

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

O USO DA LINGUAGEM MATEMÁTICA NA FÍSICA  
CLÁSSICA COMO OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO  
NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA  
NA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ – UEPA :  
UM ESTUDO DE CASO

ARTUR CEZAR ALVES DA SILVA

Dissertação realizada sob a orientação do Dr. Marco Antonio Moreira, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Física.

Porto Alegre, 2002

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

O USO DA LINGUAGEM MATEMÁTICA NA FÍSICA  
CLÁSSICA COMO OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO  
NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA  
NA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ – UEPA :  
UM ESTUDO DE CASO

ARTUR CEZAR ALVES DA SILVA

Porto Alegre, 2002

BANCA EXAMINADORA

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho

- a Deus por iluminar meu caminho na busca da realização deste sonho;
- aos meus pais, familiares e amigos pelo constante apoio e por me ensinarem o quanto importante é fazer parte do convívio social.

## AGRADECIMENTOS

Ao orientador e amigo Prof.Dr. Marco Antonio Moreira, sem o qual a realização deste trabalho não teria sido possível.

Aos alunos da turma o 3º ano de 2000 do curso de Formação de Professores de Matemática da Universidade do Estado do Pará, que colaboraram através de suas participações e informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa.

À Patrícia do Socorro Costa e Silva pela atenção nas discussões e observações construtivas durante a pesquisa e sentimentos que foram de grande importância para a efetivação deste.

Aos meus pais e irmãos, que durante os momentos mais difíceis da realização deste sonho, sempre acreditaram em meu potencial e me fortaleceram com suas palavras de estímulo.

De uma maneira geral, a todos os amigos, colegas e professores que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Este estudo realizado no Curso de Formação de Professores de Matemática da Universidade do Estado do Pará- UEPA, teve como finalidade verificar o obstáculo epistemológico, encontrado na aplicabilidade da linguagem matemática em sistemas físicos, através da relação existente entre as dificuldades dos licenciandos em Matemática na aprendizagem de Física Clássica e a prática da Matemática como linguagem nas disciplinas específicas do curso de Matemática, e as possíveis conseqüências à futura prática pedagógica desses professores, no nível fundamental e médio. Para desenvolvê-lo recorri à pesquisa qualitativa em uma abordagem etnográfica. Delimitei como sujeitos da pesquisa 15 alunos de uma turma do 3º ano que cursavam a disciplina Física Geral do Curso de Licenciatura Plena em Matemática no ano de 2000 para obter os dados necessários. Observei os alunos durante as aulas e seminários realizados e os entrevistei em busca de subsídios para o estudo. Concluo que há relação entre a dificuldade na aprendizagem da Física Clássica e a prática da Matemática como linguagem nas disciplinas específicas do Curso de Licenciatura Plena em Matemática e a futura prática pedagógica no ensino fundamental e médio. Concluo também que falta aos professores que ministram estas disciplinas superar um obstáculo epistemológico em relação ao conhecimento matemático, isto é, uma prática consistente e articulada à teoria e prática da linguagem matemática. Ao final, indico referenciais para possíveis mudanças no Curso e espero que essas mudanças contribuam para uma aprendizagem significativa na formação de futuros professores de Matemática nas universidades comprometidas com a formação do licenciado em Matemática ou naquelas que fazem uso da própria Matemática.

**ABSTRACT**

This study, carried out in the Mathematics Teacher Preparation Course of the State University of Pará – UEPA, had the objective of verifying the epistemological obstacle found in the applicability of the mathematical language to physical systems, through the existing relationship between student's mathematics difficulties in the learning of classical physics and the practice of mathematics as a language in specific subjects of the mathematics course, as well as possible consequences for the future pedagogical practice of these prospective mathematics teachers at elementary and high school levels. In order to conduct the study I adopted the qualitative view of an ethnographic approach and selected as subjects 15 students of the third year of the Mathematics Teacher Preparation Course Taking General Physics in the year 2000. Data was gathered by observing these students in their physics classes and by interviewing them. From these data I concluded that, indeed, there is a relationship between student's difficulties in the learning of physics and the use of mathematics as a language in the specific subjects of the mathematics courses, as well as a possible affect in their future pedagogical practices. I also concluded that the teachers must themselves overcome an epistemological obstacle regarding the mathematical knowledge, that is they lack a consistent practice articulated to the theory and practice of the mathematical language. At the end, I suggest some frameworks for changes in the course which I hope will contribute to a more meaningful learning in the preparation of mathematics teachers at the universities that offer such a preparation or that just offer mathematics as a field of study.

## SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUÇÃO:	1
Compartilhando as angústias na formação de professores e ensino da Matemática	3
O ensino da Matemática e o fracasso no desenvolvimento escolar	10
Diretrizes Curriculares para o Curso de Licenciatura em Matemática	12
Constatação do obstáculo	14
CAPÍTULO 1 : O PERCURSO METODOLÓGICO	19
1.1 - As principais características da pesquisa	19
1.2- A Abordagem Etnográfica e o Estudo de Caso em Educação	20
1.3- O Curso de Matemática	23
1.4- Os sujeitos da pesquisa	36
1.5- Os procedimentos da coleta e análise dos dados	38
CAPÍTULO 2 : PROCURANDO SUPORTES TEÓRICOS	41
2.1- Desenvolvimento da linguagem matemática	41
2.1.1 - O conceito de Modelagem Matemática e suas raízes	41
2.1.2 - Modelo e Modelagem Matemática	42
2.1.3 - Exemplos de modelos matemáticos na História da Ciência	45

