serem fundamentais para a implantação desse **ambiente de ensino e de aprendizagem**.

2.4 MODELO E MODELAGEM MATEMÁTICA

Para Biembengut e Hein (2000, p.11), “a idéia de modelagem suscita a imagem de um escultor trabalhando com argila produzindo um objeto”. Na concepção dos autores, esse objeto que representa sua idéia é um **modelo**, e o processo de obtenção desse modelo é a **modelagem**.

Tenho plena compreensão que o termo modelo é sempre ambíguo, e, dependendo do estudo, cada autor se aventura em dar uma definição. Contudo muitas situações do mundo real podem apresentar problemas que requeiram soluções e decisões provenientes da matemática, seja qual for o caso, a resolução de um problema, em geral quando quantificado, requer uma formulação matemática detalhada.

Nessa perspectiva, a idéia de modelo apresentada a partir das reflexões feitas anteriormente, cria uma nova roupagem, a relação com a matemática e passa a ser denominado **modelo matemático**. Vejamos alguns conceitos encontrados na literatura:

- “Um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduz ,de alguma forma, um fenômeno em questão ou um problema de situação real, é denominado de Modelo Matemático” (BIEMBENGUT&HEIN, 2000, p. 12).
- “Modelo matemático de um fenômeno, é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduzem de alguma forma o objeto estudado” (BASSANEZI, 2002, p. 20).

Desta forma, podemos dizer que “a Matemática com suas expressões, equações, funções, fórmulas, tabelas, formas e teorias, é um conjunto de modelos” (CHAVES, 2005). Em relação à forma de utilização de um Modelo Matemático, Chaves (2005, p.9) apoiada em Biembengut e Hein (2003), frisa que:

... Um modelo matemático só é um modelo, se servir de referência ou se permitir ser reproduzido para a resolução de problemas semelhantes que originaram o modelo, além de ser mola propulsora para o desenvolvimento de outros conhecimentos.

Para Bassanezi (2002, p.20), a importância do modelo matemático “consiste em ter uma **linguagem concisa** que expresse nossas idéias de maneira **clara e sem ambigüidade...**” [grifos meus].

Portanto, pode-se notar, que os caminhos para se chegar a um Modelo Matemático não são muito simples, alguns esforços deverão ser feitos para se chegar a melhor representação matemática, ou seja, o tipo de modelo a ser utilizado dependerá da situação analisada, das variáveis selecionadas e dos recursos disponíveis. Para chegarmos a um **Modelo Matemático**, temos que passar por um processo denominado de **Modelagem Matemática**.

- D’ambrosio (1986), Modelagem Matemática, “é um processo muito rico de encarar situações e culmina com a solução efetiva do problema real¹⁵ e não com a simples resolução formal de um problema artificial¹⁶”.
- Biembengut e Hein (2000, p.12), definem Modelagem Matemática como “uma arte¹⁷, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas

¹⁵ [Possui] referência na vida real, diz respeito a situações “de fato”, oriundas de outras áreas do conhecimento que não a matemática ou do dia-a-dia (BARBOSA, 2001, p.33).

¹⁶ Não se trata de uma realidade que “de fato” observamos, mas uma realidade construída, por exemplo, por um autor de livro didático de matemática (SKOVSMOSE, 2000, p.74).

para uma situação particular, mas que também sirvam, posteriormente para outras aplicações”.

- Blum (1995), define Modelagem Matemática, “como sendo um processo de construção de modelos que transforma uma situação real em uma situação matemática.
- Bassanezi (2002, p.16), Modelagem Matemática, “consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.
- Barbosa (2003, p.53), define Modelagem Matemática, na perspectiva da Matemática Aplicada, como “todo o processo de abordagem de um problema não matemático, envolvendo a construção do modelo [matemático]”, partindo de uma situação real até a construção de um modelo através da utilização de ferramentas e entes matemáticos, como gráficos, equações, inequações, para representar certos aspectos de uma situação real.

Acredito que, além da característica motivadora inerente à aplicação da Modelagem Matemática no ensino da Matemática, esse processo contribui de forma significativa para reflexões, não só relativas a “matematização” do modelo em estudo e na escolha das técnicas para a resolução destes modelos incluindo as tecnologias disponíveis, mas também -e talvez principalmente- para interpretações das soluções encontradas na linguagem do mundo real, possibilitando o ensino de uma

¹⁷ O processo de Modelagem Matemática pode ser considerado um processo artístico, visto que, para se elaborar um modelo, além de conhecimento de matemática, o modelador, precisa ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas (Biembengut & Hein, 200, p.13).

matemática crítica, onde o conhecer reflexivo na forma proposta por Skovsmose¹⁸ (2004, p.115-116) tem a mesma importância do conhecer matemático e do conhecer tecnológico.

Na seqüência, pretendo à luz das reflexões feitas por alguns dos pesquisadores apontados no início deste capítulo, entre outros -que produziram e ainda produzem conhecimentos sobre Modelagem Matemática- discutir a **organização** e **condução** de atividades baseadas nesse ambiente de ensino e de aprendizagem, com objetivo de apresentar uma forma de materializar essa *nova tendência* em nossa realidade curricular.

2.5 PROCESSO DE OBTENÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO

O processo de obtenção de um modelo ou de modelagem de situações com referência na realidade ou semi-realidade é composto por etapas. Biembengut e Hein (2000, p.13-15) destacam três etapas subdivididas em seis subetapas, a saber:

1ª etapa: Interação com o assunto

- Reconhecimento da situação problema;
- Familiarização com o assunto a ser modelado.

¹⁸ EM DIREÇÃO À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA analisa os três tipos de conhecer, no processo de educação matemática: 1) Conhecer matemático – habilidades matemáticas; 2) Conhecer tecnológico – aplicar a matemática; 3) Conhecer reflexivo – reflexão sobre o uso da Matemática.

Fase preliminar em que ocorre o **envolvimento** com o tema a ser estudado/problematizado. Nessa etapa a situação a ser estudada será delineada, e, para torná-la mais clara deverá ser feita uma pesquisa sobre o assunto escolhido através de livros, jornais, revistas especializadas e de dados obtidos junto a especialistas da área.

2ª etapa: Matematização

- Formulação do problema;
- Resolução do problema em termos do modelo.

É a fase mais complexa e desafiadora, pois é nessa que se dará à **tradução** da situação problema para a linguagem matemática, ou seja, é aqui que se formula um problema e escreve-o segundo um modelo que leve a solução. Intuição, criatividade e experiência acumulada são elementos indispensáveis nessa etapa.

3ª etapa: Modelo Matemático

- Interpretação da solução;
- Verificação ou validação.

Para a conclusão e utilização do modelo, nessa fase ocorre uma **testagem** ou **validação** do modelo obtido para verificar em que nível este se aproxima da situação-problema. Assim, sua interpretação deve ser feita através de análise das implicações da solução, derivada do modelo que está sendo investigado, para então,

verificar-se sua adequabilidade, retornando¹⁹ à situação problema investigado e avaliando o grau de confiabilidade.

A figura (I) ilustra a dinâmica da Modelagem Matemática segundo Biembengut & Hein (2000, p. 15) .

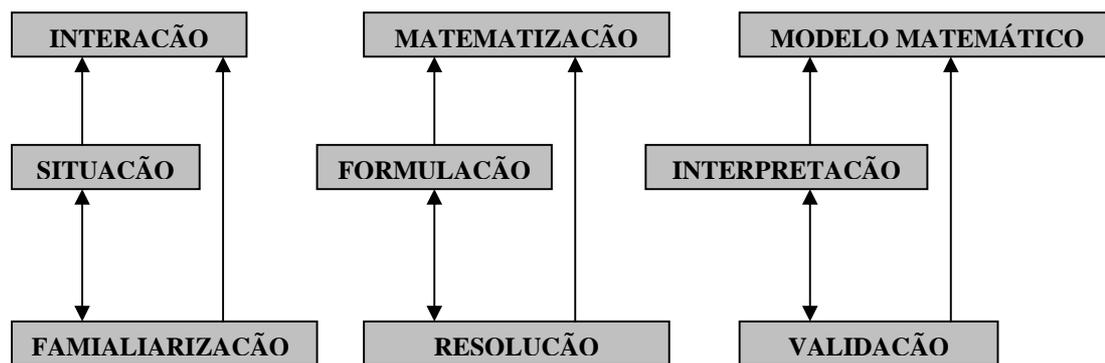


FIGURA (I)

Já Bassanezi (2002) propõe um esquema simplificado para o que ele chama de atividades intelectuais da Modelagem Matemática e destaca cinco etapas a seguir:

1ª etapa: Experimentação

É uma atividade essencialmente laboratorial onde se processa a obtenção de dados para dar conta do problema não matemático.

¹⁹ Se o modelo não atender às necessidades que op geraram, o processo deve ser retomado na segunda etapa ... mudando-se ou ajustando-se hipóteses, variáveis, etc...

2ª etapa: Abstração

É o momento de selecionar as variáveis, formular questões, levantar hipóteses e simplificar o problema em termos matemáticos.

3ª etapa: Resolução

Quando acontece a troca da linguagem natural das hipóteses pela linguagem matemática coerente, em outras palavras, quando é obtido o modelo matemático capaz de responder a questão.

4ª etapa: Validação

É o processo de aceitação ou não do modelo proposto. Nesse momento, os modelos, juntamente com às hipóteses que lhes são atribuídas devem ser confrontadas com os dados empíricos, comparando suas soluções e previsões com os valores obtidos no sistema real.

5ª etapa: Modificação

Alguns fatores ligados ao problema original podem provocar rejeição ou aceitação dos modelos. Diante de uma negativa, a solução é voltar aos dados iniciais do experimento, e retomar o processo.

Matemática que, diferem conforme o contexto e a finalidade, ou seja, o “onde” e o “para que” a Modelagem vai ser utilizada.

Ao mesmo tempo, entendo que é mais importante no momento é nos preocuparmos com as perspectivas de Modelagem Matemática do que com as definições -*se é que podemos pluralizar*- pois assim, estamos investindo na busca de caminhos , com a utilização, cada vez mais crescente, do ambiente gerado pela Modelagem Matemática em sala de aula, considerando a realidade escolar na qual está inserida.

2.6 MODELAGEM MATEMÁTICA NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

As formas de conceber a Modelagem Matemática, carregam evidências de seu propósito, que é chegar a um **modelo matemático** capaz de dar conta de uma situação da realidade (PATROCÍNIO JR, 2004). A reflexão do autor pode ser reforçada com as palavras de Bassanezi (2002, p.24), onde afirma que:

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

Porém acredito que a Modelagem Matemática na direção da Educação Matemática, pode ser vista de uma forma mais ampla. Para Patrocínio Jr (2004, p.4):

... Modelagem Matemática em Educação Matemática pode ganhar novas possibilidades. Não deve apenas limitar-se a chegar a um fim, que é a validação de um modelo [matemático], mas sim ater-se ao próprio processo, no qual se pode valer das possíveis discussões matemáticas que poderão surgir nesse entremeio, abrindo espaço para abordagem de conteúdos matemáticos trabalhados ou que possam ser discutidos a partir daí.

Apoiado na idéia de Skovsmose (2000), onde apresenta a noção de ambiente de aprendizagem para se referir às condições nas quais os alunos são estimulados a desenvolverem determinadas atividades, Barbosa (2001, p.6) assumiu que Modelagem Matemática é “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade”, em que problematizar/indagar refere-se “ao ato de criar perguntas e/ou problemas” e investigar, refere-se “à busca, seleção, organização e manipulação de informação e reflexão, na perspectiva de resolver os problemas” (CHAVES, 2005, p. 24).

Essa forma de conceber Modelagem Matemática leva Barbosa (2001, p.5) a utilizar como referência, problemas atrelados à realidade, ou seja, a Modelagem Matemática pode ser entendida em termos mais específicos, pois, trata-se de:

... Uma oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento. Os conceitos e idéias matemáticas exploradas dependem do encaminhamento que só se sabe à medida que os alunos desenvolvem a atividade.

... Esta natureza **aberta** que sustentamos para atividades de Modelagem nos impossibilita de garantir a presença de um modelo matemático propriamente dito na abordagem dos alunos. Somente a análise dos caminhos seguidos na resolução pode nos falar sobre sua ocorrência; eles podem desenvolver encaminhamentos que não passem pela construção de um modelo matemático.

Dentro dessa perspectiva, a Modelagem Matemática está concentrada na possibilidade de envolver os alunos em um ambiente capaz de investigar situações originadas na realidade, porém não apenas para problematizar, mas, fundamentalmente, para que haja a possibilidade de questioná-la e tirar conclusões através da matemática (PATROCÍNIO JR, 2004).

A Modelagem Matemática como ambiente de ensino e de aprendizagem, possui uma intenção muito clara, **criar um espaço baseado na indagação e investigação**, um cenário de investigação, diferente da forma como atualmente é trabalhado no ensino tradicional, visivelmente hegemônico nas escolas.

2.7 MODELAGEM MATEMÁTICA COMO AMBIENTE DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM

Para a **materialização** desse processo, os professores precisam ter contato com a literatura, assistirem palestras e mini-cursos, trocarem experiências com professores que já utilizaram a Modelagem Matemática em sala, acredito ser alguns dos elementos indispensáveis para auxiliar na construção e implantação desse tipo de ambiente.

Segundo Barbosa (2001a, p.2), o ambiente de ensino e de aprendizagem da Modelagem Matemática, pode se configurar através de três níveis de possibilidades sem limites claros que ilustram a materialização da modelagem na sala de aula.

Nível 1: Trata-se da problematização de algum episódio real: A partir das informações qualitativas e quantitativas apresentadas no texto da situação, o aluno desenvolve a investigação do problema proposto.

✓ O professor apresenta a descrição de uma situação-problema, com as informações necessárias à sua resolução e o problema formulado, cabendo aos alunos o processo de resolução.

Nível 2: Trata-se da apresentação de um problema aplicado: Os dados são coletados pelos próprios alunos durante o processo de investigação.

✓ O professor traz para a sala um problema de outra área da realidade, cabendo aos alunos a coleta das informações necessárias à sua resolução.

Nível 3: Tema gerador: Os alunos coletam informações qualitativas e quantitativas, formulam e solucionam o problema.

✓ A partir de temas não-matemáticos, os alunos formulam e resolvem problemas. Eles também são responsáveis pela coleta de informações e simplificação das situações-problema.

Os níveis não só apresentam diferentes tipos, como essa classificação pode representar o próprio caminho para o professor desenvolver sua atividade na sala de aula. Certamente, o professor que atualmente desenvolve a chamada **prática tradicional**, sente-se mais à vontade para desenvolver atividades do nível 1, onde a partir daí pode avançar para os demais níveis. A figura (III) representa os casos de modelagem e esquematiza a participação do professor e do aluno em cada caso (BARBOSA, 2004a, p.7).

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Formulação do problema	Professor	professor	professor/aluno
Simplificação	Professor	professor/aluno	professor/aluno
Coleta de dados	Professor	professor/aluno	professor/aluno
Solução	professor/aluno	professor/aluno	professor/aluno

FIGURA (III)

... Os três casos ilustram a flexibilidade da Modelagem Matemática nos diversos contextos escolares. Em certos períodos, a ênfase pode ser [em] projetos pequenos de investigação, como no caso 1; em outros, pode ser [em] projetos mais longos, como nos casos 2 e 3. Mas seja como for, quero sublinhar a perspectiva crítica nessas atividades e a consideração de situações de fato, “reais” como subjacente a eles (idem, p.8)

Em todos os casos, é possível perceber que o professor é concebido como “co-partícipe” na investigação dos alunos, dialogando com eles acerca de seus processos. Porém, em alguns momentos o professor, possui um papel mais presente na organização das atividades, por exemplo no **caso 1**, onde participa mais ativamente na elaboração da atividade do que no **caso 3**, onde compartilha as tarefas com os alunos. Segundo Barbosa (2001b):

... Esta classificação chama a atenção para o fato de que os professores e os alunos podem se envolver com diferentes maneiras de implementar a Modelagem [Matemática] no currículo, re-elaborando de acordo as possibilidades e as limitações oferecidas pelo contexto escolar, por seus conhecimentos e preferências.(p.10)

2.8 MODELAGEM MATEMÁTICA NA SALA DE AULA

Para Biembengut & Hein (2000, p.29), em relação ao processo de implantação da Modelagem Matemática em sala de aula, afirmam que:

... A condição necessária para o professor implementar a Modelagem [Matemática] no ensino, é ter audácia, [um] grande desejo de mudar sua prática e disposição de [aprender a] conhecer, uma vez que essa proposta abre caminho para descobertas significativas.

Portanto, uma das maneiras de por em prática essa forma de conceber²⁰ a Modelagem Matemática com as devidas e/ou necessárias adaptações. Biembengut e Hein (2000, p.18-22) propõem que os professores utilizem as seguintes etapas:

1. Um diagnóstico

O objetivo dessa fase é traçar o perfil do aluno levando em conta, dentre outras coisas, a realidade sócio-econômica, o grau de conhecimento matemático e a disponibilidade para trabalhos extra-classe (ver Anexo 3) .

a) à realidade socioeconômica:

✓ Conhecer seus interesses e metas, pontos que são essenciais na decisão sobre a escolha do tema.

²⁰ Apresento esse caminho porque me sinto mais a vontade para desenvolver atividades que envolvem modelagem matemática como ambiente de ensino e de aprendizagem, não significa dizer que é o único caminho.

b) tempo disponível para realização de trabalho extra-classe:

✓ O tempo disponível implica a delimitação dos objetivos em relação aos trabalhos que serão propostos em sala de aula.

c) o grau de conhecimento matemático

✓ Permite estabelecer a forma como os conteúdos matemáticos serão trabalhados e o número de atividades a serem propostos em cada etapa da investigação.

Concordo com os autores, quando afirmam que: o diagnóstico; o número de alunos e o horário da disciplina, são pontos determinantes para o planejamento das atividades de modelagem matemática.

2. A escolha do tema

Nessa etapa, o professor ou os alunos, podem escolher o tema a ser investigado, porém a preferência é que os alunos escolham o tema. Porém existem vantagens e desvantagens em relação ao processo de escolha.

A principal vantagem é que os alunos vivenciando esse tipo de ambiente se sentem co-responsáveis pelo processo de ensino-aprendizagem e dessa forma mais motivados a desenvolver as atividades em sala de aula. A desvantagem, e que, podem surgir temas não adequados para desenvolver o conteúdo programático, ou muito complexo exigindo do professor um tempo para pesquisa, que não dispõe.

Caso isso ocorra, caberá ao professor usar de estratégias que facilitem aos alunos a escolha de um tema abrangente, motivador e sobre o qual, de certa maneira, seja de fácil acesso para obterem-se dados e informações.

Os autores ressaltam também que seja qual for o caminho escolhido o professor deve buscar informações sobre o tema e preparar previamente a condução do processo, para que seja desenvolvido o conteúdo além de atender as expectativas dos alunos.

3. O desenvolvimento do conteúdo

Nessa fase o professor segue as mesmas etapas e sub-etapas do processo de modelagem, isto é: **Interação** – reconhecimento da situação- problema e familiarização; **Matematização** – formulação e resolução do problema; e **Modelo Matemático** – interpretação e validação. Não esquecendo que agora existe um conteúdo programático a ser cumprido e cabe ao professor fazê-lo fluir a partir do tema. A figura (IV) ilustra o Desenvolvimento do Conteúdo Programático segundo a visão de Biembengut & Hein (2000, p. 22) .