2.2- Modelagem Matemática, Resolução de Problemas e Criatividade	49
2.2.1 - Modelagem Matemática	49
2.2.2 - Resolução de Problemas	60
2.2.3 - Criatividade	70
2.3- Aprendizagem Significativa e sua avaliação	74
2.3.1 - O ensino para uma Aprendizagem Significativa: os Organizadores Prévios e as Hierarquias Conceituais	80
2.3.2 - Avaliação da Aprendizagem Significativa	82
CAPÍTULO 3 : ANÁLISE DO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE MATEMATICA DA UEPA	79
3.- As categorias de análise	84
3.1- O Projeto Pedagógico do Curso de Matemática da UEPA	86
3.1- O Perfil do Professor adequado ao Curso	87
CAPÍTULO 4 : ANÁLISE DAS FALAS DOS ALUNOS	
4.1 - Entrevistas com alunos da disciplina Física Geral	92
4.2- A prática pedagógica na sala de aula	106
Procedimento dos alunos nas aulas de Física Geral	108
Dinâmica nas aulas	108
Identificação das dificuldades dos alunos	110
Procedimento dos alunos em seus seminários	112
Domínio de conteúdo e uso da linguagem matemática	112

CONCLUSÃO	115
REFERÊNCIAS	119
ANEXO	127

## INTRODUÇÃO

O Curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará- UEPA atravessa um processo de reformulação em seu projeto pedagógico, desde 1998, que envolve a discussão da estrutura curricular, no que diz respeito a uma melhor estrutura de ensino-aprendizagem à formação do professor de Matemática nesta instituição de ensino superior. Assim, há necessidade de entender o processo de formação e suas limitações; faz-se necessário investigar o processo no seu acontecer natural e, então, identificar referenciais que possam evidenciar mudanças significativas necessárias ao processo de formação, dentro da Universidade do Estado do Pará- UEPA, no Curso de Licenciatura Plena em Matemática.

Como educador comprometido com a formação de professores para o ensino fundamental e médio, entendo que uma das maneiras de contribuir para a melhoria do processo de formação desses profissionais é estudar o desenvolvimento desse processo, o que, sem dúvida, favorece condições para entender as dificuldades na formação de tais profissionais, a partir da análise das dificuldades de aprendizagem que os alunos encontram em sua formação, nas disciplinas específicas, que servirão de subsídios para desempenhar a tarefa de ensinar.

Portanto, minha intenção é contribuir com um estudo sobre a formação de professores do curso de Matemática, que possa servir de referencial para mudanças no ensino da linguagem matemática no nível superior e, conseqüentemente, no fundamental e médio.

O presente estudo pretende analisar como se desenvolve o processo de ensino e aprendizagem de conceitos, leis e princípios da Física Clássica na disciplina Física Geral do Curso de Formação de Professores de Matemática (Licenciatura Plena em Matemática) da Universidade do Estado do Pará – UEPA. Ele surge a partir da necessidade de entender o processo de formação

desses futuros docentes, tendo como base as dificuldades que os mesmos encontram na aprendizagem e aplicabilidade da linguagem matemática em sistemas físicos.

Especificamente, a principal intenção deste trabalho é a de verificar obstáculo epistemológico encontrado na transferência da linguagem matemática para o universo fenomenológico da Física Clássica e as conseqüências que poderão vir a ter, na prática do futuro professor de Matemática. Por obstáculo epistemológico entende-se causa de estagnação que inibe o desenvolvimento do processo de construção do conhecimento.

“Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, chega-se logo a essa convicção de que é em termos de obstáculos que se torna preciso apresentar o problema do conhecimento. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculo epistemológico” (Bachelard, 1977, p.147).

Para alcançar os objetivos que estabeleci, desenvolvi uma pesquisa qualitativa. Fiz opção pelo Estudo de Caso e realizei esse estudo em uma turma de 15 alunos que cursavam a disciplina Física Geral do já mencionado curso, no segundo semestre de 2000.

## **Compartilhando as angústias na formação de professores e do ensino da Matemática**

Os estudos sobre a formação de professores têm aumentado consideravelmente nas últimas décadas. Em razão disso, achei importante procurar suportes teóricos em autores que têm produção sobre a formação do professor de Matemática e, também, nos que se dedicam a escrever sobre o ensino dessa disciplina.

Neste sentido, Bicudo (1988,p.48) ensina que

*"ser-professor-de-Matemática é, antes de tudo, ser-professor. Ser-professor é preocupar-se com o ser do aluno, tentando auxiliá-lo a conhecer algo que conhece, também. Esse já conhece tem sentido de que o professor é alguém que já possui pelo menos algum domínio sobre a área de conhecimento, objeto do seu ensino"*

Assim, para que o professor possa julgar o que é importante que o aluno venha a conhecer, é necessário que o professor conheça o *ser-do-aluno*, pense "sobre quem é o aluno o qual está tentando auxiliar a conhecer Matemática. Portanto, a indagação sobre o modo de ser do aluno leva à indagação sobre o modo de ser do *homem*" (p.48).

Bicudo instiga, então, à necessidades de compreensão do seu cotidiano. O professor deve questionar-se a si próprio sobre o que faz e o que pensa, sobre o que

conhece e como conhece. Só assim, poderá entender quem é o aluno, o que pensa, como vive, como se relaciona.