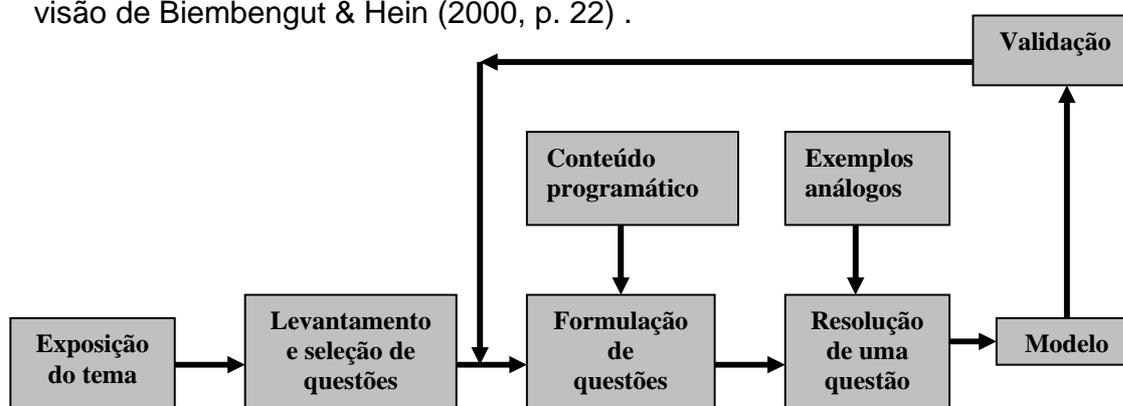


FIGURA (IV)

Para o bom andamento da Modelagem Matemática em sala de aula, além dos apontados até agora, gostaria de destacar outros fatores que acredito ser importantes à implantação do ambiente de ensino e de aprendizagem mediado pela Modelagem Matemática:

- o professor deve procurar manter um clima de liberdade e descontração com aos alunos, estimulando sua participação e criatividade;
- em relação à dinâmica de sala de aula, a turma deve ser dividida em grupos de 3 (ou no máximo 4) alunos, número que acredito ser ideal para que se realize uma melhor interação professor-aluno-conteúdo.

Acredito ser essa uma das formas de materializar a Modelagem Matemática como um dos possíveis ambientes propícios de ensino e de aprendizagem, em sala de aula, com objetivo de obter resultados satisfatórios em relação ao ensino-aprendizagem da Matemática.

2.9 OBSTÁCULOS APONTADOS PARA O USO DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Segundo Barbosa (2003), a modelagem matemática tem sido proposta como um dos ambientes de ensino aprendizagem possíveis para a Educação Matemática. “Alunos **motivados para aprender matemática** e aprendê-la em um nível suficiente para ser **aplicada em problemas de outras áreas**, sobretudo, saber utilizá-la para **compreender a sua realidade**” (CHAVES, 2005, p.29) [grifos meus], tudo que um professor de matemática deseja para seus alunos.

Apesar de todos os argumentos apontados até aqui, serem favoráveis ao uso da Modelagem Matemática, “muitos [professores e alunos] colocam obstáculos em sua utilização, principalmente quando utilizada em cursos regulares” (BASSANEZI, 2002, p.37-38), tais como:

- Os cursos regulares possuem programa que deve ser cumprido completamente;
- Alguns professores têm dúvida se as aplicações e conexões com outras áreas fazem parte do ensino de matemática;
- O uso de Modelagem foge da rotina do ensino tradicional e os estudantes, não estão acostumados ao processo;
- Os alunos estão acostumados a ver o professor como transmissor de conhecimentos e quando são colocados como no centro do processo de ensino-aprendizagem sendo responsáveis pelos resultados obtidos e pela dinâmica do processo, a aula passa a caminhar em ritmo mais lento;
- Muitos professores não se sentem habilitados a desenvolver modelagem em seus cursos, por falta de conhecimento do processo ou por medo de se encontrarem em situações embaraçosas quanto às aplicações da matemática em áreas que desconhecem;
- Acreditam que perderão muito tempo para preparar as aulas e também não terão tempo para cumprir todo o programa.

Na visão de Chaves (2005, p.29), ainda podemos acrescentar outros fatores que dificultam o uso da Modelagem Matemática em sala de aula:

- O engessamento dado à definição de Modelagem Matemática por alguns pesquisadores;
- A falta de tempo do professor para elaborar as atividades, dado que, para sustentar-se precisa trabalhar dentro de sala de aula por no mínimo, 8 horas por dia, ficando sem carga horária disponível para planejamento;
- A formação inicial do professor que não dá conta nem de prepara-lo para a intradisciplinaridade, quanto mais para a interdisciplinaridade e multidisciplinaridade requerida pela modelagem.

Do ponto de vista curricular, não é de se esperar que esta mudança ocorra instantaneamente. Estudos feitos por Barbosa (1999, p.78), apontam que os professores vêem dificuldades na implementação da Modelagem Matemática na sala de aula, concentrando-se em três eixos: alunos, escolas e professores.

- Os alunos: há uma resistência muito grande sobre qualquer atividade que exija maior envolvimento no que diz respeito a raciocinar a partir de seus próprios recursos;
- A escola: conteúdos; realidade da escola pública e privadas; vestibular e tempo são barreiras que a institucionalidade oferecem;
- Os professores: a falta de preparação por parte dos professores é ponto crucial; o professor não se sente preparado adequadamente para desenvolver atividades utilizando Modelagem Matemática.

Nesse sentido, entre reconhecer vantagens e desvantagens, é que muitos pesquisadores têm buscado caminhos para que a Modelagem Matemática seja

utilizada na sala de aula no ensino-aprendizagem da matemática. Chaves (2005, p.28), apresenta um dos fortes motivos de utilização em sala de aula, quando afirma que:

... A modelagem Matemática, inverte a seqüência normalmente utilizada no ensino tradicional – definição/exemplos/exercícios/aplicações, começando por aplicações/problemas, oferece a oportunidade de implementarmos novos ambientes de aprendizagem onde podemos estar desenvolvendo de forma significativa os conceitos matemáticos e a partir do trânsito do aluno entre as Matemáticas: **práticas**, oriunda das diversas atividades humanas, **formal** que é o resultado da sistematização, refinamento e generalização dos diversos saberes da tradição e a **utilitária** que aplica o conhecimento sistematizado em situações diferenciadas.

Assim, acredito que, por meio desta pesquisa, será possível avançar um pouco mais na direção dessas discussões que envolvem a Modelagem Matemática como ambiente propício para o ensino-aprendizagem. No capítulo seguinte, tenho como objetivo apresentar questões referentes à pesquisa, o cenário onde os dados foram coletados e os sujeitos que fazem parte da história que pretendo contar. Logo em seguida, apresento os procedimentos metodológicos utilizados para a realização da coleta de dados e, para finalizar, a maneira como os dados foram tratados e analisados.

CAPÍTULO III

A PESQUISA

Nós - os seres humanos - somos organismos contadores de histórias, organismos que, individualmente e socialmente, **vivemos vidas relatadas.**

Connely e Clandinin

Como anunciei, esse capítulo é dedicado à apresentação da metodologia e dos procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa para a coleta de dados. Início a seção apontando características que sugerem uma pesquisa participante, na modalidade narrativa. Na seqüência, apresento o local onde os dados foram coletados e os sujeitos da pesquisa. Em seguida, como foi implantado o ambiente; como foram elaboradas e desenvolvidas as atividades utilizadas no cenário; os procedimentos metodológicos utilizados na coleta de dados e, para finalizar, a forma como os dados foram tratados e analisados.

3.1 A OPÇÃO METODOLOGICA

Para desenvolver a investigação aqui apresentada, buscando uma forma de lidar com sua questão central; assim expressa:

- **que evidências são apresentadas pelos personagens do ambiente de ensino e de aprendizagem, proporcionado pela Modelagem Matemática, que demonstram ser indícios de envolvimento e de aprendizagem?**

Eu, entre várias outras coisas, *precisava* escolher uma metodologia adequada para o desenvolvimento da pesquisa, ou seja, uma forma viável de comunicar os procedimentos e os resultados obtidos, da melhor maneira possível sem dilapidar o fenômeno estudado. Araújo (2002, p.5), em relação a esse assunto, nos previne que:

... Essa escolha deve estar coerente com os objetivos da pesquisa, com o contexto de seu desenvolvimento, com postura como pesquisador, enfim, com a pesquisa como um todo. Deve haver, acredito, uma harmonia, um inter-relacionamento entre a opção metodológica e o todo da pesquisa.

Dentro dessa perspectiva, resolvi utilizar a narração como estilo literário e como **método**²¹ de investigação, acreditando ser a **metodologia**²² mais adequada para o desdobramento de minha investigação, pois se assenta no trabalho colaborativo entre os personagens da investigação, independente da posição ou experiência.

Segundo Chaves (2000, p.30), a narração é “como estilo literário e como método de investigação, a forma mais adequada de obter o material empírico da pesquisa, assim como de comunicar seus resultados”. A autora apoiada em Ezpeleta

²¹ Método, **se constrói no caminhar** e pode modificar a metodologia, mesmo que comporte as metodologias, não se resume a elas, dada sua natureza criativa e de renovação (LUCENA, 2005, p.63) [grifos meus].

²² Metodologia é a organização dos passos a serem tomados a fim de atingir determinada meta é **feito de forma prévia** (LUCENA, 2005, p.63) [grifos meus].

e Rockwell (1989) ainda afirma que "[a narração] como método investigativo se presta a captar a história não documentada da educação".

Para isso, os convido a conhecer, todas as informações que compõem essa trajetória vivida em tempo/espaço real.

3.2 O CENÁRIO

Minha intenção aqui é descrever a forma como foi escolhido o lócus da pesquisa, assim como a estrutura que compõe este ambiente, na tentativa de deixar os leitores o mais próximo possível da realidade vivida no espaço destinado a realização dessa investigação.

3.2.1 A ESCOLHA

Vários fatores influenciam na escolha do ambiente de pesquisa. No meu caso, quando resolvi participar do processo de seleção para ingressar no mestrado, por conta própria, resolvi abrir mão dos locais onde trabalhava, pois queria ter tempo integral para me preparar e alcançar meu objetivo que era ser aprovado no exame de seleção.

Em função dessa decisão, duas hipóteses foram levantadas: a primeira foi realizar a pesquisa em uma escola particular e a segunda era desenvolver a pesquisa em uma escola pública. A primeira foi descartada; devido às dificuldades apresentadas por dirigentes e professores em relação à abertura de espaço para

esse tipo de trabalho, pois alegaram que o tempo utilizado para realização das atividades no decorrer da pesquisa, podia atrapalhar no bom andamento do currículo da escola e conseqüentemente o atraso do conteúdo programático.

Analisando todos os pontos, resolvi optar pela segunda proposta, uma **escola pública**. E agora, qual? Então, resolvi escolher uma escola publica do bairro que moro. Para tal escolha, levei em consideração alguns indicativos que achava relevante para o bom andamento da investigação, vou destacar alguns: a proximidade de minha residência; a facilidade com os contatos e o interesse da direção e dos professores em auxiliarem na execução do projeto.

Diante dos fatos, resolvi escolher a escola que utilizei como lócus na elaboração do pré-projeto, pré-requisito para seleção do programa. Esses foram para mim os principais motivos que me levaram a escolher essa escola para ser utilizada como cenário da investigação. Na seqüência passo a descrever este cenário.

3.2.2 A DESCRIÇÃO

Meu trabalho de investigação foi desenvolvido durante dois meses e teve como *cenário principal*²³, uma escola pública da rede estadual de ensino, localizada em um bairro da periferia de Belém do Pará.

A escola, quando comparada com outras instituições publicas do estado, apresenta boa infra-estrutura, pois possui vários recursos a disposição do professor: um televisor de 29 polegadas; um vídeo cassete; um aparelho de DVD; antena

²³ Refiro-me a cenário principal, porque partes das atividades propostas por mim, em minha pesquisa, foram realizadas em campo, em casa que em meu ponto de vista caracteriza outros cenários.

parabólica; som e retroprojeter. Além disso, possui também uma biblioteca funcionando nos três turnos, equipada com um computador na internet e um bom acervo de livros à disposição dos alunos e da comunidade, tudo sob a responsabilidade de um funcionário **amigo da escola**²⁴.

Sei que tais características, deveriam fazer parte da estrutura básica de uma escola, porém, não é a realidade da maioria de nossas instituições públicas de ensino fundamental e médio, acredito, posso até estar enganado, em todo o país. Nessa perspectiva, sou obrigado a considerar tais características como diferencial, em relação a outras instituições infelizmente.

3.3 OS PERSONAGENS

Esta pesquisa tem como contexto uma situação planejada, ou seja, foi pensada para acontecer num ambiente escolar, com a participação dos personagens pertencentes a um determinado cenário do ambiente. Meu objetivo aqui é apresentar esses personagens que junto comigo compõem os sujeitos dessa investigação.

3.3.1 OS ALUNOS

Os alunos, personagens dessa pesquisa pertenciam à turma 801 composta por (38) alunos, sendo 21 do sexo masculino e 17, do sexo feminino, dos quais (02)

²⁴ Nessa escola há dois funcionários **amigos da escola**, um na secretaria e um na biblioteca.

não freqüentavam mais. Todos esses alunos regularmente matriculados na escola em 2005 com idades na faixa de 13 a 17 anos.

3.3.2 OS PROFESSORES

No cenário, atuaram juntos dois professores que utilizaram no período da investigação o mesmo conteúdo programático pertencente à 8ª série do ensino fundamental das escolas públicas estaduais, porém com ambientes de ensino e aprendizagem diferentes: o professor de matemática da turma e o autor da dissertação como professor e pesquisador. Passo a apresentar cada um deles:

3.3.2.1 O PROFESSOR-PESQUISADOR

Meu nome é Arthur Gonçalves Machado Júnior sou Licenciado em Ciências com Habilitação Plena em Matemática pela União das Escolas Superiores do Pará (UNESPa), tendo concluído em 1988 o curso de Licenciatura Curta em Ciências e em 1989 a Plena em Matemática. Atualmente,desenvolvo atividades como bolsista do EDUCIMAT²⁵ e mestrando do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemáticas NPADC/UFPA.

²⁵ Programa de Formação, Tecnologias e Prestação de Serviços em Educação em Ciências e Matemáticas. Rede Nacional de Formação Continuada de Professores de Educação Básica (MEC/SEB).

3.3.2.2 O PROFESSOR DA TURMA

Licenciado pleno em Matemática, tendo concluído o curso em 1998 na Universidade Estadual do Pará. Atua como professor desde 1997 e atualmente trabalha como professor efetivo no Instituto Catarina Labouré e como professor substituto na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Amílcar Alves Tupiassu.

3.4 O AMBIENTE DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM

Como anunciado anteriormente (capítulo II, p.23), concebo Modelagem Matemática nos seguintes termos:

- um **ambiente de ensino e de aprendizagem**, onde, cada um de seus participantes, alunos e o professor, assumem responsabilidades e obrigações pelo desenvolvimento do conhecimento matemático escolar, a partir de situações oriundas, preferencialmente, de suas realidades, visando preparar gerentes da informação e não meros acumuladores de dados.

Partindo dessa visão, para a implantação desse ambiente, precisaria de dois momentos muito importantes na pesquisa. O primeiro, para fazer o mapeamento do ambiente já estabelecido em sala de aula, e o segundo, para a construção desse ambiente, que envolve: planejamento e elaboração das atividades. Na seqüência descrevo como organizei esses dois momentos.

3.4.1 O DIAGNOSTICO DO AMBIENTE

Antes de iniciar as **atividades** em sala de aula, com objetivo de criar um cenário propício à materialização do ambiente de Modelagem Matemática, achei mais prudente frequentá-lo durante quinze dias antes da data marcada em meu planejamento para início das **atividades** no cenário da pesquisa. Meu objetivo era procurar me acomodar da melhor maneira possível em um ambiente desconhecido, cujo objetivo era coletar material empírico para servir como fonte de análise para minha pesquisa.

Desta forma resolvi acompanhar a turma, a partir da segunda quinzena do mês de abril de maneira contínua, já coletando algumas observações visando à investigação, porém minha meta no momento, era mapear o ambiente existente em sala de aula cujo objetivo principal das anotações era facilitar a implantação do ambiente de Modelagem Matemática que pretendia implantar naquele cenário.

3.4.2 A CONSTRUÇÃO DO AMBIENTE

Após o mapeamento e identificação do ambiente utilizado em sala de aula -o paradigma do exercício conhecido como ensino tradicional segundo Skovsmose (2000)- resolvi marcar o início das atividades para o mês de maio estendendo-se até o final de junho, porém dependendo do andamento e de situações que por ventura viesse a enfrentar, este prazo poderia ser alterado.

Em comum acordo²⁶ com o professor da turma, os encontros com os alunos aconteciam no horário normal de aula; dia de terça-feira de 9:00 às 9:45 e de 10:00 às 10:45 h, quarta-feira e sexta-feira de 7:30 às 9:00 h. Porém, às intervenções com objetivo de construir o ambiente de ensino e de aprendizagem mediado pela Modelagem Matemática, foram marcadas para sexta-feira.

3.4.3 AS ATIVIDADES

As atividades foram elaboradas por mim e por uma participante do grupo GEMM²⁷, estudante concluinte do curso de licenciatura em Matemática da UFPA. Sua participação na elaboração e execução das atividades, teve um propósito: utilizar os dados obtidos para a confecção de seu TCC (Trabalho de Conclusão de Curso). Todo esse processo de elaboração e de execução, estava sob a coordenação de nosso orientador.

Para a realização da pesquisa, cujo objetivo era investigar “que evidências são apresentadas pelos personagens do ambiente de ensino e de aprendizagem, proporcionado pela Modelagem Matemática, que demonstram ser indícios de envolvimento e de aprendizagem?”, foram elaboradas duas atividades:

A primeira intitulada **A REGRA DO GUARDA RODOVIÁRIO**, tinha como objetivo apresentar de forma significativa o conceito e a resolução de equações do 2º grau, além de resgatar as propriedades de potências e radicais, assuntos

²⁶ Nesse acordo o professor e eu o professor-pesquisador, resolvemos dividir as 6 aulas da turma em 4 para ele e 2 para mim.

²⁷ Grupo de Estudo em Modelagem Matemática, formado por alunos do mestrado e especialização em Educação Ciências e Matemáticas e alunos interessados em desenvolver trabalhos de conclusão de curso da UFPA sob a coordenação do Professor Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santo.

trabalhados no 1º bimestre (ver anexo 1). Essa atividade foi desenvolvida em sala com os alunos em 4 aulas ou 2 encontros e foi planejada para acontecer em dois momentos, a saber:

- no primeiro momento: leitura do texto pelos alunos, cujo objetivo era discutir as leis do trânsito e identificar os conhecimentos dos alunos em relação ao assunto, além de criar oportunidade após a leitura de discussões no sentido de contribuir na construção da cidadania dos alunos.
- no segundo momento: uma atividade para auxiliar na construção do conhecimento matemático em questão.

Em função das tabelas apresentadas no texto (ver Anexo 1), foi possível utilizar os dados na construção gráfica da situação estudada em papel milimetrado, exploração de conceitos matemáticos difíceis de serem trabalhados de forma significativa como: plano cartesiano; variável dependente e independente; localização de pontos; conceito de raiz entre outros.

Dentro dos níveis apresentados por Barbosa (ver capítulo II, p. 34), esta atividade está inserida no **nível 1**, cujo professor é responsável pela elaboração da situação-problema e pela coleta e simplificação dos dados -tanto qualitativo quanto quantitativo-, e os alunos junto com o professor pela resolução.

A segunda atividade **OS VENDEDORES DE AÇAÍ**, tinha como objetivo construir conhecimentos de função na educação fundamental²³, a partir dos dados coletados pelos alunos no campo (ver Anexo 2), essa atividade foi desenvolvida em 8 aulas ou 4 encontros, e foi planejada para acontecer em 3 momentos, a saber:

²³ Conceito, aplicações, tabela e lei de formação, construção e interpretação de gráficos. Ver: Andrini, Álvaro. Novo Praticando Matemática. EDITORA DO BRASIL, SÃO PAULO, 2002.

- no primeiro momento: leitura do texto pelos alunos, que fazia um comentário sobre a lenda do açaí e como o fruto e a árvore poderiam ser industrializados e comercializados, o objetivo da leitura era apontar caminhos para escolha da investigação pelos alunos;
- no segundo momento: elaboração de um questionário de campo que seria construído pelos alunos e organizado por mim após a leitura do texto, para ser utilizado na pesquisa de campo cujo objetivo era levantar informações sobre a comercialização do suco ou vinho de açaí, o tema **açaí** foi sugerido por mim, porém a investigação a polpa para fazer o vinho do açaí, com a seguinte problematização **as vendas do açaí nos bairros próximo a escola** foi escolhida pela maioria dos alunos após a leitura do texto.
- no terceiro momento: para finalizar, uma atividade com 5 convites em função da investigação, cujo objetivo era aproximar o aluno mais da sua realidade, para facilitar a discussão em sala de aula, com objetivo de oferecer sentido e significado ao conteúdo matemático estudado, pois o açaí é típico do norte, é comum na alimentação e no dia-a-dia do aluno paraense.

Com os resultados coletados pelos alunos, foi feita uma discussão onde foram levantados muitos assuntos importantes, que acredito contribuirão na formação do cidadão e despertando uma visão sócio-crítica no aluno, reservo os detalhes pois apresentarei no capítulo IV na forma de um episódio.

Ainda dentro desta atividade, como pesquisa sugeri levantamento de dados e trabalho com planilhas, improvisei um laboratório de informática na biblioteca da escola com dois computadores -cedidos pela direção- desenvolvi com os alunos

atividades com auxílio do Microsoft Excel, apresentando o básico para os alunos desenvolverem as atividades.

Dentro dos níveis apresentados por Barbosa (ver capítulo II, p. 34), esta atividade está inserida no **nível 2**, cujo professor é responsável pela elaboração da situação-problema, e os alunos junto com o professor pela coleta e simplificação dos dados -tanto qualitativo quanto quantitativo- e pela resolução.

3.5 A COLETA E O REGISTRO DE DADOS

Como o foco da pesquisa tinha como objetivo **registrar; compreender e interpretar, a partir das ações dos personagens, indícios de envolvimento e aprendizagem**. Resolvi fazer a opção por três técnicas diferentes, a saber: *observação; documentos e entrevistas*.

3.5.1 OBSERVAÇÃO

Procurei descrever todas as aulas que assisti e ministrei no período da pesquisa em um diário²⁸ de campo, destacando o comportamento dos alunos e a postura do professor em cada cenário, o conteúdo abordado, o estilo de trabalho em termos de ensino, além de expressar minhas impressões sobre os acontecimentos, ou seja, de certa forma, a análise dos dados já estava acontecendo durante o processo de coleta.

²⁸ Caderno destinado especificamente ao registro de como estavam se desenvolvendo as aulas, no momento ou logo após o término.

Também utilizei gravações em áudio, privilegiando momentos de discussão coletiva e apresentações de atividades dos alunos no cenário investigativo. As fitas foram transcritas com vistas a análise de dados. Segundo Alves-Mazzoti (1998) apud Araújo (2002, p.71), afirmam que:

... A observação em estudos qualitativos caracteriza-se como não-estruturada, na qual os comportamentos a serem observados não são predeterminados, eles são observados e relatados da forma como ocorrem, visando descrever e compreender o que está ocorrendo numa dada situação.

Porém, cabe chamar atenção, aqui, em relação à natureza dessas observações. Como eu era, a pessoa que estava observando e anotando ao mesmo tempo as aulas, acredito ser mais adequado afirmar que os acontecimentos, poderiam ser mais tarde alterados de acordo com minha perspectiva.

3.5.2 DOCUMENTOS²⁹

Segundo Barbosa (2001, p.90), “a vantagem dessa técnica repousa sobre sua capacidade de confirmar evidências fornecidas pelas observações e pelas entrevistas (...) [essa] técnica pode ocupar-se de vários tipos de documentos”, mas no meu caso, fiz uso apenas das atividades produzidas pelos alunos no decorrer das atividades nas quais participaram (Anexos 1 e 2).

²⁹ Considera-se como documento qualquer registro escrito que possa ser usado como fonte de informação (ALVES-MAZZOTTI & GEWANDSZNAJDER, 1998, apud BARBOSA, 2001, P.90)

3.5.3 AS ENTREVISTAS

As entrevistas foram do tipo semi-estruturadas, nas quais algumas questões são lançadas para tornar claro o interesse da pesquisa, mas permite-se ao entrevistado responde-las livremente, sem qualquer tipo de restrição (FONTANA E FREY, 1994 apud ARÚJO, 2002, p.71).

Tendo em vista a problemática desta investigação, as entrevistas são consideradas um instrumento privilegiado para conhecimento e recaptura das experiências dos participantes.

Foram feitas duas entrevistas, a saber:

- Uma para **os alunos** no final das atividades programadas para sala de aula, cujo objetivo era conhecer suas opiniões em relação à importância da pesquisa de campo no ensino de matemática, o professor aqui fez questão de expressar sua opinião em relação a pergunta feita aos alunos (ver Anexo 4);
- A outra entrevista foi feita com **o professor** da turma, um mês e meio depois do final da pesquisa de campo. Achei importante saber sua opinião em relação ao projeto que desenvolvemos em sua turma, obstáculos, benefícios, entre outros fatores que podem ser apontados pelo professor (ver Anexo 5).

3.6 A ANÁLISE DOS DADOS

Após o período da coleta de dados, que durou um bimestre, eu tinha em mãos uma grande quantidade de material empírico: o diário de campo com minhas

anotações e observações em sala de aula, as fitas cassete com as gravações das entrevistas e interações em sala de aula, o questionário e documentos produzidos pelos alunos como atividades em sala de aula. De acordo com Alves-Mazzoti (1998) apud Araújo (2002, p.75), esses autores apontam que:

... [Os dados] precisam ser organizados e compreendidos. Isto através de um processo continuado em que se procura identificar dimensões, categorias, tendências, padrões, relações, desvendando-lhes o significado. Este é um processo complexo, não linear, que implica um trabalho de redução e interpretação dos dados que se inicia já na fase exploratória e acompanha toda a investigação.

Para Chaves (2000, p.29), em relação a esse obstáculo, indica que:

... Uma das maiores dificuldades que qualquer pesquisador enfrenta ao iniciar a organização do material empírico de sua investigação é selecionar o que dele comporá o relato final de sua pesquisa. Isso decorre do fato de que, geralmente, o volume de material acumulado é expressivamente superior ao que é possível, desejável de ser utilizado em um único relato, o que demanda cuidadosa seleção de extratos que sejam ao mesmo tempo representativos do fenômeno investigado e relevante do ponto de vista do que se quer demonstrar, defender como tese.

Com esse tipo de olhar, iniciei a análise dos dados. Como já ressaltai em outro momento, meu objetivo principal durante a coleta, era obter material empírico para responder à pergunta:

- **que evidências são apresentadas pelos personagens do ambiente de ensino e de aprendizagem, proporcionado pela Modelagem Matemática, que demonstravam ser indícios de envolvimento e de aprendizagem?**

Então, através das observações e produções dos trabalhos dos grupos, gravações dos momentos de interação e entrevistas durante e depois da

investigação com os personagens, foram retirados os episódios por meio dos quais obtive as informações relacionadas com a pergunta diretriz da pesquisa.

Os episódios, segundo Araújo (2002, p.76), “são pequenas cenas ocorridas durante o desenvolvimento dos trabalhos”. Como no período em que realizei a coleta de dados, não possuía categorias pré-estabelecidas a serem utilizadas e/ou verificadas, meu objetivo era desenvolver as atividades e coletar as evidências que demonstravam indícios de envolvimento e aprendizagem dos personagens sem passos já pré-determinados, por esse motivo os episódios só foram escolhidos após o término das atividades.

Esses momentos de interação, foram escolhidos quando chamavam minha atenção por mostrarem alguma relação aos questionamentos levantados pela pesquisa: discussões matemáticas, discussões relacionadas à realização das atividades etc.

Depois de escolhido os episódios, assim como Araújo (2002, p.76) “passava, então, para sua transcrição literal, na qual utilizo todos os acontecimentos observados e relacionados à situação em destaque, com objetivo principal de ajudar na compreensão da cena”. O passo seguinte foi a realização das análises, onde expressei minhas impressões e realizei uma discussão sobre cada um dos episódios, à luz da literatura.

Esclarecidas as questões sobre a metodologia da pesquisa e os procedimentos adotados na coleta e análise de dados, passo a apresentar no capítulo seguinte os episódios dos alunos que compõem essa investigação com suas respectivas análises.

Capítulo 4

OS EPISÓDIOS DOS ALUNOS

Os alunos gostam de ver o que aprendem na escola sendo aplicado no dia-dia, e, quando há uma utilização visível dos conceitos, o envolvimento dos alunos é ainda maior.

Aparecida Riveti

Meu objetivo neste capítulo é apresentar os episódios selecionados a partir das atividades desenvolvidas pelos alunos em grupo, sob minha orientação, no ambiente denominado por mim de cenário de investigação³⁰. Nesse ambiente, a Modelagem Matemática, foi utilizada como um ambiente de ensino e de aprendizagem. As formas de escolha, e de construção do ambiente que deu origem aos episódios já foram descritos no capítulo 3.

Como afirmei, também naquele capítulo, em comum acordo com o professor da turma, minhas aulas com os alunos eram sempre realizadas às sextas-feiras, nos dois primeiros horários, e continuaram assim até o encerramento da investigação.

Devido à sinceridade desde o início desta pesquisa, onde os alunos sempre souberam que um de meus objetivos na escola era coletar material empírico para minha investigação, sempre se apresentaram dispostos a colaborar, participando das atividades dentro e fora da sala de aula - com raras exceções - facilitando assim, minha atuação como professor e pesquisador de minha própria prática.

³⁰ Chamo de cenário de investigação, o local onde desenvolvi com os alunos as atividades em que a Modelagem Matemática era utilizada como um ambiente de ensino e de aprendizagem.

Na seqüência apresento 3 episódios, escolhidos por mim, resultantes das interações acompanhados de uma análise à luz do referencial teórico que sustentam as idéias aqui apresentadas.

4.1 Episódio 1: Migrando do prático para o sistematizado

Este episódio faz parte da primeira atividade, “A regra do guarda rodoviário” (ver anexo 2), desenvolvida com os alunos em sala de aula. Trata-se de dois momentos de interação entre eu e a turma, antes e depois de sua realização. Na ocasião, meu objetivo principal, era proporcionar aos alunos a partir de uma situação prática, o estudo das equações do 2º grau.

O episódio começa com uma leitura feita pelos alunos, no texto que relatava um acidente entre dois automóveis, gerando assim discussões muito produtivas na construção de cidadãos críticos e reflexivos. Na seqüência, foi entregue aos alunos uma atividade contendo 5 convites que foram aceitos e desenvolvidos pelos grupos, cujo objetivo era a construção do conhecimento matemático em questão. Segue abaixo a transcrição dessa parte do episódio.

1ª Parte

1. Arthur: Vocês já estudaram equação do 2º grau?
2. A turma: Já
3. Arthur: Vou fazer uma pergunta pra vocês. Resolver uma equação deve ter um significado prático, já pensaram nessa possibilidade?

4. A turma: [ficaram agitados com a pergunta, um olhando para o outro, usando expressões de surpresos]
5. Arthur: Isso aqui é uma equação? [Escrevi uma equação do 2º grau do tipo completa no quadro]. Eu acredito que todo mundo aqui tem uma idéia de como resolver uma equação como essa?
6. A turma: sim
7. Arthur: O professor de vocês disse que para resolver uma equação tem que seguir alguns passos, não é?
8. A turma: sim
9. Arthur: Quais são eles?
10. A turma: encontrar os valores de **a**, **b**, e **c**
11. Arthur: Nessa equação, identifiquem cada um deles!
12. A turma: o **a** é igual a um
13. Arthur: e os outros dois?
14. Turma: **b** é cinco e **c** é seis
15. Arthur: Depois o que eu tenho que fazer?
16. A turma: Calcular o delta
17. Arthur: Como vocês fazem para calcular o delta?
18. A turma: b ao quadrado menos quatro [vezes] a
19. Arthur: E depois?
20. A turma: Bhaskara
21. Arthur: Depois de todas essas etapas está resolvida a equação?
22. A turma: sim
23. Arthur: Pois é, o que eu estou perguntando, é o que significa isso, o que significa resolver uma equação? Vocês sabem resolver a equação, ou seja, utilizar o algoritmo?
24. Tayara: Professor, o que é algoritmo?
25. Arthur: São os passos utilizados para a resolução. Em função das respostas anteriores, parece que em grande maioria, vocês sabem como utilizar o algoritmo para resolver uma equação, fato que na verdade não garante a resolução correta, pois tal solução depende de outros conhecimentos, outros

algoritmos, como por exemplo: potência, raiz, operações, jogo de sinal etc. O que eu estou perguntando é: qual o sentido de resolver uma equação, vocês conseguem enxergar alguma aplicação prática?

26. A turma: não

Nessa passagem podemos perceber, que os alunos não tem idéia nenhuma da necessidade de resolver uma equação do 2º grau. Essa falta de consciência crítica na educação escolar, vem criando uma separação entre o que eles estão “aprendendo” na sala de aula e o que eles observam e vivenciam na vida real, ou seja os alunos não percebem a ligação entre as matemáticas³¹ escolar e utilitária. Chaves (2005, p.28), em relação a essa problemática, nos alerta que:

... Esse tipo de ensino, que inclusive vem sendo desenvolvido tradicionalmente na maioria das escolas brasileiras, pode provocar desinteresse, transformar o aluno em um agente passivo perante sua própria aprendizagem, contribuir pouco para capacitar o aluno a melhor enfrentar os desafios do mundo contemporâneo e, por tudo, levá-lo a adquirir um precário conteúdo matemático, fator significativo para o fracasso escolar.

Os alunos, na maioria das vezes, solucionam problemas que não fazem parte da vida pessoal, da realidade ou da sociedade em que estão inseridos. Portanto, “mais do que informar matematicamente, é preciso educar criticamente através da matemática” (Barbosa, 2003, p.6). Nessa direção Barbosa (ibid), ainda aponta que:

... Se estamos interessados em construir uma sociedade democrática, onde as pessoas possam participar de sua condução e, assim, exercer cidadania, entendida aqui genericamente como inclusão nas discussões públicas, devemos reconhecer a necessidade das pessoas se sentirem capazes de intervir em debates baseados em matemática.

³¹ Meu entendimento em relação a essas matemáticas, escolar e utilitária se resumem em: Escolar, é o resultado da sistematização, refinamento e generalização dos diversos saberes da tradição e a Utilitária que aplica o conhecimento sistematizado em situações diferenciadas (Chaves, 2005).

Em função dessa reflexão, é possível perceber que os alunos não devem resolver – *simplesmente* - uma situação matemática, só porque se apropriaram de um mecanismo, *um algoritmo*. Em outras palavras, “o simples fato de *fazer contas*, pode não significar a compreensão do conceito da situação em questão” (MORETI et. al, 2003, p.97). Neste sentido, concordo com Gonçalves (2000, p. 43), quando aponta que:

... O importante é que os futuros professores de matemática possibilitem aos seus alunos oportunidades de aprender e de pensar criativamente, de posicionar-se criticamente aos problemas do dia-dia, buscando e discutindo soluções, tomando decisões e construindo a sua cidadania.

Porém, apesar dos obstáculos³² didáticos, apresentados, não descarto a possibilidade do ensino através dos algoritmos para auxiliar ou criar um ambiente propício para o ensino e aprendizagem da matemática. Segundo Mendonça (1996, p. 57), “um algoritmo é **uma seqüência de passos pré-estabelecidos** que, se seguidos, devem levar ao **sucesso de uma tarefa**”, e ainda completa dizendo, “em geral, os algoritmos convencionais apresentam a forma mais **econômica e resumida** de se realizar por escrito, o cálculo de uma operação e são arranjos muitos elegantes e belos” (idem, p.57) [grifos meus].

Desta forma, acredito que não é errado ensinar por algoritmos. O que é errado, como aponta Silva et. al. (2005, p.21), é:

- Proceder ao ensino algorítmico sem uma contextualização do processo;

³² Pinto (2000, p.51), apontou três origens para obstáculos presentes no ensino [aprendizagem] de Matemática: (1) a origem ontogenética, relacionada às limitações das capacidades cognitivas dos alunos; (2) a origem didática, decorrente das escolhas de sistema de ensino; (3) a origem epistemológica, correspondente à resistência de um saber mal adaptado, ou, seja, de obstáculos, em termos do pensamento bachelardiano.

- A não vinculação do processo de algoritmação na produção de novos conhecimentos;
- A não conscientização de que o ensino por algoritmo é o caminho mais curto no processo de transposição didática. ... , más é de primordial importância que esse conhecer está vinculado à aprendizagem significativa do conceito;
- A não conscientização de que o algoritmo é um dos elementos-chave na dialética-ferramenta-objeto.

... Nessa perspectiva, não é possível ignorar o importante papel que pode desempenhar o professor de matemática, ao reconhecer o ensino através de algoritmos como uma técnica [ou um ambiente] também necessária à resolução de algumas situações problemas, porém, na direção de desenvolver estratégias alternativas que melhor possam significá-las, visando em especial, à apreensão [ou construção] do[s] conceito[s] matemático[s] (MORETI et. al, 2003, p.107).

Dando continuidade ao episódio, após a conclusão da 1ª atividade resolvi fazer a pergunta novamente, a diferença agora foi que os alunos estavam em grupo e passaram por uma atividade prática, a atividade I (ver anexo 1).

2ª Parte

27. Arthur: Qual a importância em aprender a resolver uma equação? Vocês já pensaram nisso?
28. A turma: [Muita gente falando, não dá para entender nada]
29. Arthur: Vamos escutar a ideia do colega.
30. Rafael: Professor eu pensei em um número que elevado ao quadrado e dividido por 100 desse 36.
31. Arthur: Turma vocês perceberam a ideia do colega? Ele foi atrás de um valor que elevado ao quadrado dividido por 100 desse como resultado 36, foi isso mesmo que você pensou Rafael?