Prossegue Bicudo (1988,p.50) chamando a atenção para os fatos de que:

"ensinar está indissoluvelmente ligado a conhecer, pois ensinar implica um certo modo de comportar-se frente ao aluno, visando o seu conhecimento do corpo de conhecimentos que está sendo ensinado. Fica claro, também que a concepção de conhecimento está subjacente ao modo pelo qual o professor ensina, bem como ao modo pelo qual avalia o que o aluno elaborou a partir do ensinamento".

Assim, encontro resposta dada pela autora sobre o que significa ensinar:

"está ligado ao conhecer. (...) o conhecer, por sua vez, está ligado ao conhecido, pois o conhecido é o passado daquilo que em um certo momento foi o presente do ato de conhecer. O professor ensina algo ao seu aluno, ou seja, ensina algo que conhece e julga importante que o outro também venha a conhecer" (Bicudo1998,p..51).

Desse modo para Bicudo(1988,p..53),

"o *ser-professor-de-Matemática* envolve o entendimento do ser do ser humano e do ser da própria Matemática, vista como um corpo de conhecimentos organizados segundo uma lógica específica, possuidor de uma linguagem peculiar de expressão, revelador de certos aspectos do mundo".

A autora complementa:

"compreendendo que a Matemática revela certos aspectos do mundo e que existem outras áreas de conhecimento que revelam outros aspectos, o professor de Matemática não pode olhá-la como isolada, como algo que existe por si, sem relação alguma com o homem, com o mundo humano e com aquilo que o homem conhece desse mundo" (p.53).

Sobre a formação de professor de Matemática, consultei D' Ambrosio (1986,p.15) que ao mostrar a importância da Matemática para o desenvolvimento humano, enfatiza:

"muito mais relevante do que estudar detalhes de currículo ou de metodologia dentro de uma filosofia de ensino de Matemática, abstrata e ditada por tradições culturais distantes, parece-me o problema de examinar a fundo questões tão elementares como: por que estudar Matemática, por que ensinar Matemática e como fazer com que essa Matemática que ensinamos às crianças de 6 ou 7 anos de idade, tenha uma influência mais direta na melhoria da qualidade de vida dos seus irmãos".

Ainda se referindo à análise do contexto em que se ensina Matemática, D'Ambrosio(1986,p.14) ressalta que:

"o ensino de Matemática ou de qualquer outra disciplina de nossos currículos escolares, só se justifica dentro de um contexto próprio, de objetivos bem delineados dentro do quadro das prioridades nacionais" (e que) "não examinar o estudo da Matemática neste contexto, seria educacionalmente falho e pelo menos desinteressante".

As afirmações de D'Ambrosio vêm ao encontro dos objetivos da pesquisa, em verificar o obstáculo epistemológico no processo ensino-aprendizagem na formação desses profissionais da Matemática. É preciso melhorar o ensino da Matemática, pois as grandes dificuldades apresentadas pelos alunos constituem um desafio a ser vencido, para que essa disciplina possa ter uma repercussão positiva na vida estudantil de um adolescente e no desenvolvimento do intelecto das crianças.

Em razão das colocações de D'Ambrosio, pergunto: o que é necessário fazer para melhorar o ensino da Matemática? D'Ambrosio (1986,p.15) afirma:

"é necessário atacar diretamente a estrutura de todo o ensino, em particular a estrutura do ensino de Matemática, mudando completamente a ênfase do conteúdo e da qualidade de conhecimentos, para uma ênfase na metodologia que desenvolva atitude, que desenvolva capacidade de matematizar situações reais, que desenvolva capacidade de criar novas teorias adequadas para as situações mais diversas, e na metodologia que permita o recolhimento de informações onde ela esteja, metodologia que permita identificar o tipo de informação adequada para uma certa situação e condições para que sejam encontrados, em qualquer nível, os conteúdos e métodos adequados" (p.15).

Para mudar o ensino da Matemática, acredito que é fundamental repensar a formação do professor desta disciplina, fazendo com que essa formação leve em consideração que a Matemática não pode ser algo artificial; que, assim como as outras linguagens se manifestam no comportamento humano, a linguagem matemática começa a atuar quando o sujeito parte para a ação.

Logo, é importante que a formação do professor de Matemática possa (re) estabelecer este elo entre pensamento e linguagem matemática, isto é, o pensar e o fazer.

D'Ambrosio(1986,p.19) reconhece a necessidade de reformulação do processo de formação dos professores de Matemática, concordando que nos cursos,

"ao invés de acúmulo de conteúdo, deve-se dar ênfase ao desenvolvimento de atitude científica em relação a problemas, e de metodologia de coleta de informações que serão úteis uma vez identificado o problema e definida a

forma de atacá-lo"(destacando que)"não há dúvida que o ataque a problemas relevantes só pode ser feito através de *interdisciplinaridade*, logo no início da formação e não uma interdisciplinaridade reunindo conhecimentos já cristalizados".

Analiso a colocação de D'Ambrosio e percebo que a pesquisa tem relevância por apontar alguns caminhos na redefinição da estrutura organizacional do Curso de Formação de Professores de Matemática da Universidade do Estado do Pará - UEPA. Nesta reestruturação, aponto a Física Clássica como relevante nesse processo, do uso da Matemática pelo futuro professor, como linguagem em suas atividades pedagógicas. Percebendo suas implicações, seus pressupostos e seus determinantes, levando-o a se conscientizar de sua ação, interpretando-a, contextualizando-a e superando-a, constantemente.