32. Rafael: foi
33. Arthur: Me explica melhor como você chegou no resultado.
34. Rafael: 60 é o valor da velocidade pra dar 36
35. Karla: É o conjunto solução.
36. Vera: O valor da velocidade pra dar 36 é o valor de x .
37. Arthur: Quem é esse x ?
38. Naiara : É aquele que aparece na equação, o coeficiente né, não a variável.
39. Arthur: [incógnita]
40. Rafael: Já sei, é achar o valor da incógnita.
41. Arthur: Agora parece que encontramos um significado para resolução da equação, vamos tentar formalizar esse conceito ou pelo menos tentar aproximar ao conceito do livro texto. Ainda tendo como base à idéia do colega de vocês, ele não estava atrás de um valor?
42. A turma: era
43. Arthur: Esse valor era chamado de que?
44. A turma: x
45. Arthur: Então quando vocês vão resolver uma equação do 1° ou do 2° grau ou qualquer equação, na verdade vocês estão à procura do valor da incógnita, no caso x , é isso?
46. A turma: é
47. Arthur: Com um detalhe, esse valor tem que satisfazer a situação como no exemplo, sim ou não?
48. A turma: Sim
49. Arthur: Portanto, juntando todas essas informações o que podemos dizer a respeito de resolver uma equação? Rafael
50. Rafael: Resolver uma equação é encontrar o x !!!
51. Arthur: Só
52. Tayara: Tem que servir
53. Arthur: Onde?
54. Tayara: no problema

55. Arthur: Isso, resolver uma equação é encontrar o valor de x que satisfaz uma determinada situação.

Nessa parte do episódio, mesmo percebendo no momento da análise que em alguns momentos fui indutor³³ talvez na ânsia de produzir resultados, é possível perceber, que os alunos conseguiram, a partir de uma situação prática - e da *interação entre eles* - construir um conceito, para dar significado à resolução de uma equação, no caso do 2º grau, e ainda foi possível generalizar o – *conceito* - para qualquer equação.

... Em outras palavras, podemos a partir da prática, da interação do sujeito com o objeto que ele deseja conhecer, construir o formal para depois utilizar em situações variadas e mais ampliadas. Além disso, vemos também que através dessa estratégia de ensino é possível desenvolver no aluno criatividade, autoconfiança e criticidade, competências importantes para qualquer fase da vida (CHAVES, 2005, p.28).

Segundo Tapia & Fita (2003, p.67), a situação em questão, apresenta indícios de aprendizagem dos alunos, pois esses autores apontam que:

... Como consequência da aprendizagem, o aluno transforma seu estado inicial, alcançando um estado final que se caracteriza por ser capaz de manter uma conduta que antes do processo era incapaz de gerar; o aluno é capaz de realizar algo que antes não podia ou não sabia fazer. Assim, a aprendizagem é uma construção que o aluno realiza sobre a base do estado inicial ao incorporar a nova informação em seus esquemas cognitivos.

Portanto posso atribuir os resultados dessa prática, a Modelagem Matemática, pois quando utilizada como ambiente de ensino e de aprendizagem, pode ser um dos

³³ Enquanto pesquisador que preciso produzir uma dissertação, embora tenha um prazo, tenho um certo tempo para pensar em diversas possibilidades e amadurecer minhas decisões antes de agir, porém como professor, interagindo com os alunos, o tempo que tenho para refletir sobre as possibilidades de ação e tomar uma decisão é bem menor, acredito ser um dos fatores que me levaram a cometer algumas falhas no decorrer das atividades, porém aceitável levando em consideração o processo dinâmico de uma sala de aula (PARENTE, 2004).

caminhos “que levam os alunos a despertar maior interesse, ampliar o conhecimento e auxiliar na estruturação de sua maneira de pensar e agir” (BASSANEZI, 2002). Nesse mesmo episódio, é possível perceber que os alunos antes da intervenção não apresentavam em nenhum momento significado prático que os levassem à construção desse conceito e a partir da interação com seus pares e com o professor via Modelagem Matemática isso passou a ser possível. Assim é possível inferir que:

... A Modelagem Matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece [o significado prático], ao mesmo tempo que aprende a arte de modelar, matematicamente (BIEMBENGUT & HEIN, 2000, p.19).

4.2 Episódio 2: A importância da matemática em debates sociais

Este episódio ocorreu em uma aula, onde eu e a turma conversávamos sobre a escolha do tema e a forma como íamos organizar a segunda atividade para desenvolvermos em sala. Na ocasião eu perguntei aos alunos se eles tinham algum tema que gostariam de investigar, mas como eles não apresentaram nenhuma sugestão, sugeri - **o Açaí** - e o problema também, como apresentado por Barbosa (ver capítulo 2, p.33),

Feita a escolha do tema, e definida a investigação, meu objetivo em sala de aula, foi esclarecer a forma como eles iam trabalhar com o tema e orientar na construção do questionário para coletar as informações no campo, fundamentais para o desenvolvimento da atividade.

O episódio começa comigo, ao perguntar aos alunos se eles tinham algum tema que gostariam de investigar e apresentando um possível tema e comentando

sobre a organização da pesquisa. Na seqüência, os alunos tiveram espaço para decidir e tecer comentários sobre o tema e contribuir com a construção do questionário, além de esclarecer dúvidas em relação à coleta. Para finalizar, as discussões apresentaram vários questionamentos em relação às informações que poderiam ser obtidas como resultado da pesquisa de campo. Segue abaixo a transcrição desse episódio.

1ª Parte

1. Arthur: Vocês têm algum tema que gostariam de investigar?
2. A turma: Não
3. O que vocês acham de trabalhar com o tema “Açaí”
4. A turma: Legal
5. Arthur: Esse tema é apenas uma sugestão minha. Vocês têm outro tema em mente que gostariam de desenvolver?
5. A turma: Não, esse tá bom.
6. Arthur: Minha sugestão é pesquisar sobre o Açaí
7. A turma: Legal
8. Rafael: Professor, tá legal esse tema, todo lugar tem máquina de açaí.

Com o tema já definido, foi entregue aos alunos um texto sobre a lenda do açaí (ver anexo 2) com varias possibilidades de investigação em relação ao assunto sugerido e a turma, em sua maioria, escolheu *a polpa para fazer o vinho do açaí*, com a seguinte problematização:

- **Investigar as vendas do açaí nos bairros próximos à escola.**

Passando por esse estágio, resolvi perguntar aos alunos, o que eles achavam que deveria fazer parte do questionário dos acaizeiros³⁴. Os alunos começaram a sugerir várias perguntas; preço, quanto pagam de luz e água, onde compram o açaí, se é limpo etc. O diálogo a seguir dá continuidade ao episódio; mostrando como aconteceu, vamos acompanhar.

2ª Parte

9. Arthur: O que vocês acham que devemos perguntar em relação à venda do açaí?
10. Willian: o preço.
11. Arthur: Preço de que?
12. Willian: do litro do açaí.
13. Tayara: Quanto gasta com água e luz.
14. Arthur: Isso
15. Rodrigo: Onde eles compram o açaí
16. Arthur: Seria interessante perguntar o preço e a forma como eles compram, né Rodrigo?
17. Rodrigo: é
18. Bruna: Se é limpo.
19. Arthur: Isso é uma coisa para observar, não perguntar, mais é importante. Alguém ainda tem alguma idéia?
20. A turma: Não
21. Arthur: Vou preparar o questionário, usando as idéias de vocês e idéias minhas. Na próxima aula entrego pra vocês. Procurem logo um ponto³⁵, pois vamos utilizar essas informações em nosso próximo encontro.

³⁴ Pessoas que comercializam o suco de açaí.

³⁵ Local onde é comercializado o açaí.

Nessas duas passagens, é possível perceber que a Modelagem Matemática redefine o papel do professor em sala de aula e marca um tipo de relação, a qual envolve o professor e o aluno na mediação e apropriação do saber. É importante enfatizar que o professor nesse tipo de ambiente “perde o papel de detentor e transmissor do saber, passando a ser responsável pela condução das atividades (BARBOSA, 1999, p.7). No entanto, “igualmente importante é reconhecer que existe uma assimetria de concepção em relação ao saber: **o aluno tem uma relação com o saber que não é a mesma do professor**” (MORETI et. al, 2003, p.89) [grifos meus].

Como conseqüências dessa mudança, os alunos ficam mais envolvidos e motivados com o processo de ensino-aprendizagem, pois passam também a assumir responsabilidades junto com o professor, pelas ações ocorridas em sala. Assim, “torna-se importante que a matemática escolar extrapole seus próprios limites disciplinares, buscando realizar conexões com a realidade³⁶” (BARBOSA, 1999, p.68).

Portanto a Modelagem Matemática no ensino pode ser um dos caminhos que levam os alunos a despertar maior interesse, ampliar o conhecimento e auxiliar na estruturação de sua maneira de pensar e agir (BASSANEZI, 2002).

Dando continuidade a esse episódio, comecei a explicar aos grupos, como eles iam trabalhar, e no final perguntei: _ Está tudo claro? Vocês têm alguma pergunta a fazer?. Apresento na seqüência, o final desse episódio.

³⁶ Entendo realidade, segundo Barbosa (1999, p.68) apoiado em Blun e Niss (1991), “como sendo o mundo não-matemático, ou seja, áreas do conhecimento diferentes da matemática enquanto disciplina autônoma, a vida diária e o mundo ao nosso redor”.

3ª Parte

22. Arthur: Bom pessoal, eu acho que já está quase tudo acertado. Então vamos nos organizar para a pesquisa de campo. Vamos formar os grupos com no máximo 4 alunos, vocês podem formar esses grupos à vontade e se quiserem, podem ser os mesmos grupos da atividade anterior. É com vocês.
23. A turma: Muito barulho
24. Arthur: Que tal pessoal, os grupos já estão formados?
25. A turma: sim
26. Arthur: Está clara a proposta? O que vocês acharam? Querem fazer alguma outra sugestão?
27. Breno: Prof, prof, achei legal, porque já dá para abrir um negocio.
28. Arthur: Acredito que com as informações que vocês vão obter é possível sim, vai depender do empenho de cada grupo.
29. Rafael: Prof, mas eu só vou fazer esse trabalho, se não prejudicar os açazeiros³⁷
30. Arthur: Não é esse o nosso objetivo. Eu garanto que as informações só vão ser comentadas entre nós no decorrer das atividades.
31. Vanessa: Vai ser legal mas eu tenho a mesma preocupação do Rafael professor. Porque vamos descobrir as coisas legais e os podres, se é limpo, onde vende mais barato, onde o açaí é mais grosso ... se eles roubam a gente.
32. A turma: Risos
33. Arthur: Eu sei que tudo isso pode acontecer, porém, essa pesquisa também tem como objetivo fazer isso, ajudar na construção de vocês como pessoas críticas capazes de ver e entender o que é certo ou errado, bom ou ruim. Isso também é dever da escola.

³⁷ Pessoas que vendem, que comercializam o suco de açaí

Nessa passagem, podemos destacar dois fatos marcantes. O primeiro, quando o Breno relaciona o resultado da pesquisa com uma possibilidade de abrir um negócio próprio. Isso mostra que uma atividade como essa, pode preparar os alunos para a vida, contrariando os moldes do ensino tradicional, que na verdade tentam preparar esses alunos, na maioria dos casos, a serem puros matemáticos, esquecendo a relação com o dia-dia.

O segundo, a preocupação dos alunos Rafael e Vanessa, em relação aos açazeiros. Isso mostra que atividades como essas, desenvolvidas nas escolas, ajudam os alunos a se construírem como cidadãos críticos e preparados para tomar decisões, não puramente por impulso, mas levando em consideração todo um contexto, analisando todas as possíveis situações, e concluindo o que é certo ou errado, dentro de uma situação cotidiana. Em relação a esses tipos de comportamento, Barbosa (2001, p.4), nos afirma que:

... As atividades de Modelagem [Matemática] são consideradas como oportunidades para explorar os papéis que a Matemática desenvolve na sociedade contemporânea. Isso não significa que os alunos possam desenvolver complexas análises sobre a matemática no mundo social, mas que a Modelagem Matemática possui o potencial de gerar algum nível de crítica.

Dentro dessa perspectiva, vale ressaltar que os alunos não possuem costume de transitar nos diferentes tipos de conhecimentos que podem ser relacionados à Modelagem Matemática, “o conhecimento matemático em si; o conhecimento tecnológico e o conhecimento reflexivo” (SKOVSMOSE, 1990 apud Barbosa, 1999, p.3). Portanto, o professor possui grande responsabilidade para tal.

4.3 Episódio 3: Olhando a matemática com outros olhos

Este episódio ocorreu no final da segunda atividade. Não foi uma coisa que havia planejado com antecedência, mas que no momento da intervenção achei necessário saber o que os alunos pensavam em relação à pesquisa de campo no ensino-aprendizagem da matemática. Acreditava que dando oportunidade para que eles expressassem suas opiniões em relação ao trabalho, seria o melhor termômetro para eu apontar possíveis resultados em relação à pergunta diretriz dessa investigação.

Porém, naquele momento só tinha à disposição meu gravador para tomar o depoimento de 29 alunos, uma tarefa impossível levando em consideração o tempo. Então, resolvi realizar as entrevistas por via escrita, modalidade prevista por Minayo (1996, p.126). Esta escolha foi feita em função das limitações do contexto e dos sujeitos quanto à disponibilidade para entrevistas individuais.

Na seqüência apresento as transcrições das respostas de alguns alunos escolhidos por mim, em relação à pergunta “Vocês acharam importante fazer uma pesquisa de campo? E porque?”.

Com o objetivo de destacar essas respostas, a apresentação e discussão dar-se-ão em torno de quatro categorias, em função das respostas apresentadas pelos alunos.

• 1ª. Ligação entre a realidade e o mundo matemático

1. Ingrid: Sim, há muita coisa nova que eu não conhecia, gostei muito. Espero ter mais experiências assim.
2. Vanessa: Sim, porque além da gente ficar mais informado sobre o assunto, nós ainda aprendemos matemática.
3. Tayara: Sim, pois essa pesquisa em campo, nos ensina a utilizar a matemática em nosso cotidiano, nos ensina a trazer a matemática de fora, para dentro da escola. É uma matemática diferente. Não é aquela matemática seca e sim aquela matemática que precisamos extrair da nossa vida do nosso cotidiano!!!
4. Cláudio: Achei importante pois nós tivemos noção de uma nova matemática e das pessoas que procuram abrir seu próprio negocio. Passamos a ter idéia e a noção de lucros, prejuízos, das despesas, etc... Assim nos poderemos enfrentar “a vida com essa experiência para que não sejamos enganados e enganar as pessoas sem saber”.

Com relação aos depoimentos desses alunos, pude perceber que a matemática está presente em nosso cotidiano pessoal e coletivo, figurando na operacionalização, na vida diária e nos diversos campos profissionais. Também foi possível perceber que eles atribuem à Modelagem Matemática, proporcionar o processo ensino-aprendizagem, possibilidades de um tratamento transdisciplinar, reconhecendo que além do conhecimento matemático, esse ambiente de ensino, favorece o contato com outras áreas do conhecimento.

Outro fato muito destacado entre os alunos, foi a ligação entre realidade e o mundo matemático. Esta ligação da matemática escolar com a matemática da vida cotidiana do aluno, tem um papel importante no processo de escolarização do

indivíduo, pois dá sentido ao conteúdo estudado, facilitando sua aprendizagem e tornando-a mais significativa. Em outras palavras, se considerarmos as necessidades da vida do aluno haverá uma maior garantia de um aprendizado eficaz (CALDEIRA, 1992).

Contudo, não podemos supervalorizar o conhecimento cotidiano deixando de lado o conhecimento escolar (GIARDINETTO, 1999). Dentro dessa perspectiva, os alunos apresentam indícios que devido a esta ligação, a compreensão dos conceitos e idéias matemáticas estariam asseguradas.

• 2ª. Proporciona um ensino diferente

5. Antônio Felipe: Sim, porque assim desenvolve o conhecimento do aluno. O aluno fica com a mente mais avançada.
6. Rolian: Sim, porque foi bom estudar matemática diferente.
7. Mario Tasso: Sim, porque é diferente a matemática de campo.
8. Thaís Cristina: Sim, porque é um tipo de matemática diferente de usar, pois é importante de saber os tipos de matemáticas que podemos estudar.

Acredito que esses alunos ao se referirem a uma matemática diferente, na verdade suas reais intenções são destacar a forma de organização da Modelagem Matemática em relação ao ambiente tradicional, hegemônico nas escolas, pois essa estratégia “utilizada na sala de aula reorganiza as relações de conhecimento entre professor e aluno, com nova divisão de responsabilidade” (BARBOSA, 1999, p.77),

fazendo com que os alunos tenham autonomia na construção do conhecimento e o professor responsável apenas pela condução do processo.

▪ 3ª. Apontada uma perspectiva sócio-cultural

9. Cássio: Achei muito importante porque eu vi a diferença do preço, qualidade do açaí e se o rapaz do açaí é higiênico. (obs: Vê que a matemática é muito diferente, que não é só número).
10. Paulo: Sim eu achei importante por que para nós não sermos enganados pelos outros que nos servem o açaí. Então por isso eu acho importante sim.
11. Rafael (1) : Achei bem interessante porque depois me ajuda no mercado de trabalho!
12. Rafael (2): Sim porque a matemática é muito importante. No cotidiano, ela está presente no dia-dia, no campo, em todos os setores. A matemática faz parte da minha vida. Nós pesquisamos muitos preços; foi bom porque tivemos idéias diferentes, discutimos a matemática também. Divide idéias entre pessoas. A matemática antes era difícil, agora quando eu comecei a praticar, é mais fácil.

Os alunos reconhecem que a Modelagem Matemática possibilita o acesso ao conhecimento matemático, a partir do conhecimento cotidiano. Visto que, em seus depoimentos, eles apontam com propriedades a relação entre esses dois tipos de conhecimentos. Para Barbosa (1999, p.69),

... Há evidências de que a integração de atividades matemáticas escolares com situações da realidade pode contribuir para a aprendizagem de matemática, tendendo a satisfazer, de forma mais eficiente, às necessidades do indivíduo para a vida social.

Esses alunos, também reconhecem que a Modelagem Matemática é uma forma de vivenciar a matemática não como um conhecimento pronto e acabado, mas como uma forma de construir esse conhecimento.

Uma das características mais citadas pelos alunos é a importância da matemática no dia-dia, ou seja a matemática escolar desempenhando um papel social, “ajudando a formar sujeitos capazes de atuar ativamente na sociedade, e em particular, capazes de analisar a forma como a matemática é usada nos debates sociais” (BARBOSA, 2004, p.2). Acredito que a partir dessas percepções na escola, os alunos possam ser influenciados, e passem a adotar essa postura no dia-dia, dessa forma constituindo-se em cidadãos críticos.

• 4ª. Motivação

13. Rafael (3): Achei, porque aprendemos sobre a matemática que nós não percebemos ao nosso redor. Também aprendemos a gostar da matemática que não é um bicho de 7 cabeças só precisa ser compreendida.
14. Lidiane: Sim, porque é uma matemática diferente, que nós nunca tínhamos feito e é sempre bom aprender coisas novas e, mesmo, o que aprendemos não foi em vão, servirá para nós aprendermos melhor as coisas que o professor ainda não ensinou. E são situações do nosso cotidiano, e o que aprendemos foi prático.
15. Willian: Sim porque aprendemos coisas novas, aprender coisas que não sabemos, aprendemos uma matemática que não sabemos utilizar, utilizamos ela em nosso dia-a-dia, coisa que eu jamais pensei em usar.
16. Bruna: Sim, porque foi uma experiência diferente é muito legal, deu para perceber que a matemática é uma coisa divertida, porque é uma experiência

que a gente descobre muita coisa diferente da matemática e deu pra perceber porque tem gente que gosta de matemática. Eu gostei dessa experiência. [essa aluna deixou destacado] obs: E também de ta perto dos nossos amigos.

Aqui é possível perceber na fala dos alunos, que quando os conteúdos matemáticos emergem naturalmente de suas realidades, eles se sentem mais comprometidos, despertando maior interesse e motivação para o aprendizado, além de atribuir significado para o ensino da matemática. Em outras palavras “o gosto pela matemática se desenvolve com mais facilidade quando os interesse e estímulos são externos, vindos do mundo real” (BASSANEZI, 2002, p.15).

No próximo capítulo apresento os episódios do professor que compõem essa pesquisa, com suas respectivas análises.

Capítulo 5

OS EPISÓDIOS DO PROFESSOR

... O professor não é mais meramente o o-que-ensina, mas alguém a quem também se ensina no diálogo com os estudantes, os quais, por sua vez, enquanto estão ensinando, também aprendem ...

Paulo Freire

Meu objetivo neste capítulo é apresentar através dos episódios as modificações durante o período da investigação, que observei no comportamento do professor da turma que pertenciam os alunos dessa pesquisa, que indicam significativas mudanças em sua prática.

Dentro dessa perspectiva, os episódios têm a função de evidenciar essas mudanças, que acredito serem provenientes da interação do professor com o professor-pesquisador, e do professor com seus alunos, pois além do ambiente proporcionado por ele, no caso o tradicional, freqüentavam também, o ambiente proporcionado pelo professor-pesquisador, mediado pela Modelagem Matemática.

Na seqüência, faço um resumo desses momentos. Nos dois primeiros episódios, é possível perceber um professor *tradicional* em função de suas atitudes em sala de aula; no terceiro episódio é possível perceber uma pequena mudança que chamei na época de período de transição, onde ele começa a apresentar preocupação com o processo ensino-aprendizagem. No quarto e último episódio, o professor já apresenta mudanças significativas, pois o episódio que apresento

aconteceu em meu ambiente que ele passou a freqüentar a partir do terceiro encontro.

5.1 Episódio 1: O disfarce da apresentação

Esse episódio ocorreu na primeira aula que assisti, no cenário normal³⁸. Foi a apresentação do novo professor de matemática, pois o professor da escola, com quem eu tinha feito os primeiros contatos, pediu licença e ele estava chegando para substituí-lo durante dois meses, período em que pretendia desenvolver minha investigação. Foi tudo muito estranho, porém o novo professor não dificultou em nenhum momento minha permanência em sala e rapidamente contornamos a situação.

Resolvido a questão da mudança de professor e mesmo assim, podendo eu começar minha coleta de dados, iniciei o acompanhamento da aula, observando e registrando ou pelo menos tentando registrar todos os fatos importantes ocorridos em sala. Na seqüência, pretendo destacar os principais momentos da “apresentação do professor” que deu origem a esse episódio.

1. Professor: Conversas paralelas me atrapalham, não consigo transmitir assim. Quando estou transmitindo as informações, não gosto de conversas paralelas, corta a atenção dos colegas e me deixa extremamente “estressado”. Se vocês

³⁸ Chamo de cenário normal, o local que professor da turma trabalha com seus alunos com objetivo de concluir o programa.

- me ajudarem, vou tentar fazer o máximo para transmitir para todos, mas é difícil para vocês absorverem tudo;
2. Professor: Para ser um bom professor não adianta pinta, ser brincalhão, facilitar a vida do aluno. É preciso ter competência para ensinar e geralmente quem tem esse perfil, com esse objetivo é tachado de chato, professor ruim;
 3. Professor: Entre professor e aluno tem que ter interação, claro. Mas acima de tudo uma relação de respeito, o aluno tem que respeitar o professor;
 4. Professor: Espaço para aprender é dentro da escola. Em casa tem a concorrência com a televisão, com a internet, com as novelas os filmes o futebol. Vocês sabem como é isso.

Nessa passagem podemos observar que o professor utiliza sua apresentação com um único objetivo, impor aos alunos algumas regras para o bom funcionamento do ambiente escolar, ou seja, aproveita a oportunidade para estabelecer um **contrato didático explícito unilateral**, regras impostas somente pelo professor e aceitas pelos alunos, destacando os seguintes pontos:

- ✓ Como devem ocorrer as interações em sala;
- ✓ Como deve ser o perfil de um bom professor;
- ✓ Como deve ser o tratamento individual entre professor e aluno;
- ✓ Como os alunos devem construir conhecimentos.

Para ilustrar, destaco em sua fala os momentos que apresentam tais evidências e na oportunidade, aproveito para tecer alguns comentários:

“... Não consigo transmitir assim ... vou tentar fazer o máximo para transmitir para todos, mas é difícil para vocês absorverem tudo.”

Naquela ocasião, o professor deixa claro que encara os alunos como depósitos de conhecimento, onde ele é o detentor desse conhecimento e os alunos puros receptores. Não considera que os alunos podem a partir da interação com ele construir seu próprio conhecimento.

“... Espaço para aprender é dentro da escola. Em casa tem a concorrência com a televisão, com a internet, com as novelas os filmes o futebol ...”

O professor aqui reforça que ele é o detentor do conhecimento, e que os alunos em contato com outros meios de receber informação, não vão aprender. Ele acredita ser o único responsável pelo processo de formação dos alunos.

“... Não adianta pinta, ser brincalhão, facilitar a vida do aluno. É preciso ter competência para ensinar e geralmente quem tem esse perfil, com esse objetivo é tachado de chato...”.

Nessa passagem, o professor acredita que ensinar é uma ação que depende só dele, a interação no ambiente de ensino-aprendizagem não é importante, utilizar estratégias para tentar aproximar o aluno do conhecimento escolar a partir do utilitário com objetivo de facilitar a aprendizagem, em sua visão, acredito, não ser

importante/necessário. Pareceu-me, que nesse momento o professor tentou deixar claro que para ensinar é preciso saber somente o conteúdo.

“... Relação de respeito, o aluno tem que respeitar o professor.”

Naquele momento, da forma como foi tratado o assunto, me pareceu que o professor pretendia impor respeito, utilizando sua autoridade. Foi possível perceber na fisionomia dos alunos preocupação em relação à posição do professor.

Uma ação como essa, acredito que pode causar uma certa antipatia do aluno pelo professor, e como consequência, uma relação muito difícil que na maioria das vezes atrapalha o processo ensino-aprendizagem. O respeito tem que ser conquistado pelo professor e não imposto através de uma relação de poder.

Analisando a posição do professor em relação à apresentação, percebi uma forte presença da chamada **escola tradicional**, “um caráter muito mais voltado para o tecnicismo e com o poder centrado no professor, o que remete a um **contrato didático estático**³⁹, imposto por uma das partes e aceito pela outra, “sem rupturas ou negociações nas relações didáticas” (MORETI et. al, 2003, p.89) [grifos meus].

³⁹ O que inicialmente chamei de contrato didático explícito unilateral, encontrei na literatura com as mesmas características, porém com nome diferente, ou seja, contrato didático estático.

5.2 Episódio 2: O livro didático

Este episódio, ocorreu na segunda aula e ficou marcado por uma conversa entre eu e o professor a respeito do livro didático utilizado. Ele reclamava que o livro utilizado pela escola não trazia uma grande quantidade de equações diretas para resolver. Lembro que, no momento, ele fez o seguinte comentário, “...*eu tenho o mesmo livro numa edição anterior, muito melhor, tem um bocado de equações para resolver, não tem outra saída, os alunos só aprendem mesmo, resolvendo...*”. Vamos acompanhar o desenrolar do episódio.

1ª Parte

1. Professor: Vou utilizar várias equações até vocês entenderem. Quanto mais vocês resolverem exercícios, mais rápido vão aprender o assunto. Porque matemática só aprende exercitando.

A partir desse comentário, podemos observar que o professor acredita que os alunos aprendem por repetição, que quanto mais exercícios forem resolvidos, melhor será sua aprendizagem. Esse fato é reforçado com os comentários sobre o livro didático, onde ele deixa bem claro que sente falta de exemplos diretos em grande quantidade.

Na seqüência do episódio, o professor utiliza o quadro para escrever as equações que vão servir de exemplos para sua explicação. Começa falando do grau,

relaciona com o número de raízes e apresenta os coeficientes, para finalizar classifica as equações e apresenta as fórmulas que são utilizadas para resolvê-las.

2ª Parte

2. Professor: Em cada equação identifiquem os coeficientes a , b e c nas equações.
3. Professor: Vou apresentar agora para vocês a fórmula que resolve as equações, a fórmula de Bhaskara.
4. [Ele escreveu a fórmula e apontou cada um dos coeficientes, relacionando com aqueles apresentados anteriormente na equação]
5. Professor: Agora vou fazer uma para vocês entenderem com se faz
6. [Ele substituiu os coeficientes nas equações, e calculou o valor do discriminante e suas raízes]
7. Professor: Isso é difícil?
8. Professor: Agora sem pressa, sigam esse processo de resolução para resolver os outros exemplos. Observe bem a seqüência para vocês não se atrapalharem.
9. Professor: Vocês têm que memorizar, as fórmulas e os passos, que não tem o que errar, é só prestar atenção e ter concentração.

Nessa passagem o professor apresenta o algoritmo como uma camisa de força, onde os alunos devem seguir os passos e decorar as fórmulas para

resolverem as equações, sem utilizar as devidas explicações necessárias para que os alunos construam realmente o entendimento para o que estão fazendo. Novamente não estou criticando o ensino através de algoritmos e sim a forma como vem sendo utilizado (ver análise do episódio 1, capítulo 4, p.54-56).

3ª Parte

9. Professor: Na verdade é exercitando, resolvendo muitas equações, que se aprende matemática. Pra mim, não existe outra forma de aprender matemática: jogos, vídeo, internet... isso não funciona. Pra mim só ensina onde se aplica, não ensina matemática.

Nessa passagem, o professor deixa claro que os alunos só aprendem se resolverem muitos exercícios. Em outras palavras, acredita na aprendizagem do aluno por repetição *exclusivamente*, pois afirma que em seu ponto de vista não existe outra forma de aprender matemática.

Segundo Huete & Bravo (2006, p.18) apoiados nos estudos de Skemp, esse tipo de ensino utilizado pelo professor é denominado de “**compreensão instrumental**, que é uma memorização – pura e continuada – de regras para aplicar em cada caso específico, sem chegar a discernir seu funcionamento”. Em função desse conceito, nós professores, devemos ter alguns cuidados⁴⁰ quando utilizarmos essa concepção de ensino, pois podemos nos afastar dos objetivos da escola atual,

⁴⁰ Apontados na análise do episódio 1, capítulo 4, p.(54-56).

formar cidadãos críticos e reflexivos capazes de tomar decisões na vida em sociedade.

O professor em questão, acredita também, que outras estratégias utilizadas no ensino de matemática como jogos, vídeo, internet; não ensinam matemática, pois só servem para aplicar os conhecimentos matemáticos. Isto é uma visão distorcida, pois segundo Moretto (2003, p.115), “é preciso que o professor conheça as tecnologias disponíveis para apoio pedagógico e as melhores técnicas [estratégias] de intervenção pedagógica, de modo a criar as melhores condições para que o aluno aprenda”.

Dando continuidade ao episódio, o professor passou exercícios e deu um tempo para que os alunos resolvessem-nos. Na seqüência, apresento como aconteceu em sala.

4ª Parte

10. Professor: Eu já vi o caderno de vocês e vi que vocês erram besteira, más acredito que vocês entenderam como usar as fórmulas, só se me enganaram.

11. Professor: Vocês têm alguma dúvida?

Percebi nessa ocasião que o professor em função de suas observações não resolveu as questões, só deu as respostas. Pareceu que ele não se sente responsável pelo conhecimento matemático que os alunos deveriam apresentar de

séries anteriores, para resolver com mais propriedades as situações propostas. Em relação a esse tipo de comportamento Huete & Bravo (2006, p.57), afirmam que:

... Antes de tentar ensinar um novo conceito, é imprescindível conhecer quais são os conceitos adjacentes e, para cada um deles, descobrir os contributários, assim seqüencialmente até os conceitos primários. Essa concatenação conceitual é problemática: se na construção da estrutura de abstrações sucessivas determinado nível não é compreendido - ou mal compreendido -, qualquer avanço para conceitos derivados encontra-se em perigo ... É importante, em cada etapa de abstração, chegar aos conceitos contributários quando são necessários. Não basta saber que existem.

Em meu ponto de vista, acredito ser esse um dos problemas no ensino através de algoritmos, um outro é quando eles são repetidos acriticamente, de maneira mecânica, sem resgatar os conhecimentos prévios que os alunos vão precisar para sua utilização em situações relacionadas com as aplicações no cotidiano.

Com o objetivo de proporcionar essas mudanças, o novo foco da educação escolar não abandona os conteúdos, mas se utiliza deles e da forma como são construídos com os alunos, para que eles possam desenvolver o domínio de determinadas habilidades para o exercício da cidadania.

Essa “nova” forma de olhar a educação escolar, tem a função de habilitar o aluno à “ser capaz de estabelecer relações significativas entre conteúdos novos, por processos mentais de comparação, de correlação, de aplicação, de análise, de síntese, de julgamento é o que se espera do aluno” hoje (MORETTO, 2003, p.122).

... A escola adestradora, reprodutiva de um saber cristalizado, descontextualizado, antes tida como forte, agora é vista como fraca, pois seu ensino pode ser eficaz para os objetivos escolares, mas absolutamente ineficiente na preparação do cidadão destinado historicamente a viver num mundo que apresenta constantes transformações sociais, éticas e tecnológicas ... a escola terá cumprido sua função social se ajudar a formar gerentes de informação e não meros acumuladores de dados (idem).

5.3 Episódio 3: O CHOQUE

Esse episódio, marca um período que denominei de transição. Foi quando o professor percebeu que os alunos não estavam construindo conhecimento em relação ao assunto abordado, que só com a aplicação do algoritmo que ele destacava como fundamental na aprendizagem dos alunos, não era suficiente para dar conta dos exercícios que ele mesmo deixava, para utilizar como uma das possíveis formas de avaliar o ambiente. Então, a partir desse momento começou a colocar sua forma de ensinar em cheque. Segue abaixo as partes que compõem esse episódio.

1ª Parte

1. Professor: Turma! Como combinamos a aula anterior, cadê as questões que pedi para vocês resolverem em casa e trazer hoje?
2. Turma: [Todos calados]
3. Professor: Vocês não fizeram as questões?
4. Turma: Não [a maioria dos alunos]
5. Professor: Porque vocês não resolveram? Vocês encontraram dificuldades, ou não resolveram por preguiça?
6. Turma: [Muitas respostas juntas]
7. Professor: Vamos organizar, um de cada vez.
8. Rafael: Professor, eu tentei.

9. Bruno: Eu não sei nada.
10. Willian: Não consegui montar aqueles problemas, professor.
11. Rafael (4): Eu, porque não gosto de estudar matemática.

Nesse momento, o professor ficou surpreso com o comportamento dos alunos, ele acreditava que todos ou pelo menos a maioria deles tinham domínio do conteúdo, e que não apresentariam tantas dificuldades em resolver as questões propostas. Para Moretto (2003, p.116), “este tipo de professor parece conhecer os conceitos, ..., no entanto demonstra desconhecer qual a melhor forma de fazer que os alunos se apropriem desses conhecimentos de forma significativa”.

Dando continuidade ao episódio o professor tentou explicar a importância da equação do 2º grau em suas vidas e apontar os obstáculos que estavam atrapalhando o entendimento do conteúdo, como podemos perceber na seqüência do episódio.

2ª Parte

12. Professor: Equação do 2º grau é muito importante pra vida de vocês. Vocês não sabem o quanto.
13. Professor: Todos os conteúdos que vocês vão estudar aqui são importantes, mas equação do 2º grau é mais.

14. Professor: O que está atrapalhando, são os conteúdos anteriores, da 6ª e 7ª series que vocês não lembram. Por exemplo: produtos notáveis lá da 7ª serie, jogo de sinal da 6ª serie, fundamentais à resolução da equação do 2º grau.
15. Professor: Após ficar um tempo olhando para o quadro onde estavam as formulas de resolução da equação do 2º grau disse: _ Isso não é o suficiente para vocês aprenderem equação do 2º grau.

A partir desse momento, o professor começou a entender que deveria realmente fazer uma reflexão na ação e sobre a ação em sua prática de sala de aula, pois os alunos estavam apresentando dificuldades para aprender o conteúdo ensinado, e ele como professor era o responsável em tentar facilitar o processo. Segundo Gonçalves (2000, p.24), “existe hoje consenso de que o docente em qualquer nível de ensino precisa refletir e pesquisar sobre sua ação como docente, tendo como um dos parceiros o seu aluno”.

Em função das evidências, ele começou a dar mais importância na organização do quadro; na armação das questões; em instigar os alunos a participarem mais ativamente da aula etc...

Apresento na seqüência do episódio, dois momentos que deixam claras essas mudanças.

3ª Parte

MOMENTO 1: Antes do incidente

16. Professor: Abram o livro na pagina 61, questão 27. Vamos ler a questão.
17. Turma: Vamos
18. [O professor leu a questão e os alunos escutaram]
19. Professor: Eu vou armar essa, depois eu dou um tempo para vocês resolverem. Tudo bem?
20. Turma: Tudo
21. Professor: O quadrado da quantia que Carlos possui, aumentado do dobro da mesma quantia, é igual a R\$ 35,00. Quanto Carlos possui?
22. Professor: A expressão fica assim $x^2 + 2x = 35$. Na forma completa ela fica assim $x^2 + 2x - 35 = 0$. Resolvam a equação agora.

Aqui o professor deixa bem claro que seu objetivo é fazer com que os alunos utilizem os algoritmos para encontrar a solução da questão, pois em momento algum se preocupou com a interpretação dos alunos em relação à situação problema. Prova desse fato foi que quando os alunos chegaram na resposta, a maioria deles, apresentou como solução -7 e 28 , não percebendo que a situação central estava relacionada com uma quantia em dinheiro, não sendo possível a solução -7 para a situação problema proposta.

MOMENTO 2: Depois do incidente

23. Professor: Abram o livro na pagina 61, questão 32.
24. Professor: Vou fazer uma leitura explicando a situação, tudo bem?
25. Turma: Tudo
26. Professor: Um estacionamento retangular tem 23 m (de que?)..... por 12 m de.....? Você vai escrever aqui 23 de comprimento (primeira reticências) por 12 de largura (segunda reticências). Até aqui tudo bem? [O professor desenhou um retângulo no quadro detalhando a questão].
27. Turma: Tudo
28. Professor: Vamos continuar a leitura. O proprietário deseja aumentar essa área para quanto?....., acrescentando duas partes laterais de mesma largura.
29. Vou acrescentar no desenho anterior as faixas laterais destacou o acréscimo de x .
30. Professor: Ele tinha essa área 23 por Tudo bem? Ai ele quer aumentar essa área! Ele quer que essa área seja de quanto, para isso ele vai aumentar esse pedacinho de x e o mesmo pedaço aqui de x , vejam no desenho.
31. [Ele utilizou o desenho para explicar a situação armada.]
32. Professor: Vou fazer uma pergunta fácil para vocês! Quanto vale a altura e a base da nova área?
33. Turma: $12x$.
34. Professor: Não $(12+x)$ e a base vai ser $(23+x)$. A nova altura vai ser $(12+x)$ e novo comprimento $(23+x)$. Tudo bem? Como eu faço para encontrar a nova área?
35. Turma: base vezes altura
36. Professor: Então vou fazer isso agora. Quanto é a base?
37. Turma: $23+x$
38. Professor: Quanto é a altura?
39. Turma: $12+x$

40. Professor: Isso tudo igual a 476. Tubo bem?
41. Professor: Vamos continuar; vou fazer uma distribuição aqui “conteúdo da 7ª série”: 23 vezes 12, depois 23 vezes x, depois x vezes 12, depois x vezes x. O importante não é só isso, o importante é entender a montagem da questão. Entenderam essa multiplicação?
42. Turma: Sim
43. Professor: Deu uma equação do 2º grau?
44. Turma: Deu
45. Professor: Tem que colocar na forma completa do jeito que esta não dá para aplicar as fórmulas. A forma geral é: a, depois b, depois c igual a zero. Vamos lá x^2 . São semelhantes $(23x+12x)$. Quanto dá? $35x$. Vamos lá 276 isso aqui passa para o primeiro membro fica como? -476 . Igual a zero é isso? Então fica $x^2+35x-200=0$. Tá na forma completa?
46. Turma: Tá
47. Professor: Agora só é resolver!
48. [o professor a equação resultante com auxílio dos alunos]

A partir desse momento o professor deixa claro que todo o processo de construção na direção da solução é importante, pois utiliza estratégias para que os alunos acompanhem a montagem do problema, e destaca a importância dos conhecimentos prévios. Dessa forma, facilitando a compreensão e conseqüentemente a aprendizagem do aluno.