D'Ambrosio(1986,p.22) critica os Cursos de Formação de Professores de Matemática, pois neles, tradicionalmente,

"o ensino de Matemática é feito pelo acúmulo de conteúdo. O que se faz é acumular conteúdos e um jovem que entra num 1º ano universitário faz disciplinas que não diferem essencialmente do que se fazia há cem anos atrás. Na realidade, o aluno passando por um currículo universitário de Matemática não sentiu e não recebeu o impacto do mundo em que ele vive. Não sentiu quais os problemas básicos que determinam a estrutura social à qual ele pertence".

Tendo apresentado as principais idéias de D'Ambrosio e de outros sobre o ensino da Matemática, acho importante refletir sobre o que o autor considera como "uma alternativa universitária que melhor responde à preparação do professor de Matemática com vistas ao desenvolvimento, se sensibilizando pelos problemas que afetam a sua comunidade".

a) "ensino do conteúdo matemático centrado em um mínimo de *linguagens*, linguagem essa que permita ao futuro professor ter acesso a conhecimento aprofundado e especializado, depositado em alguns bancos de conteúdo, tipo biblioteca, mas dirigido essencialmente a um público que necessita de informações rápidas e diretas".

Aqui a ênfase estaria em despertar no estudante (futuro professor) curiosidade e espírito inquisitivo que, aliado a algum gosto pelo assunto, o motivará a procurar tratamento mais aprofundado e mais rigoroso, levando-o a produzir conhecimento.

b) "desenvolvimento de motivação através de uma técnica de formular e identificar problemas, em situações as mais diversas" .

Esta alternativa poderá despertar no estudante a utilização prática da Matemática, sem a grande preocupação de demonstrar a resolução de teoremas, sem a preocupação de saber muitos teoremas, por exemplo, mas na utilização prática da Matemática para as necessidades e realidades do homem.

c) "metodologia de acesso à informação (ao conhecimento acumulado), cuja ênfase seria permitir ao futuro professor tornar a Matemática acessível a vários níveis em que ela se faz necessária" (p.23-24).

O futuro professor desenvolveria, sob esse prisma, o princípio da totalidade, tão necessário neste início do século 21 e tão importante na contextualização da realidade.

Após percorrer as idéias de Bicudo (1988) e D'Ambrosio (1986), que elucidam sobre a formação dos professores de Matemática, apresento outros autores da Educação Matemática que me auxiliaram mostrando suas análises sobre o ensino da Matemática na Escola Básica.

Em meu entendimento, tal suporte foi importante e deu maior fundamentação à pesquisa, visto que me possibilitou uma reflexão sobre obstáculo epistemológico a ser superado na formação dos Professores de Matemática.

Ressalto o que afirma Nameri (1991,p.187):

"a grande importância que se dá à Matemática nas propostas curriculares e a própria possibilidade de se atingir objetivos que são desejáveis para o desenvolvimento do educando encontram-se, no entanto, seriamente comprometidos, (pois) na realidade, o que se vê no trabalho do dia-a-dia é a tentativa de transmissão de um conhecimento deslocado dos interesses dos alunos e que, para grande parte dos educadores, é motivo de frustração".

Tomando por base suas colocações, encontro em Nameri (1991,p.187) pontos que comprometem a importância dada à Matemática. Por exemplo:

"primeiramente, a própria concepção que temos da Matemática e que é, ainda, veiculada em nossas escolas: de que ela constitui um conjunto de técnicas. Decorrentes dessa visão distorcida, tais técnicas são passadas ao aluno precocemente, de forma mecânica e acrítica; o fato de se mostrar ao aluno o conhecimento matemático como "pronto e acabado", tendo sempre existido da mesma maneira, não tendo passado por transformações. Um exemplo claro são os algoritmos das operações fundamentais; o tipo de trabalho que é feito, no qual não há uma clareza quanto ao ponto de partida e ao de chegada: abstrato ==>concreto? Concreto ==>abstrato? Concreto

==>abstrato ==>concreto?; o fato de se considerar a Matemática uma ciência à parte, desligada do mundo real dos alunos, voltada exclusivamente para a abstração acadêmica, o que estaria de acordo com a concepção platônica de que 'a Matemática é independente do mundo'; a rigidez que se exige dos raciocínios matemáticos: só se aceita um tipo de raciocínio correto".

Analisando o que a autora menciona, constato que os conteúdos da Matemática continuam sendo levados aos alunos sem nenhum compromisso com as suas necessidades e que o fracasso do ensino e as dificuldades que os alunos apresentam em relação a essa disciplina emergem da concepção tradicional que a maioria dos professores ainda mantém sobre a Matemática, e da dificuldade que essa maioria encontra para trabalhar os conceitos matemáticos.

Nameri (1991,p.188) continua:

"vê-se assim, a dicotomia que se estabelece entre 'o pensar a Matemática' e o 'fazer a Matemática', ignorando-se que ela é uma elaboração intelectual do homem e que se deu a partir da manipulação de objetos e de situações reais empíricas, em atendimento às necessidades humanas, e que é uma ciência em desenvolvimento progressivo que foi sendo produzida assistematicamente, submetida aos aspectos que fazem parte do crescimento humano: dúvidas, experiências, erros e acertos, até sedimentar a ciência como a temos hoje. Quando se encara a Matemática apenas no seu aspecto formal, como pronta e acabada, tira-se toda a responsabilidade de se destacar no trabalho matemático os elementos liberdade, criatividade, criticidade, alegria e beleza, que na maior parte das vezes, são ignorados".