Em conseqüência da descoberta é possível perceber que o professor construiu na prática, competências para desenvolver o papel de mediador⁴¹ junto com seus alunos, diferente daquele professor do início da investigação que se propunha a transmitir em aula o que estava previsto. Segundo Moretto (2003,

⁴¹ Entendo mediador, segundo Moretto (2003), um professor que busca concepções prévias dos alunos. Não transmite dados prontos, procura ressaltar uma contradição com o cotidiano do aluno e, a partir daí introduzir o conhecimento científico.

p.115)., “o professor deve conhecer as competências associadas ao papel do mediador do processo de aprendizagem ... não basta saber matemática ... esta condição é necessária mas não suficiente”.

Como mediador o professor “... levará o aluno a elaborar novas representações e, possivelmente, modificar tanto suas concepções anteriores como a linguagem para exteriorizar os conceitos ressignificados” (MORETTO, 2003, p.118).

As construções dessas competências, lhe ajudaram a ser um professor comprometido com a construção e não com a transmissão do conhecimento, como podemos perceber no desenrolar da 3ª parte desse episódio, no segundo momento.

5.4 Episódio 4: NÃO FOI MINHA INTENÇÃO, APENAS FALTA DE COMUNICAÇÃO.

Nesse episódio os grupos estão reunidos, no laboratório de informática que improvisei na biblioteca, estávamos no final da atividade 02 (ver anexo 02), exatamente no quarto convite que pedia que os grupos escrevessem uma expressão que representasse a situação estudada, no caso, o preço do açaí popular.

O professor sem saber, que o grupo que havia lhe chamado, tinha sido escolhido para ser observado e que as questões só deveriam ser encaminhadas e não esclarecidas, quando solicitado, resolveu situações similares para os alunos, facilitando na construção da expressão e influenciando no resultado, conforme a transcrição que segue:

1. O grupo: Professor, ajude a gente!
2. Professor: Como?
3. O grupo: O que é pra fazer aqui?
4. Professor: Escrever uma expressão que dá o preço do açai.
5. O grupo: Nós não entendemos.
6. Professor: É mais ou menos assim:

Apresento abaixo o que estava escrito à mão pelo professor da turma no trabalho do grupo.

1 ovo	R\$ 0,20 -----	0,20.1	Preço = 0,20.x 0,20 preço de 1 ovo x quantidade de ovos y = 0,20 x
2 ovos	R\$ 0,40 -----	0,20.2	
3 ovos	R\$ 0,60 -----	0,20.3	
1 bombom	R\$ 0,25 -----	0,25.1	Fórmula y = 0,25 x
2 bombons	R\$ 0,50 -----	0,25.2	
3 bombons	R\$ 0,75 -----	0,25.3	
1 caneta	R\$ 2,00 -----	2,00.1	Fórmula y = 2,00 x
2 canetas	R\$ 4,00 -----	2,00.2	
3 canetas	R\$ 6,00 -----	2,00.3	

Nessa passagem, é possível perceber que o professor já utiliza em sua prática a construção do conhecimento utilizando-se da mediação, ao contrário da sua prática no início dessa investigação, ou seja, passou a perceber que “ensinar não é transferir conhecimento, mais criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua

construção” (FREIRE, 2005, p.47). Ao responder a pergunta do grupo, não apresentou um resultado pronto e acabado, característico do ambiente antes, por ele utilizado. Ao contrário disso, fez com que eles o acompanhassem e construíssem a expressão a partir de várias situações reais apresentadas, acredito ser esse um dos caminhos para um ensino-aprendizagem eficaz.

... É preciso insistir: este saber necessário ao professor – que ensinar não é transferir conhecimento- não apenas precisa de ser apreendido por ele e pelos educandos nas suas razões de ser – ontológica, política, ética, epistemológica, pedagógica, mas também precisa de ser constantemente testemunhado, vivido (idem, p.47)

Acredito que o objetivo desse episódio foi alcançado, que era mostrar as mudanças significativas do professor em relação a seu comportamento em sala de aula, quando comparado com os anteriores, em função das possíveis análises que eu poderia fazer em relação a esse episódio, acredito que foram feitas nos episódios anteriores.

No próximo capítulo, apresento as considerações finais, resultados que acredito não serem os únicos, porém considerados por mim significativos na investigação.

Capítulo 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciei esta pesquisa com um incomodo: como poderia transformar minha sala de aula em um ambiente prazeroso para mim e para meus alunos? Naquele momento resolvi me afastar totalmente da sala de aula para cuidar da minha formação enquanto professor.

Guiado por minhas inquietações acabei me deparando com o mestrado, o contato com a literatura e a comunidade acadêmica do programa, ajudou-me a formular uma interrogação para minha investigação: que evidências são apresentadas pelos personagens do ambiente de ensino e de aprendizagem proporcionado pela Modelagem Matemática, que demonstram ser indícios de envolvimento e de aprendizagem?

A expectativa era que sua operacionalização, os resultados encontrados além de contribuir com os estudos que tratam da utilização da Modelagem Matemática, me levassem pelo menos a minimizar minhas angústias em relação à minha prática. Para apresentar as evidências de envolvimento e aprendizagem dos personagens do ambiente, resolvi dividir em três categorias, a saber: *dos alunos, do professor e do pesquisador*.

6.1 OS ALUNOS

- O ambiente gerado pela modelagem Matemática proporcionou aos alunos participantes, aprendizagem significativa, fato evidenciado por eles, em depoimento falado ou escrito, pois o ambiente tende a facilitar a ligação entre a matemática utilitária e a matemática escolar, em outras palavras, “se considerarmos as necessidades da vida do aluno haverá uma maior garantia de um aprendizado eficaz” (CALDEIRA, 1992).
- As atividades de modelagem matemática desenvolveram nos alunos inquietações, necessidade de buscar conhecimentos até então desconhecidos e a necessidade de quando encontrados, serem socializados, ou seja, “despertou maior interesse em ampliar o conhecimento e auxiliar na estruturação de sua maneira de pensar e agir” (BASSANEZI, 2002), a necessidade de se transformarem em alunos-pesquisadores.
- A forma como as atividades eram elaboradas, sempre acompanhadas de textos relacionados à realidade dos alunos, proporcionavam discussões contribuindo com a construção do cidadão crítico e reflexivo, “pois cabe a escola [também] preparar sujeitos críticos, conscientes e integrados à sociedade ...” (ALMEIDA & DIAS, 2004,p.20), um dos objetivos das escolas de hoje, que é “ajudar a formar cidadãos capazes de desempenhar o papel de gerentes de informação e não meros acumuladores de informações” (MORETTO, 2003).

- As atividades de modelagem Matemática quando desenvolvidas em sala, proporcionam a construção de conceitos com **sentido**, porque, “partindo de problemas reais que conferem utilidade à matemática já aprendida”, e, **significado**, “porque estarão relacionando a linguagem simbólica própria da matemática com a linguagem textual de uma situação real problematizada” (CHAVES, 2005, p.27), a partir da forma como são colocadas às situações e das interações entre os alunos de cada grupo e entre os grupos.
- A forma como as atividades mediadas pela Modelagem Matemática são trabalhadas, desperta no aluno uma autonomia em relação ao saber, ou seja, “desperta nos alunos o interesse por tópicos matemáticos, ou em outras áreas do conhecimento, que ele ainda desconhecem” (BIEMBENGUT & HEIN, 2000), pois ele percebe que é capaz de sair em busca da construção de seu próprio conhecimento.
- A forma como é construído o ambiente gerenciado através da Modelagem Matemática, desperta nos alunos sentido de grupo, muito esquecido nas escolas de hoje, que na verdade pregam e estimulam a competição. Como consequência nossos jovens aprendem a ser totalmente independente, gerando assim ausência de preocupação e respeito com seus semelhantes, características totalmente contrárias aos novos rumos da Educação para o século XXI, quais sejam: *aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser*. Esses quatro pilares foram apresentados no relatório denominado: “EDUCAÇÃO, UM TESOURO A DESCOBRIR” (Delors et al., 1996).

6.2 O PROFESSOR DA TURMA

- O professor percebeu no decorrer da investigação, que existem sim, outras maneiras de ensinar matemática, e que, planejadas, podem gerar resultados significativos em sala de aula e, também percebeu que, as novas tendências de ensino são fundamentais para o ensino, em especial da matemática, pois podem proporcionar motivação e em conseqüência um maior envolvimento dos alunos facilitando assim o processo de ensino-aprendizagem. É possível perceber essas características quando afirma em sua fala que:

... Os alunos da escola do estado, principalmente, precisam, de uma coisa diferente que mostra uma matemática de uma outra forma outra dinâmica ... que é claro que os alunos se interessam, entendem e compreendem um pouco mais a matemática (professor da turma).

- Em função das atividades e do envolvimento dos alunos, o professor percebeu a importância da ligação entre a matemática utilitária e a matemática escolar na aprendizagem do aluno, vejamos a fala do professor da turma: "... notei que eles entenderam a ligação entre a matemática estudada na escola e a matemática lá de fora...".
- O professor se mostrou convencido de que as tendências de ensino, em especial da Matemática, realmente proporcionam um ambiente propício para o ensino-aprendizagem da matemática, ambiente que proporcione ao aluno "... oportunidades de aprender e de pensar criativamente, além de posicionar-se criticamente aos problemas do dia-a-dia ..." (GONÇALVES, 2000). O professor chegou a essa conclusão, em função dos resultados apresentados pelo

ambiente gerado pela Modelagem Matemática em relação ao rendimento de seus alunos. Para ilustrar, vejamos a fala do professor da turma:

... Gostei muito desse tipo de trabalho, não sei pra ti, mas eu aprendi muito, aprendi muito com o trabalho. Vi que os alunos gostaram também é que muitos iam comigo e me perguntavam assim, professor quando é que nos vamos ter de novo aquela aula da prática.

- No decorrer da investigação, foi possível em função das situações apresentadas no ambiente de ensino e de aprendizagem, o professor perceber a importância da interação com outros professores e a possibilidade de trocas de experiências gerando assim aprendizagem, quanto mais quando o outro professor apresenta no momento um pouco mais de experiência.

Conforme ilustra o trecho da entrevista:

... Com você eu aprendi algumas coisas, como por exemplo, quando você dizia tem que trocar de operação não de sinal. Eu tenho que tomar cuidado com esses detalhes, tem que saber mostrar. Eu fui entender com sua própria conduta lá dentro da sala, dando aula, mostrando tudo organizadamente, que eu fui perceber que tinha que corrigir algumas coisas nas minhas aulas (professor da turma).

- O professor percebeu e destacou que a forma como os assuntos são abordados via atividades de Modelagem Matemática, cuja característica principal é a proximidade com a realidade dos alunos, facilita a interação entre os alunos e entre os alunos e o professor, facilitando assim o interesse e empenho em aprender os conteúdos abordados.

6.3 PROFESSOR-PESQUISADOR

- Acompanhando o ambiente do professor, me dei conta da injustiça que atualmente cometemos com o ensino através de algoritmos, pois pode

perceber que não é o ensino através de algoritmo que está errado e sim a forma como é materializado em sala de aula, já que em qualquer estratégia diferenciada precisamos do auxílio dos algoritmos.

- Ao contrário do que muitos profissionais da educação pensam, quando as atividades são bem elaboradas e planejadas, e para fazer isso o professor precisa de tempo e comprometimento com o processo, podem proporcionar motivação no ensino dos conteúdos disciplinares, sem atrapalhar o bom andamento em sala de aula.
- A criação do ambiente de investigação, ajuda a redefinir o papel do professor, pois cria um tipo de relação onde professor-alunos são responsáveis pelo gerenciamento do ambiente de ensino-aprendizagem, essa relação é responsável tanto pela motivação do aluno como a do professor, o aluno porque percebe sua evolução na aprendizagem e o professor porque vivenciando este fato quer ir a busca de mais conhecimento para desenvolver melhor sua prática.
- A Modelagem matemática realmente muda o papel do professor em sala de aula, pois nessa investigação, como destacado por um dos participantes da banca no exame de qualificação, passo despercebido e conseqüentemente a Modelagem Matemática também, responsável por tal situação e que o professor “perde o caráter de detentor e transmissor de saber para ser entendido como aquele que está na condução das atividades, numa posição de partícipe” (BARBOSA, 1999, p.7), assim deixando de ser o ator principal e passando a ser um dos personagens do ambiente.

- As interações entre os personagens do ambiente de ensino e de aprendizagem, estimuladas por atividades diferentes das usualmente utilizadas no ambiente tradicional, podem gerar aprendizagem significativa nos personagens.
- A pesquisa também revelou que o professor é e se mantém tradicionalista e descredulo das novas tendências da Educação Matemática por desconhecê-las, pois em muitos casos não possuem contato na formação inicial. Muitos professores ouvem falar de Modelagem, Etnomatemática, História da Matemática, mas sempre no formato teórico. Somente quando participam de experiências concretas é que começam a se questionar, iniciando um processo de reflexão crítica de suas práticas pedagógicas. “É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática” (FREIRE, 2005, p.39). Diante disso é possível inferir que se cada professor, tivesse a oportunidade de vivenciar uma experiência com as tendências em sua própria sala de aula, teria maior probabilidade de rever criticamente sua prática docente.

Para finalizar, *pelo menos por enquanto*, gostaria de registrar que em função de todos os pontos que tive oportunidade de acompanhar e os conhecimentos que tive de buscar e internalizar para poder entender o universo de informações que apareceram durante o tempo que passei no mestrado incluindo o período da investigação, consegui construir conhecimento que acredito ser suficiente para minimizar as angústias que apresentava no início desta investigação e seguir em frente o que sempre gostei de ser: **professor**.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle; DIAS, Michele Regiane. **Um estudo sobre o uso da modelagem matemática como estratégia de ensino aprendizagem.** Bolema, Ano 17, nº 22, 2004, p. 19-35.

ANASTACIO, M. G. A. **Construções sobre a Modelagem Matemática e a Educação Matemática** – Mestrado-, UNESP, rio Claro 1990.

ARAÚJO, Jussara de Loiola. **CÁLCULO, TECNOLOGIAS Modelagem Matemática: As discussões dos alunos.** 2002. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

ÁVILA, Geraldo. **Funções e gráficos num problema de frenagem.** Artigo (SBM, 1º semestre de 1988, pp 18 a 23).

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores.** 2001. 253 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico.** In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. Anais... Caxambu: ANPED, 2001.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem matemática e os futuros professores.** In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25., 2002, Caxambu. Anais... Caxambu: ANPED, 2002.

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

BARBOSA, J. C. **As relações dos professores com a Modelagem Matemática.** In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. Anais... Recife: SBEM, 2004.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem matemática e a perspectiva sócio-crítica.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003b, Santos. Anais... São Paulo: SBEM, 2003.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem Matemática na sala de aula.** Perspectiva, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, junho/2003a.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem Matemática na sala de aula.** VII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, Recife/PE, julho de 2004.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como?** Veritati, n. 4, p. 73-80, 2004.

BARBOSA, J. C. **O que pensam os professores sobre a modelagem matemática?** Zetetiké, Campinas, v. 7, n. 11, p. 67-85, 1999.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Uma perspectiva de Modelagem Matemática.** In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2003, Piracicaba. Anais...Piracicaba: UNIMEP, 2003.

BASSANEZI, R. C.. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática.** Editora Contexto, São Paulo 2002.

BEAN, Dale. **O que é modelagem matemática?** Educação Matemática em Revista, nº 9, ano 8, p. 49 a 57.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelação matemática como alternativa para o ensino de matemática em cursos de 1º e 2º graus – (Mestrado)-**, UNESP, Rio Claro.

BIEMBENGUT, Maria Salett e Hain, Nelson. **Modelagem matemática no ensino.** Editora Contexto, São Paulo 2000.

BISQUERRA, Rafael. **Métodos de investigacion educativa guia practica.** Editora CEAC, Barcelona 2000.

BLUM, W. **Applications and Modelling in mathematics teaching and mathematics education – some important aspects of practice and of research.** In: SLOVER, C. et al. **Advances and perspectives in the teaching of mathematical modeling and applications.** Yorklyn: Water Street Mathematics, 1995.

BURAK, Dionísio. **Critérios norteadores para adoção da modelagem matemática no ensino fundamental e secundário.** Revista Zetetiké, ano2, nº 2, 1994, p. 47-60.

BURAK, D. **Modelagem matemática: Uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª serie –(Mestrado)-**, Unesp, Rio Claro 1987.

CALDEIRA, A.D. **Uma Proposta Pedagógica em Etnomatemática na Zona Rural da Fazenda Angélica em Rio Claro:** UNESP, 1992. Dissertação de Mestrado, Universidade estadual Paulista.

CALDEIRA, A. D. **A Educação Matemática e Ambiental: um contexto de mudança.** Campinas, 1998, 328p, tese (Doutorado em Educação Matemática), Faculdade de Educação, Unicamp.

CARRERA, A. C. **Sensos Matemáticos**: Uma abordagem externalista da matemática –(Doutorado), F.E-Unicamp, Campinas 1991.

CARVALHO, João Bosco Pitombeira de. “**O que é Educação Matemática**”. Temas e Debates, ano IV, nº 3, 1991, p. 17-26.

CANAVARRO, Ana Paula; SANTOS, Leonor; MARQUES, Paula. **Normas para a avaliação em matemática**. Editora Grafis 1999. Texto Original “Assessment for School Mathematics.

CHAVES, Sílvia Nogueira. **A construção coletiva de uma prática de formação de professores de ciências**: tensões entre o pensar e o agir. (Tese de Doutorado) UNICAMP, Campinas 2000.

D’AMBROSIO, Ubiratan. **Da realidade a ação**: reflexões sobre educação e matemática. 2ª edição Campinas: Unicamp; São Paulo: SUMMUS, 1986, 115p.

DELORS et al. **Relatório UNESCO**, 1996.

DOLIS, M. **Ensino de cálculo e o professor de modelagem** – (Mestrado)-, UNESP, Rio Claro.

FERREIRA, Jr; W. C. **Modelos matemáticos para dinâmica de populações distribuídas em espaços de aspecto com interações não locais**: paradigmas de complexidade – (Doutorado)-, IMECC-UNICAMP, Campinas 1993.

FRANCHI, R. H. O. L. **Modelagem matemática como estratégia de aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia** – (Mestrado)-, UNESP, Rio Claro.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

GAZZETTA, M. **Modelagem matemática como estratégia de aprendizagem da matemática em curso de aperfeiçoamento de professores** – (Mestrado)-, UNESP, Rio Claro.

GIARDINETTO, José Roberto Boettger. **Matemática escolar e Matemática da vida cotidiana**. Autores Associados, 1999.

GONÇALVES, T. O. **A formação e desenvolvimento profissional de formadores de professores**: O caso dos professores de matemática da UFPa. Campinas, SP, 2000. (Tese de doutorado).

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. **Conhecimento Escolar: Ciência e Cotidiano**. EdUERJ, 1999.

LUCENA, Isabel Cristina Rodrigues de. **Educação Matemática, Ciência e Tradição: tudo no mesmo barco**- (Tese de Doutorado)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Sociais Aplicadas. Natal-RN 2005

MENDONÇA, M. C. D. **A intencionalidade dos algoritmos nas séries iniciais: uma imposição sócio-histórica-estrutural ou uma opção valiosa?** Zetetiké, v.4, n° 5, p.55-57, janeiro/junho 1996.

MENDONÇA, M. C. D. **Problematização: Um caminho a ser percorrido em educação matemática**- (Doutorado)-, FE-UNICAMP, Campinas 1993.

MONTEIRO, A. **O ensino de matemática para adultos através da modelagem matemática** – (Mestrado)-, UNESP, Rio Claro.

MORETI, Mércles Thadeu; SOARES, Maricélia; ARRUDA, Joseane Pinto de. **O jogo das relações didáticas sob a influência dos projetos de trabalho**. Zetetiké-Cempem-FE-UNICAMP-V.11-N°.20- Julho/Dezembro de 2003- p.85-110.

MORETTO, Vasco Pedro. **Construtivismo: a produção do conhecimento em aula**- 3ª edição- Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

PARENTE, Andrela G. Loureiro. **Interações Sociais e o Discurso sobre o Visível e o Invisível em aulas de Química**. Dissertação de Mestrado (NPADC/UFPA - Belém 2004).

PATROCÍNIO Jr, Carlos Alberto do. **Modelagem Matemática: Algumas formas de organizar e conduzir**. VII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, Recife/PE, julho de 2004.

PEDROSO, Solange Regina. **Modelagem como método de aprendizagem e ensino**. Monografia (UNICAMP - Campinas 1997).

PINTO, N. B. **O erro como estratégia didática**. Campinas, SP: Papyrus, 2000.

SILVA, Circe Mary Silva; LOURENÇO, Simone Torres; CÔGO, Ana Maria. **O ensino-aprendizagem da matemática e a pedagogia do texto**. Brasília: Plano Editora, 2004.

SILVA et al. **Tendências Metodológicas no Ensino de Matemática**. Rede Nacional de Formação Continuada de Professores de Educação Básica (MEC/SEB), 2005.

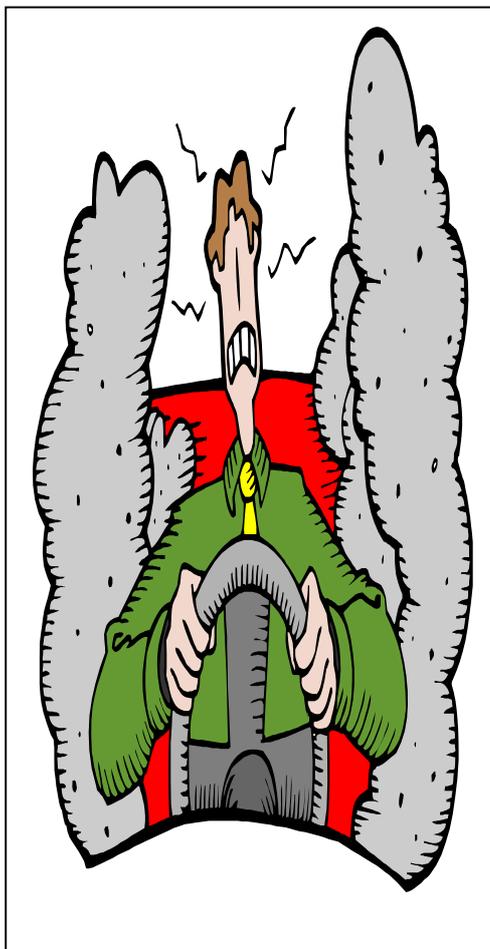
SKOVSMOSE, Olé. **Cenários para investigação**. Bolema, ano 13, p. 66 a 91, 2000.

SKOVSMOSE, Olé. **Educação matemática crítica**: A questão da democracia. Campinas, SP: Papirus, 2ª edição, 2004.

TAPIA, Jesus Alonso; FITA, Enrique Caturla. **A motivação em sala de aula o que é, como se faz**. Edições Loyola, São Paulo, Brasil, 1999.

WERNECK, Hamilton. **Ensinamos demais, aprendemos de menos**. Editora Vozes, Petrópolis 2002.

Anexos

Anexo 1: A REGRA DO GUARDA RODOVIÁRIO¹**CRISE DE CIÚME GERA ACIDENTE NA ASSIS DE VASCONCELOS COM TRAV. DA PAZ .**

Namorado ciumento briga com namorada e sai em alta velocidade provocando acidente na Av. Assis de Vasconcelos, esquina com Trav. da Paz ao lado do Teatro da Paz. O motorista do **Gol** prata que provocou o acidente, contou que trafegava na avenida quando tocou seu telefone celular, era sua namorada, com raiva e transtornado pela situação disse que ao atender, o aparelho escorregou de sua mão e quando tentou juntar perdeu por alguns segundos a visão do carro. Quando levantou a cabeça viu um carro **Renault** azul parado no sinal fechado, nele estava um casal e dois filhos menores. O motorista do **Gol** afirma que quando pisou no freio o carro não parou a tempo e colidiu com o **Renault** azul que estava parado no sinal fechado, parando a 40 m do local.

Para os peritos do DETRAN o motorista do **gol** não estava a 70 km/h como descreveu no relatório, marcas de borracha no chão a 50m do local do acidente não deixam dúvidas que o motorista estava em alta velocidade na hora da colisão, testemunhas afirmam que o **Gol** trafegava com velocidade superior a 120 Km/h. Felizmente os passageiros dos veículos nada sofreram, pois todos estavam com cinto de segurança no momento do acidente.

¹ Está atividade é uma adaptação do trabalho proposto por Geraldo Ávila. Funções num problema de frenagem (Artigo publicado na SBM, 1º semestre de 1988, p. 18-23).

Disciplina: Matemática

Data ___/___/___

ATIVIDADE I A REGRA DO GUARDA RODOVIÁRIO

EQUIPE:

01-

02-

03-

04-

Segundo o depoimento de um guarda rodoviário, eles têm uma regra para calcular a distância de frenagem de um veículo desde o momento que é acionado o freio até o momento em que este se encontra parado, que é a seguinte:

- eleva-se a velocidade do veículo no momento da frenagem ao quadrado.
- o resultado divide por 100.
- e finalmente, o resultado obtido é o valor da distância em que o veículo vai parar depois de acionado o freio.

1° convite: Complete o quadro abaixo relacionando a velocidade **V(Km/h)** e a distância que o móvel deve ser frenado **D(m)** utilizando o método do guarda rodoviário

QUADRO I

Velocidade	0	20	40	?	80	100	120	...
Distância	0	?	16	36	64	?	144	...

2° convite: Levando em consideração o depoimento acima. Escreva a expressão utilizada pelo guarda rodoviário .

$D_1 =$

A tabela abaixo divulgada na “REVISTA 4 RODAS” fornece os resultados encontrados no lançamento do **FIAT UNO**.

QUADRO II

Velocidade	40	60	80	100	120
D	$8,2 \cong 8$	$18,1 \cong 18$	$31,8 \cong 32$	$50,3 \cong 50$	$71,6 \cong 72$

3° Convite: Complete a afirmativa abaixo analisando os quadros I e II.

Os resultados encontrados para as distâncias na tabela (II), são.....dos valores encontrados na tabela (I), considerando as mesmas

4° Convite: Com base na afirmação acima, escreva uma nova expressão em função da expressão anterior, em outras palavras, relacione as duas situações I e II.

$$D_2 =$$

5° Convite: Neste momento, já possuímos os conhecimentos necessários para escrever o modelo matemático que relaciona **D** e **V**.

$$D =$$

Anexo 2: OS VENDEDORES DE AÇAI

AÇAIZEIRO

Nome científico: **Euterpe oleracea**

Família: **Palmaceae**



Você conhece a **Lenda do açai**? Não? Se não conhece, vai conhecer agora: Segundo a lenda, há muitos anos, vivia uma tribo indígena, onde, hoje, está situada a cidade de Belém. Numa determinada época a escassez de alimentos se tornou um problema para seus habitantes, levando o cacique a decretar a proibição de nascimentos. Por ironia do destino, a filha do cacique, que se chamava **laça**, ficou grávida. O cacique não voltou atrás em sua decisão e mandou matar seu próprio neto. laça chorava dia e noite a perda do filho, até que uma noite ouviu o choro do filho vindo da direção de uma árvore que tinha umas frutinhas cor de vinho. No dia seguinte a índia laça foi encontrada morta, abraçada ao tronco dessa árvore.

O cacique pediu, então, que os cachos da fruta fossem apanhados, tirando daí o vinho para alimentar os índios da tribo. Às frutinhas ele chamou de Açai, em homenagem à sua filha laça (Açai ao contrário), e acabou o decreto que proibia o nascimento de crianças, pois o açai bastava para alimentar a todos.

Será que você conhece esse fruto tão presente na vida dos paraenses? Se você ainda não conhece, vamos apresentar as principais características dessa palmeira típica da Região amazônica.

A palmeira do açai nasce em touceiras com cerca de 6 troncos, que são ligeiramente curvos. Cada tronco produz até quatro cachos com frutos. É uma planta que prefere os terrenos alagados e áreas úmidas; por isso sua ocorrência é mais freqüente nas margens dos rios, como o Amazonas.

Como floresce e frutifica o ano todo, é possível encontrar na mesma árvore, desde flores até frutos maduros. Dessa árvore, que chega a 30m de altura aproveita-se tudo. As **folhas são usadas para cobertura de casas; tronco (estipe) é usada em construções** rústicas, **lenha**, **produção de adubo orgânico** e **produção do palmito**; as **fibras para tecer chapéus, esteiras e rasas** (cestas utilizadas no transporte e comércio do fruto); os **cachos secos são utilizados como vassouras**; a **polpa para fazer o vinho do açaí** e os **caroços no artesanato**.

Da plantação da palmeira, até o consumo, o açaí percorre um longo caminho: plantação, colheita, transporte do fruto, agroindustrialização, agrocomercialização até o produto final chegar no consumidor.

FONTE: www.emater-rondonia.com.br/açai.htm (texto adaptado)

INFORMAÇÕES SOBRE A VENDA DO SUCO/VINHO AÇAÍ

EQUIPE: _____

I. IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DE VENDA:

- Localização: _____

II. PERGUNTAS A SEREM FEITAS PARA O VENDEDOR DE AÇAÍ

➤ EM RELAÇÃO A VENDA:

- Qual o preço do litro do açaí? (Densidade?)

TIPO	VALOR
POPULAR	
MÉDIO	
GROSSO	

- Que **tipo** de reservatório você usa para colocar o fruto açaí na máquina?

TIPO ¹	MEDIDAS
LATA DE MANTEIGA BASE CIRCULAR.	ALTURA: DIÂMETRO
LATA DE MANTEIGA BASE QUADRADA.	ALTURA: LADO:
BALDE PLÁSTICO.	ALTURA: DIÂMETRO MAIOR: DIÂMETRO MENOR:

- Quantos litros de vinho de açaí é possível obter com um dos recipientes acima, cheio de fruto? (*uma batida*)

TIPO	QUANTIDADE EM LITROS
POPULAR	
MÉDIO	
GROSSO	

- Qual a quantidade de água usada para preparar o vinho de açaí com uma medida cheia de fruto? (*uma batida*)

TIPO	QUANTIDADE EM LITROS
POPULAR	
MÉDIO	
GROSSO	

- Que **tipo** de reservatório você usa para colocar açaí no saco?

TIPO	MEDIDAS
COPO OU LATA DE BASE CIRCULAR.	ALTURA: DIÂMETRO
COPO OU LATA DE BASE QUADRADA.	ALTURA: LADO:

➤ EM RELAÇÃO À COMPRA:

- Como você compra o açaí? (em lata, em rasa ou em saca) Qual o preço?

¹ Lata de formato cilíndrico, inicialmente utilizada para armazenar, manteiga, margarina, etc.

MEDIDAS ²	PREÇO
UMA LATA	
UMA RASA	
UMA SACCA	

- Quantas (latas, rasas ou sacas) você utiliza por mês? (mais ou menos)

MEDIDAS	QUANTIDADE
LATA	
RASA	
SACA	

➤ **EM RELAÇÃO A OUTRAS DESPESAS:**

- Quanto você gasta por mês com água, luz e saco plástico? (mais ou menos)

	VALOR
ÁGUA	
LUZ	
SACO PLÁSTICO	

Disciplina: Matemática

Data __/__/__

ATIVIDADE I

EQUIPE:

01- _____

02- _____

03- _____

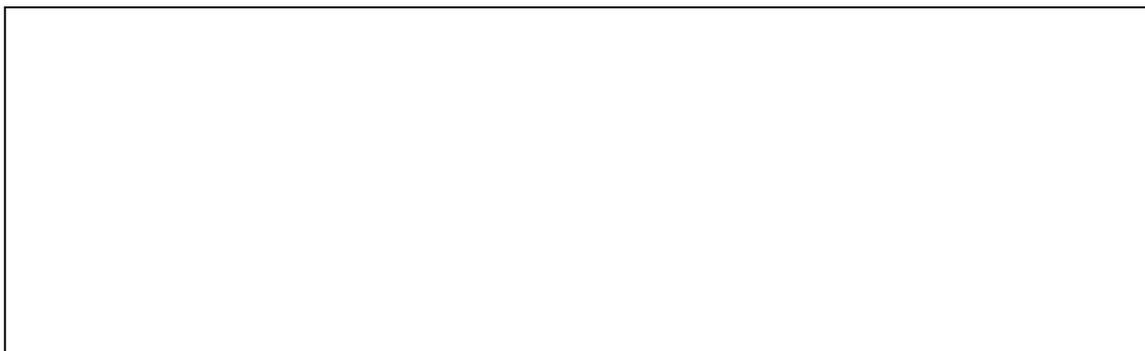
04- _____

1° CONVITE: A partir dos dados coletados no campo. Vamos construir uma tabela que relacione a quantidade em litros do açaí (popular, médio e grosso) com seu respectivo preço

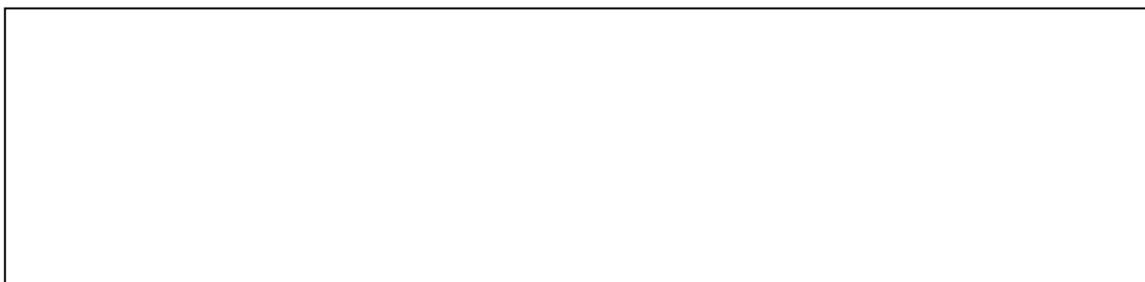
² Termos utilizados para os recipientes utilizados para a comercialização do açaí em caroços.

QUANTIDADE EM LITROS	PREÇO DO AÇAÍ POPULAR	PREÇO DO AÇAÍ MÉDIO	PREÇO DO AÇAÍ GROSSO

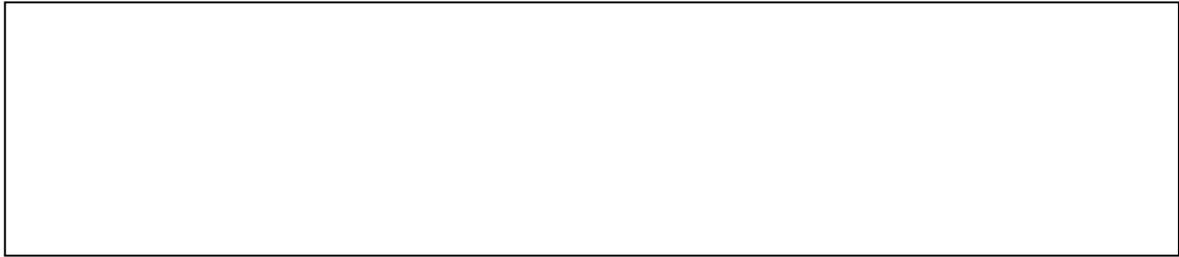
2° CONVITE: Utilizando régua e lápis. Vamos tentar construir um gráfico que relacione a quantidade em litros do açaí popular com seu respectivo preço.



3° CONVITE: Agora com o auxílio do **Microsoft Excel**. Vamos tentar refazer o 2° convite utilizando as ferramentas do programa.



4° CONVITE: Acredito que vocês já observaram que existe uma relação entre o preço do açaí e a quantidade de litros; certo. Vamos tentar escrever uma expressão que representa essa situação:



Nome/Turma: _____

1) Que profissão você gostaria de seguir? Porquê?

2) Qual a profissão de seus pais?

Pai: _____

Mãe: _____

3) Qual a sua religião? _____ Sem religião

4) Além de sua escola, você pratica outras atividades em outros horários? Qual(is)? Em que horário (s)?

5) O que você espera fazer/aprender nas atividades de pesquisa?

6) Em relação às disciplinas qual/quais você mais gosta?

<input type="checkbox"/> Português	<input type="checkbox"/> Matemática	<input type="checkbox"/> Educação Artística
<input type="checkbox"/> Literatura	<input type="checkbox"/> Química	<input type="checkbox"/> Educação Física
<input type="checkbox"/> Redação	<input type="checkbox"/> Física	<input type="checkbox"/> Religião
<input type="checkbox"/> Língua Estrangeira	<input type="checkbox"/> Biologia	<input type="checkbox"/> Estudos Amazônicos/Paraenses
<input type="checkbox"/> Geografia	<input type="checkbox"/> Filosofia	<input type="checkbox"/> Informática
<input type="checkbox"/> História	<input type="checkbox"/> Sociologia	

7) Qual(is) você menos gosta?

8) Qual(is) dos itens abaixo você mais se interessa?