Pergunto então: para que serve o ensino da Matemática? Para Nameri: (1991,p.189-190)

"o ensino da Matemática deve possibilitar, ainda, aos alunos uma leitura crítica do mundo, instrumentalizando-os para uma análise cuidadosa da realidade, de maneira que a Matemática seja utilizada como instrumento de emancipação e não de dominação; deveríamos focar nossa visão do ensino da Matemática para além do seu utilitarismo, (propondo) ao aluno desafios que ele deve procurar vencer, atendendo a seu gosto de descobrir, conhecimento ao alcance das possibilidades cognitivas e necessidades psicológicas do aluno".

Analisando a afirmação da autora e deduzo que o papel da Matemática é o de propiciar que os conteúdos estejam ligados com a história da humanidade, e que assim sirvam para que os alunos possam se relacionar com o mundo, possam descobrir novos conhecimentos e, sobretudo, possam ter uma aprendizagem mais prática, isto é, mais real.

É importante saber de Nameri (1991,p.193-195), como seria então a prática dos professores nessa visão do ensino da Matemática. Para a autora essa prática:

"deve trazer em seu bojo a possibilidade de uma aprendizagem significativa e voltada também para os interesses das classes populares e, para que isso aconteça, deve-se desnudar a aparente neutralidade que a cerca, colocando-se claramente todas as suas contradições, seus avanços e recuos e percebendo-a envolvida por processos subjetivos e pelos conflitos sociais".

Percebo que a possibilidade de uma aprendizagem significativa por parte dos alunos se dá a partir do trabalho do professor de Matemática que, para tanto, deverá valorizar o que o aluno já traz consigo de habilidades em Matemática, além de fazê-lo compreender que ela pode resolver um grande número de problemas que enfrentamos diariamente.

A autora enfatiza que uma prática criativa da Matemática será construída pelo aluno com base em sua realidade, a partir das ações as mais simples possíveis e que, deste modo, dessa Matemática criativa poderá chegar à Matemática formal, construindo seu caminho e seu pensamento matemático.

Entendendo como ocorre o processo, o aluno participará mais eficientemente, pensará matematicamente e, assim, poderá compreender a Matemática como linguagem subjacente à cognição humana.

Também Machado (1994,p.9) trata do ensino da Matemática salientando que

"ensinar Matemática tem sido, freqüentemente, uma tarefa difícil. Às dificuldades intrínsecas, somam-se as decorrentes de uma visão distorcida da matéria, estabelecida, muitas vezes, desde os primeiros contatos".

Portanto, deduzo que o modelo que os alunos têm em relação à Matemática, o baixo rendimento registrado devido à falta de compreensão e o preconceito que existe em relação à Matemática, são na maioria das vezes, provocados pelo professor.

Para Machado (1991,p.17),

"somente a partir da percepção clara dos mecanismos que relacionam o conhecimento matemático com a realidade concreta historicamente situada; somente a partir da crítica dos pressupostos de que a validade universal do conhecimento matemático determina a sua neutralidade, de que a Matemática se refere a entidades perfeitas de um modo supratemporal e que 'se aplica' ao real, ou o que é mais grave, 'rege-o', somente assim poder-se-ia repensar o ensino da Matemática em um sentido globalizante que transcenda os tecnicismos de todas as ordens, que possa inscrever tal ensino numa perspectiva de ação transformadora".

Machado (1991,p.59-62) afirma, ainda, que a prática pedagógica da Matemática é dificultada basicamente pelo fato de os professores entenderem que a Matemática 'ensina a pensar' e que isto "trata-se de uma visão ingênua do papel que a Matemática desempenha no conjunto das disciplinas ministradas em qualquer nível de ensino, (pois), ignora, basicamente, que não se pensa no vazio; pensa-se em alguma coisa, e de alguma forma". Logo, o autor indica que "a Matemática ensina a pensar assim como a Física, a História, a Biologia, *assim como pensar ensina a pensar*".

Assim, é possível perguntar a Machado (1991,p.63-64): o que falta na prática pedagógica dos professores de Matemática? Para o autor, falta fazer a relação dos conteúdos matemáticos com o trabalho, pois

"em nossa sociedade, cada vez menos o homem comum pode passar ao largo dos conhecimentos matemáticos; cada vez mais técnicos precisam imiscuir-se em conteúdos matemáticos que só a especialistas interessavam, em passado recente (e que) mesmo considerando a divisão social do trabalho em nossa sociedade, onde o trabalho, para a grande maioria, pouco representa em termos intelectuais, mesmo assim, os conhecimentos considerados básicos da Matemática são cada vez mais numerosos e imprescindíveis".

Tendo mostrado as idéias de Bicudo, D'Ambrosio, Nameri e Machado sobre a formação de professores e o ensino da Matemática, a questão que me chamou a atenção a partir desta análise foi: as disciplinas específicas do curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará - UEPA, estão propiciando aos futuros professores de Matemática a aprendizagem significativa da linguagem matemática, de forma que os mesmos possam diferenciá-la progressivamente e reconciliá-la integrativamente em situações fenomenológicas da Física Clássica?

Esta e outras perguntas têm impregnado minha ação pedagógica na formação desses profissionais da área de Matemática, dentro da disciplina Física Geral do referido curso da Universidade do Estado do Pará - UEPA. São elas que me levaram a enveredar pelo caminho da pesquisa em busca de respostas.

Elas me fazem compartilhar os pensamentos dos autores citados sobre Conhecimento Matemático e Educação Matemática, como diretrizes de minha pesquisa.

## **O ensino da Matemática e o fracasso no desenvolvimento Escolar**

Franco (1992,p.3), entre outras afirmações, menciona: "a grande maioria dos cursos de Licenciatura limita-se a preparar o futuro professor para transmitir conteúdos, executar rotinas, reduzindo a possibilidade de criação do novo".