<input type="checkbox"/>	Animais	<input type="checkbox"/>	Vídeo Game	<input type="checkbox"/>	Curiosidades
<input type="checkbox"/>	Esportes	<input type="checkbox"/>	Comidas e Frutas Regionais	<input type="checkbox"/>	Desenhos/Pintura
<input type="checkbox"/>	Astronomia	<input type="checkbox"/>	Filmes	<input type="checkbox"/>	Leitura
<input type="checkbox"/>	Informática/Internet	<input type="checkbox"/>	Lendas e Mitos Amazônicos	<input type="checkbox"/>	Sexualidade
<input type="checkbox"/>	Desastres Naturais	<input type="checkbox"/>	Comidas e Bebidas	<input type="checkbox"/>	Viagens
<input type="checkbox"/>	Drogas	<input type="checkbox"/>	Jogos e Brinquedos	<input type="checkbox"/>	Meio ambiente
<input type="checkbox"/>	Música	<input type="checkbox"/>	Oceanos	<input type="checkbox"/>	Plantas
<input type="checkbox"/>	Dinheiro	<input type="checkbox"/>	Moda	<input type="checkbox"/>	Saúde e Beleza
<input type="checkbox"/>	Economia	<input type="checkbox"/>	Política	<input type="checkbox"/>	Outros

9) De que forma(s) você acha que aprende melhor algum assunto novo?

<input type="checkbox"/>	Leituras	<input type="checkbox"/>	Desenhos/Animações
<input type="checkbox"/>	Estudo em Grupos	<input type="checkbox"/>	Exercício de Repetição
<input type="checkbox"/>	Escrita	<input type="checkbox"/>	Jogos Didáticos
<input type="checkbox"/>	Audição	<input type="checkbox"/>	Outras formas

Na seqüência apresento as transcrições das respostas dos alunos em relação à pergunta:

- **Vocês acharam importante fazer uma pesquisa de campo? Porque?**

Ingrid: Sim, a muita coisa nova que eu não conhecia, gostei muito. Espero ter mais experiências assim.

José Paulo: Sim, porque de vez enquanto e bom aprender novas coisas e novos conhecimentos.

Kelly Cristina: Sim, por que aprendemos coisas novas

Cássio: Para aprimorar mais o nosso conhecimento da matemática fora da escola.

Tayara: Sim, pois essa pesquisa em campo nos ensina a utilizar a matemática em nosso cotidiano, nos ensina a trazer a matemática de fora, para dentro da escola. É uma matemática diferente não é aquela matemática seca e sim aquela matemática que precisamos extrair da nossa vida do nosso cotidiano!!!

Cássio Costa: Achei muito importante porque eu vi a diferença do preço, qualidade do açaí e se o rapaz do açaí e higiênico. (obs: Vê que a matemática e muito diferente, que não e só número).

Richer: Achei importante porque fizemos uma pesquisa, indo nos açazeiros perguntar tudo sobre o açaí, quando nos formos comprar o açaí já sabemos um lugar mais barato e um lugar mais higiênico parar comprar. Por isso achei importante a pesquisa.

Paulo Felipe: Sim eu achei importante por que para nos não sermos enganados pelos outros que nos serve o açaí. Então por isso eu acho importante sim.

Cláudio Roberto: Achei importante pois nos tivemos noção de uma nova matemática e das pessoas que procuram abrir seu próprio negocio. Passamos a ter idéia e a noção de lucros, prejuízos, das despesas, etc... Assim nos poderemos enfrentar “a vida com essa experiência para que não sejamos enganados e enganar as pessoas sem saber”.

Lidiane: Sim, porque é uma matemática diferente, que nós nunca tínhamos feito e é sempre bom aprender coisas novas e, mesmo, o que aprendemos não foi em vão, servira para nós aprendermos melhor as coisas que o professor ainda não ensinou. E são situações do nosso cotidiano, e o que aprendemos foi prático.

Willian: Sim porque aprendemos coisas novas, aprender coisas que não sabemos, aprendemos uma matemática que não sabemos utilizar, utilizamos ela em nosso dia-a-dia, coisa que eu jamais pensei em usar.

Francinete: Para conhecer mais sobre matemática

Rafael (3): Achei, porque aprendemos sobre a matemática que nós não percebemos ao nosso redor. Também aprendemos a gostar da matemática que não é um bicho de 7 cabeças só precisa ser compreendida.

Eliezer: Sim, porque mostra coisas importantes, aprendemos sobre o preço do açaí e vimos preços diferentes e também aprendemos que a matemática é diferente do que a matemática do professor, uma matemática fechada que não dá para entender por isso gostei!

Ramon: Sim porque é muito importante para nós ficarmos sabendo de certas coisas que são necessárias para nosso dia-dia, coisas que ajudam a desenvolver nossos conhecimentos. Ajuda-nos a ficar mais informado de coisas que não sabemos.

Rafael Rodrigues: Sim porque a matemática é muito importante no cotidiano ela está presente no dia-dia, no campo, em todos os setores. A matemática faz parte da minha vida. Nós pesquisamos muitos preços; foi bom porque tivemos idéias diferentes, discutimos a matemática também. Dividi idéias entre pessoas. A matemática antes era difícil, agora quando eu comecei a praticar, agora é mais fácil.

Bruna: Sim, porque foi uma experiência diferente é muito legal, deu para perceber que a matemática é uma coisa divertida, porque é numa experiência que agente descobre muita coisa diferente da matemática e deu pra perceber porque tem gente que gosta de matemática. Eu gostei dessa experiência. (obs: E também de tá perto dos nossos amigos)

Karla: Sim, é importante para nós aprendermos. É interessante para nosso ensino, minha opinião.

Vanessa: Sim, porque além da gente ficar mais informado sobre o assunto, nós ainda aprendemos matemática.

Mayara: Sim porque a matemática é muito importante no cotidiano, porque, a matemática ela a maioria não gosta dela. Eu achei muito importante essa pesquisa. Porque a maioria dos alunos não gosta de matemática porque eles acham que a matemática é uma matéria que a maioria não gosta. Eu achei muito interessante de matemática.

Antônio Felipe: Sim, porque assim desenvolve o conhecimento do aluno. O aluno fica com a mente mais avançada.

Vera: Sim achei interessante sim, mas eu não fui pesquisar nas ruas eu pesquisei na sala. Eu não sei se foi mais legal fazer na rua ou na sala. Mas achei bem interessante saber os passos como o açaí e repassado para os que o compram.

Rafael Alves: Achei bem interessante porque depois me ajuda no mercado de trabalho!

Rolian: Sim, porque foi bom estudar matemática diferente.

Mario Tasso: Sim, porque é diferente a matemática de campo.

Thaís Cristina: Sim, porque é um tipo de matemática diferente de usar, pois é importante de saber os tipos de matemáticas que podemos estudar.

Depoimento espontâneo do professor em relação à Pesquisa de Campo, com a pergunta reformulada pelo próprio professor, nos seguintes termos: **A matemática de fora para dentro da escola é importante?**

Acredito que é extremamente importante esse tipo de trabalho com e para os alunos: estimula o discente a compreender um pouco mais a matemática, uma disciplina que, talvez por não ter na maioria das escolas exatamente este tipo de trabalho, é muito desinteressada pela maior parte dos alunos. Também com esse trabalho, haverá com certeza, uma interação _ aluno x aluno, _ aluno x professor e _ aluno x dia-a-dia.

Anexo 5: ENTREVISTA COM O PROFESSOR

Transcrição na íntegra da entrevista feita por mim ao professor de matemática, personagem dessa investigação. Meu objetivo era identificar se possível, os fatores que levaram o professor a apresentar mudanças significativas em sua prática dentro e fora de sala de aula. Na seqüência, apresento a transcrição, gostaria de ressaltar que a única pergunta programada foi a primeira, todas as outras, surgiram em função de suas respostas.

Pergunta nº 1: Professor eu gostaria de saber se você já havia participado de um projeto como esse? É qual a sua impressão em relação a esse tipo de trabalho?

... Na verdade não, foi a primeira vez que eu faço um trabalho junto com o professor. Gostei muito desse tipo de trabalho, não sei pra ti, mas eu aprendi muito, aprendi muito com o trabalho. Vi que também os alunos gostaram também, é que muitos iam comigo e me perguntavam assim, professor quando é que nos vamos ter de novo aquela aula da prática, quer dizer, uma coisa assim diferente, é isso, é isso que os alunos da escola do estado, principalmente, precisam, de uma coisa diferente que mostra uma matemática de uma outra forma uma outra dinâmica. Tem que haver essa dinâmica que é claro que os alunos se interessam, entendem e compreendem um pouco mais a matemática.

Pergunta nº 2: E quanto à importância?

... Então como eu estava dizendo, é muito importante um trabalho desse, eu percebi que era, até então eu não conhecia esse tipo de trabalho. Já na outra escola, no ano passado, os alunos de uma turma de psicologia da UNAMA, foram na escola e me pediram um espaço do meu horário que eles queriam fazer também o trabalho deles, eu achei também muito interessante as dinâmicas deles; dinâmicas que eu já conhecia inclusive algumas mas o aluno em si ele quer isso, as vezes o aluno ele que uma

coisa diferente, sabe, convenhamos, é um pouco monótono, aluno, professor e quadro, principalmente com nossa disciplina.

Pergunta nº 3: Podes traçar um perfil seu, antes desse projeto que desenvolvemos na escola?

... Bem, eu já estou nesse ramo à quase 10 anos, logo nos primeiros anos eu confesso, apesar de muitas idéias eu percebi que não era fácil de aplicar no dia-dia, no dia-dia da sala de aula e muitas vezes era só livro e caderno esse aí era meu papel. Com o passar do tempo com oficinas, cursos eu fui mudando um pouco tentando trazer a matemática para a prática né, como prática, eu pedia para os alunos levarem material pra gente tentar bolar uma aula prática por exemplo, sólidos geométricos. Mais essa interação com o professor vindo com uma outra idéia essa é muito difícil de acontecer, essa é uma coisa nova, muito nova mesmo, é o professor vindo com uma dinâmica de uma matemática lá do mundo lá de fora para dentro da escola mostrando a relação, é uma coisa inédita, inédita.

Pergunta nº 4: Mas os alunos de Psicologia?

... Eles foram com uma dinâmica psicológica, para trabalhar a psicologia do aluno, não essa dinâmica. Então realmente agora estou vendo por uma outra visão que essa dinâmica da certo pelo resultado que agente alcançou.

Pergunta nº 5: Mas tu falaste das atividades da turma de psicologia, eles colocaram uma dinâmica, eu coloquei outra. Explica um pouco mais isso, tenta fazer uma diferença?

... Eles trabalhavam em relação à conduta, o comportamento dos alunos, por exemplo, tentando mexer com o brio, mostrar para eles, que se estão numa situação difícil que dá para solucionar, como , com companheirismo e amizade. Não era bem a matemática, eles não mostravam como fazer dentro da minha área.

Pergunta n° 6: Em relação às dinâmicas desenvolvidas por mim, com a nossa turma. O que foi que tu achaste?

... Aí já foi diferente, já foi como eu falei, já foi uma coisa bem diferente, já foi a matemática, é, é, eu percebi em sala que muitos absorveram, outros nem tento, outros menos ainda, mas aqueles que absorveram, eu notei que eles entenderam a ligação entre a matemática estudada na escola e a matemática lá de fora, e aqueles que entenderam pouco, eu tenho pra mim que como eles são seres humanos racionais como nós somos, eu tenho pra mim que eles ficaram pensativos e vai chegar um momento que eles vão entender é assim que funciona é assim que acontece, tá entendendo?

Pergunta n° 7: Em relação ao teu comentário anterior. Qual a tua real impressão, em relação a essa dinâmica, funciona, não funciona?

... É um assunto um pouco complicado, porque é como sempre falo, aluno é uma coisa muito difícil, porque tem casos, por exemplo tem escolas particulares grandes que dá pra fazer o trabalho, isso eu já vi através de outros profissionais, mas tem classes que não dá, então você já tem que procurar uma outra maneira uma outra dinâmica, sabe, pra você trabalhar na mesma escola em classes diferentes. Você já vem para as escolas do estado por exemplo, quando eu trabalhei no Orlando Bitar, lá o perfil do

aluno era diferente, o que eu notava era que os alunos eram mais interessados, quando não havia professor em sala eles iam lá comigo para eu ficar lá na aula vaga e eu claro e eu ficava notando isso. Já aqui no Amílcar o perfil do aluno e muito difícil o contato deles com o mundo, as coisas, as atrações negativas influenciam muito os alunos daqui. Quais são esses contatos, as drogas, infelizmente isso acontece, muitos alunos fumam, muitos alunos só querem saber de música é isso, tudo atrapalha, e o maior dos problemas ainda é a família, problemas familiares acabam atingindo os alunos. Com esse trabalho, eu percebi que houve um incentivo a mais para eles, não é uma matemática apenas por dar, uma matemática sem saber porque, e muitos perguntam, onde vou usar isso. E com essa dinâmica, esse trabalho eu percebi uma evolução daquela classe com problemas, agora imagine se fosse uma classe que a maioria dos alunos fossem interessados, um outro tipo de perfil, eu tenho pra mim que o trabalho seria maior ainda, em relação ao resultado.

Pergunta n° 8: O que na verdade essa experiência representou?

... Pra mim, com eu já falei, eu já olhei que eu tenho que também caminhar para essa direção. Eu sinto que o professor tem que sempre mudar, ver qual e o problema da classe dele, eu tenho que realmente mudar, trazer essa matemática, essa dinâmica que eu falei, mas não é uma coisa fácil, tem que ter recursos, tempo, tem que haver um bom planejamento para que essas coisas ocorram, sem isso é difícil, as vezes o tempo esta curto, por exemplo o mês de outubro, um mês cheio de feriados, no estado e município, estou falando mais em relação ao estado e município, paralisações, e a gente tem um programa a cumprir, então e uma coisa muito difícil, é muito complicado, realmente. Mas com trabalho eu tenho pra

mim que da e possível sim, bem possível fazer esse trabalho. Eu acho que acima de tudo, em primeiro lugar, agente tem que tirar um perfil da turma para fazer um trabalho como esse, em primeiro lugar e o perfil da turma, aí o segundo lugar é que você vai traçando as metas junto com os objetivos um bom planejamento, e aí acho que as coisas voam e dá pra solucionar.

Pergunta nº 9: Em relação à aceitação desse tipo de trabalho na escola e com os colegas. Qual a tua opinião?

... É outro problema, realmente como eu falei e outro problema, porque as vezes tem escola que são muito individualista, tem que ser como eles querem. Você vem e implanta um trabalho desse, eles não gostam. Ainda tem outro problema, talvez mais sério, o colega por exemplo, ou não tem essa visão, ou não está realmente afim de fazer esse tipo de trabalho e diz que não, não teve esse tipo de experiência. Quer dizer, é uma coisa como falei e muito difícil de implantar em uma escola assim, não é tão simples, tem que haver logo no início do ano, junto com os professores um tipo, uma espécie de reunião a respeito disso.

Pergunta nº 10: Em relação ao desenvolvimento de nossas atividades, em algum momento tu ficaste preocupado com uma possível comparação dos alunos?

... Não eu confesso que não, eu não notei nada. Eu só notei que a maioria dos alunos estavam interessados, primeiro porque era uma coisa nova, nova; o aluno não precisa de caderno, não copia exercícios e resoluções grandes, então isso foi uma coisa nova, por isso que houve um interesse muito grande por parte da turma, a maioria tenho pra mim, se não todos, participaram positivamente.

Pergunta n° 11: Na tua opinião, tu apontas vantagens ou não com esse tipo de trabalho?

... A praticidade, eu acho que é isso que esta faltando, tirar os alunos daquele foco, de aluno e quadro, tem que mostrar para eles que estudar não é só isso, agora como eu falei o processo não é simples, gera as vezes inimizade dentro da própria escola, as vezes a escola não esta preparada, não dá apoio, aqui a gente até agradece ela apoiou, mas tem escola que não apóia, porque tem que ceder por exemplo uma sala com computadores, e diz logo não para o professor, eu tenho outras coisas para fazer outras metas.

Pergunta n° 12: Em relação a mim, quais foram as tuas impressões?

... A respeito de ti, quando você me falou que gostaria de me acompanhar em sala, pensei, outro professor, e me analisando, e ai tem outro fator que me deixou inseguro, primeiro eu sei de ti um professor experiente, muito mais do que eu, eu nem sonhava em ser professor você já ensinava, ensinava alguns amigos meus, inclusive meu irmão, isso me deixou inseguro porque o Arthur é mais experiente do que eu, mais rodado que eu, tem uma postura, eu sabia de tudo isso, agora confesso nessa entrevista eu confesso que eu tinha uma outra idéia do professor Arthur, eu tinha uma outra idéia, nunca tinha visto dando aula eu pensava que você era um professor linha dura, era o aluno lá e você aqui, e eu fiquei, não pode ser, eu pensava uma coisa e o Arthur já vem diferente, ai eu não sei, sabe talvez isso foi me deixando mais à vontade, eu tenho pra mim, eu fui ficando mais a vontade eu pensava uma coisa e depois eu vi outra quer dizer foi isso na minha visão que me fez com que o trabalho surtisse efeito, que caso contrário eu acho que não ia ficar tão a vontade ia ser uma aula

mais mecânica e pronto eu ia ficar sempre percebendo que o professor estava ali e depois que eu me soltei realmente eu fazia de conta que o professor não está. Uma coisa também sem tu perceber, que tem um momento que agente nem percebe isso teve um momento que a professora lá na universidade me corrigiu, não me lembro a disciplina, eu estava dando uma aula pra ela junto com os alunos e uma coisa lá que não percebi de fração e ela me corrigiu, ela me mandou eu me atentar para isso era assim mesmo parece por exemplo era três quintos e eu falei três quinto rápido três quinto e ela falou para eu tomar cuidado que o aluno está percebendo, o aluno ele nota e anota tudo, fiquei com aquilo na cabeça e aqui eu percebi que a gente tem que olhar um pouco mais esses detalhes. Contigo, quando você falou em sala é tanto que eu nunca mais errei, nunca mais vou errar, tem que trocar de operação não de sinal, né, você falou isso lá. Já na minha aula e mais prática não me preocupava com isso, par mim o aluno tem que entender logo, embora não mostre o porque, às vezes eu falo isso. Com você eu aprendi algumas coisas, como por exemplo, quando você dizia tem que trocar de operação não de sinal, eu tenho que tomar cuidado com esses tipos de detalhes, tem que saber mostrar. Eu fui entender com sua própria conduta lá dentro de sala, dando aula, mostrando tudo organizadamente eu fui perceber que tinha que corrigir algumas coisas nas minhas aulas.

Pergunta nº 13: Em relação ao futuro o que tu pretendes fazer?

... Eu tenho que colher primeiro esses frutos, fazer uma coletânea, isso eu já falei para mim mesmo, to com muitas idéias, até falei com minha esposa professora também de Letras, no caso já conversei com ela, eu tenho que fazer uma serie de coletas para eu poder levar isso para dentro da sala de aula, fazer, planejar, como eu falei, isso ai tem que sentar para planejar, tem que ter tempo ta certo? Hoje à minha aula tem prática, mais tem muito diálogo também, conscientização. Sabe, e isso que é meu trunfo, é isso aí, onde e que a matemática e utilizada e começo a conversar. Outro dia eu fiz

uma prática que eu achei interessante que foi um bingo matemático eu mesmo mandei que eles bolassem as cartela e nesse bingo eu não falava o nº 1, eu falava por exemplo o primeiro divisor de um número ai eles já tinham que saber, eu achei interessante essa prática, mostrar os múltiplos, os divisores, os primos entre outros assuntos, mas me deu trabalho em mostrar tudo isso. No que diz respeito a futuro eu já conversei comigo mesmo, que tenho que fazer e tenho que fazer o mais rápido possível esse tipo de trabalho