Segundo Vitti (1995,p.19) :

"Nos constantes debates ocorridos entre educadores há sempre a preocupação latente de apontar as causas que justifiquem o fracasso de ensino da Matemática, o desinteresse que os alunos apresentam em relação ao seu estudo, o baixo rendimento apresentado pelos alunos, o elevado índice de reprovação, pois, tradicionalmente, a Matemática situa-se entre as disciplinas que mais reprovam ou provocam a evasão escolar..." .

O que se percebe é que a escola não se preocupa em aproveitar as habilidades de representação que o aluno traz consigo, das diversas situações vivenciadas no seu cotidiano, isto é, o desenvolvimento de conceitos e proposições construídos pelo aluno. É comum muitos estudantes não conseguirem estabelecer uma relação entre os conhecimentos que possuem da linguagem matemática e o conhecimento matemático transmitido na sala de aula. Tal situação é confirmada por Carraher (1990,p.12):

"antes de ir para a escola, a criança já desenvolve uma compreensão da Matemática básica relacionada com estruturas aditivas, como somar e subtrair, que ela já vive no cotidiano, através das noções de ganho e perda, do que pode ou não pode. Sem contar as crianças que trabalham e estão acostumadas a fazer cálculos. Dessa maneira, quase sempre as crianças estão aptas, mas não aprendem por falta de conhecimento dos professores de como se processa a sua aquisição de conhecimento" .

Desse modo, a maioria dos alunos não consegue entender a Matemática dos professores; não há nos "problemas" analisados com a linguagem matemática uma identidade com os problemas relacionados ao cotidiano dos alunos; os alunos não sabem para que servem determinados conteúdos, pois os professores limitam-se a "passar a matéria" sem aplicá-los na prática.

O fracasso no aprendizado da Matemática e as grandes dificuldades que os alunos apresentam em relação a esta disciplina inicia-se nas primeiras séries do ensino fundamental, até porque a maioria dos professores que atua nesse nível

"demonstra pouco domínio dos conceitos elementares básicos de aritmética e da metodologia para repassá-los. Junte-se a isto a dificuldade de expressão

dessa maioria de professores, o que faz com que muitos considerem os problemas uma espécie de tabu, um capítulo a parte; muitas vezes eles os extraem dos livros-textos sem uma seleção prévia e adequação à criança de sua turma" (Farr, 1982, p. 13).

Entretanto, uma das mais graves causas que tem sido apontada como a responsável pelo fracasso do ensino da Matemática, na Escola Básica, refere-se à formação inadequada do professor no nível superior.

Sobre este aspecto Medeiros (1988,p.28) assinala que

"o professor dá aulas, dá a matéria, dá a Matemática para o aluno. É quase sempre assim. Ele faz para o aluno, mas não faz com o aluno. Por ser a Matemática, desta forma, uma estranha ao mundo do aluno, ao conjunto de significados que constitui a sua existência, o aluno recusa esta Matemática que lhe é dada como um presente, por não perceber um sentido na sua posse"

É Vitti (1995,p.14) que explica a falta de oportunidade de viver a Matemática como um conteúdo (**linguagem**) aplicável às situações concretas:

"a maioria dos professores de Matemática, apesar do grande número de aplicações da Matemática, insiste em continuar ensinando técnicas de isolamento de incógnitas pertencentes a equações que, em geral, não significam absolutamente nada" .

Analisando as colocações de Medeiros (1988) e Vitti (1995), verifico que a Matemática não é trabalhada como linguagem e sim como algo acabado em si mesmo, algo pronto, que não deve ser contestado, mas que deve ser aceito como verdade absoluta, logo, não poderá ser vivida pelos alunos, pois falta "uma Matemática interessante, exploratória, divertida e desafiadora, não como mera manipulação de técnicas, mas sim pela criatividade" (D' Ambrosio, 1996, p. 16).

Há uma grande necessidade de o ensino da Matemática ser adequado às habilidades que o aluno carrega consigo, isto é, que traz em sua formação.

Portanto, verifico que o ensino da Matemática deveria se dar sempre valorizando, considerando e trabalhando as habilidades de interpretação, a partir de uma linguagem específica, que os indivíduos trazem consigo.

"Os conteúdos matemáticos são abstratos e nem todos têm condições de possuí-los. Por toda parte, e em qualquer época, sempre se tem reconhecido que o ensino da Matemática tem sido traumatizante. Em vez de desenvolver o raciocínio, ela tem chocado o indivíduo, que não se encontra maduro para absorver o conhecimento sistemático do que ela representa" (Vitti, 1995, p.27).

Quer seja em escolas onde se encontram alunos de classes mais privilegiadas, quer seja onde se encontram alunos que vêm de ambientes menos favorecidos culturalmente, as investigações demonstram que o ensino da Matemática não responde às necessidades dos alunos para um domínio de conteúdos básicos aplicáveis às situações da vida cotidiana.

Esta deficiência generalizada é atribuída por Medeiros (1988,p.29) sobretudo a

"dois componentes fundamentais que contribuem para que a Educação Matemática continue sendo o que tem sido, em geral, em nossas escolas: a incompetência na profissão do ensino e o autoritarismo. Esses dois elementos juntos conduzem o professor a confundir duas funções, o *professor* e o *ensinar*, o mero exercício de uma função com a sua funcionalidade; e essa confusão gera uma incompetência social".

Tudo indica que há necessidade de reverter este quadro do ensino da Matemática nas universidades brasileiras que formam este profissional. Há necessidade de uma ação (teórico-prática) mais consistente para que o ensino e a aprendizagem da disciplina possam ser significativos, pois segundo Freitas (1992, p.3): "costuma-se dizer que a teoria na prática é outra. Porém, se uma teoria é consistente, na prática ela não é outra, senão ela mesma, já que se originou da mesma prática à qual retorna".

## **Diretrizes Curriculares para Curso de Licenciatura em Matemática**

AS APLICAÇÕES DA MATEMÁTICA TÊM SE EXPANDIDO NAS DÉCADAS MAIS RECENTES. A MATEMÁTICA TEM UMA LONGA HISTÓRIA DE INTERCÂMBIO COM A FÍSICA E AS ENGENHARIAS E, MAIS RECENTEMENTE, COM AS CIÊNCIAS ECONÔMICAS, BIOLÓGICAS, HUMANAS E SOCIAIS.

AS HABILIDADES E COMPETÊNCIAS ADQUIRIDAS AO LONGO DA FORMAÇÃO DO MATEMÁTICO TAIS COMO O RACIOCÍNIO LÓGICO, A POSTURA CRÍTICA E A CAPACIDADE DE RESOLVER PROBLEMAS, FAZEM DO MESMO UM PROFISSIONAL CAPAZ DE OCUPAR POSIÇÕES NO

MERCADO DE TRABALHO TAMBÉM FORA DO AMBIENTE ACADÊMICO, EM ÁREAS EM QUE O RACIOCÍNIO ABSTRATO É UMA FERRAMENTA INDISPENSÁVEL.

CONSEQÜENTEMENTE OS ESTUDANTES PODEM ESTAR INTERESSADOS EM SE GRADUAR EM MATEMÁTICA POR DIVERSAS RAZÕES E OS PROGRAMAS DE GRADUAÇÃO DEVEM SER BASTANTE FLEXÍVEIS PARA ACOMODAR ESSE LARGO CAMPO DE INTERESSES.

Assim essas diretrizes têm como objetivos:

- SERVIR COMO ORIENTAÇÃO PARA MELHORIAS E TRANSFORMAÇÕES NA FORMAÇÃO DO LICENCIADO EM MATEMÁTICA;
- ASSEGURAR QUE OS EGRESSOS DOS CURSOS CREDENCIADOS LICENCIATURA EM MATEMÁTICA TENHAM SIDO ADEQUADAMENTE PREPARADOS PARA UMA CARREIRA NA QUAL A MATEMÁTICA SEJA UTILIZADA DE MODO ESSENCIAL, ASSIM COMO PARA UM PROCESSO CONTÍNUO DE APRENDIZAGEM.

## **1. Perfil dos Formandos**

Um curso de Licenciatura em Matemática deve ter as seguintes características

- visão de seu papel social de educador e capacidade de se inserir em diversas realidades com sensibilidade para interpretar as ações dos educandos
- visão da contribuição que a aprendizagem da Matemática pode oferecer à formação dos indivíduos para o exercício de sua cidadania
- visão de que o conhecimento matemático pode e deve ser acessível a todos, e consciência de seu papel na superação dos preconceitos, traduzidos pela angústia, inércia ou rejeição, que muitas vezes ainda estão presentes no ensino-aprendizagem da disciplina.

## **2. Competências e Habilidades**

O currículo do curso Licenciatura em Matemática deve ser elaborado de maneira a desenvolver as seguintes competências e habilidades.

- a) elaborar propostas de ensino-aprendizagem de Matemática para a educação básica;
- b) analisar, selecionar e produzir materiais didáticos;
- c) analisar criticamente propostas curriculares de Matemática para a educação básica;

- d) desenvolver estratégias de ensino que favoreçam a criatividade, a autonomia e a flexibilidade do pensamento matemático dos educandos, buscando trabalhar com mais ênfase nos conceitos do que nas técnicas, fórmulas e algoritmos;
- e) perceber a prática docente de Matemática como um processo dinâmico, carregado de incertezas e conflitos, um espaço de criação e reflexão, onde novos conhecimentos são gerados e modificados continuamente;
- f) contribuir para a realização de projetos coletivos dentro da escola básica.

Baseando-se nas premissas a serem evidenciadas na formação profissional no ensino da Matemática, segundo as diretrizes curriculares para o curso de licenciatura plena em Matemática, acredito que é necessário rever a formação do professor nos curso de Licenciatura em Matemática, pois cabe ao professor dar condições para que o aluno descubra o que há de realmente significativo na matéria. Assim, outras questões chamaram-me a atenção: se este futuro profissional em Matemática não perceber em sua formação a Matemática como linguagem, como o mesmo poderá trabalhar esta como tal? Isto é, se não houver aprendizagem significativa da linguagem matemática (conceitos matemáticos) em sua formação, isto implicará num obstáculo para sua prática de ensino em Matemática?

### **Constatação do obstáculo**

Após compartilhar as angústias com os autores que tomei como referência para verificar como se encontra o ensino na Escola Básica, mais especificamente, o ensino da Matemática, constatei que há uma deficiência na formação dos professores dessa disciplina.

Para melhor fundamentar minha afirmação recorro a Namo de Melo (1986,p.34) que afirma

"os currículos escolares são planejados a partir do pressuposto de que a criança já domina certos conceitos elementares, que são pré-requisitos para a aprendizagem. Isso pode ser verdadeiro para as crianças que, na família, aprenderam esses conceitos, mas não o é para aquelas que vivem em ambientes culturalmente pobres em termos de conteúdos que são típicos das classes economicamente favorecidas, embora ricos em aspecto que a escola não costuma valorizar".

Neste ponto começa o processo de marginalização dos alunos com baixo rendimento na Escola Básica, justificado "ora pela situação de pobreza familiar, ora pela

falta de motivação e disciplina" Namo de Melo (1986,p.34) , nunca pela falta de competência do professor.

A rigor, nas escolas, o ensino fica centrado na figura do professor: "aquele que sabe", em detrimento do aluno, "aquele que deve aprender."

Segundo Namo de Melo (1986,p.36),

"adaptar o conteúdo à criança pobre não significa dar a ela apenas uma parte, mas inventar maneiras de ensinar-lhes tudo de outro jeito, com outro ritmo e em outra seqüência, organizando e reorganizando o material que ela precisa dominar sempre que for preciso".

Portanto, é tarefa do professor fazer atividades adequadas ao aluno. Para tanto, é necessário que o professor conheça a realidade de seus educandos a fim de promover de forma significativa a interação dos conteúdos com a aprendizagem.

Assim, o estudo das diversas disciplinas contribuirá para o desenvolvimento dos alunos, na medida em que seus conteúdos forem trabalhados pelos professores de forma inventiva e enriquecedora.

As questões propostas por Namo de Melo (1986), dão um panorama bastante sombrio sobre o ensino na Escola Básica. São as conversas do dia-a-dia dos alunos, dos pais dos alunos, dos professores que reafirmam a situação apresentada e coincidentemente apontam para o fracasso do ensino nas escolas brasileiras.

Complementando esta questão, ressalto outra que tem ampla interpretação com ela: a dissociação dos conteúdos com a realidade dos alunos.

Sobre esta questão, Rodrigues (1992 ,p.65-66) enfatiza:

"Há no interior da escola, uma relação básica, fundamental. Trata-se da relação educador/educando. É essa a relação que deve determinar as demais no interior da escola. Por conseguinte, a passagem dirigida do conteúdo educativo tem um objetivo a alcançar e, para isso, exige que os educadores tenham um claro conhecimento da realidade para a qual se educa e, se a escola detém a liderança do processo educacional, ela tem de ter clareza sobre a realidade para a qual está educando".

Segundo Rodrigues, isto é óbvio, mas é ignorado pelos professores, pela escola, uma vez que "o professor de Ciências julga que não precisa conhecer a realidade social; o professor de Educação Física atribui esse conhecimento ao professor de História, e assim por diante" (Rodrigues, 1992 ,p. 66).

Toda essa situação para Rodrigues é decorrente

"da divisão do próprio trabalho educativo, onde o professor de Matemática ignora a proposta dos conteúdos de Língua Portuguesa que estão sendo ensinados, e os professores acabam por exigir dos meninos o que eles mesmos não sabem e não conhecem, (...) isto concorre para o estabelecimento de exigências acima daquilo que o aluno pode responder, porque o educador desconhece, sobretudo, a própria realidade inerente aos alunos".

As afirmações de Rodrigues (1992) complementam às de Namo de Melo (1986). Esse desconhecimento da realidade dos alunos torna difícil o trabalho dos professores, porque, "a realidade com a qual convive o educando não tem nada a ver com a proposta educativa que o envolve". Assim, o ensino fica restrito ao que o professor entende como necessário para o aluno, somente sob sua ótica de professor. Portanto, as afirmações dos autores citados novamente vêm ao encontro da pesquisa, que aponta o universo da Física Clássica como relevante nesse processo, por se tratar de uma realidade vivida por todos e dentro desse universo fenomenológico utiliza a linguagem matemática como instrumento de leitura e entendimento dessa realidade.

A dicotomia entre conteúdo e realidade dos alunos é uma das conseqüências de algumas escolas não terem definido com clareza o que pretendem do ponto de vista educativo.

Esta clareza é fundamental para que a articulação necessária se estabeleça entre os diversos setores da escola, dando condições para que o ensino seja de boa qualidade, pois "o ensino é sempre situado com alunos reais em situações definidas" (Cunha, 1989, p. 24).

É uma realidade, também, a questão de conteúdos sem aplicabilidade prática.

Rodrigues (1992 ,p.68) chama atenção para isto, quando menciona:

"o aluno está aprendendo noções abstratas quando poderia, a partir da prática concreta, retirar ensinamentos aplicáveis à sua vida de cidadão, à compreensão da dinâmica de seu município. Não é possível que os alunos saiam, após onze anos ou mais de permanência na escola, sem domínio completo sequer da língua portuguesa".

Martins (1992, p.76-77), reafirma a inaplicabilidade dos conteúdos na vida prática quando denuncia:

"os professores na prática da sala de aula, percebem que seus conteúdos estão distantes da realidade de seus alunos, entretanto, ao julgarem necessário cumprir o programa definido pela escola, jogam fora uma excelente oportunidade de utilizarem-se de seus conhecimentos para adequá-los à realidade".

Essa é a realidade do ensino na Escola Básica brasileira, de uma maneira geral; uma realidade que pode ser observada empiricamente.

São essas observações do cotidiano da escola e a experiência como docente de um curso de Licenciatura que forma os professores para atuação nas séries finais do ensino fundamental e médio que me permitem perceber um problema grave e muito comum na Escola Básica: a questão do ensino da Matemática.

Nos parágrafos seguintes descrevo com maior ênfase as minhas inquietações e objetivos.

A formação deficiente para o exercício da docência tem contribuído sobremaneira para que a Matemática apresente um dos maiores índices de rejeição por parte dos alunos das séries finais do ensino fundamental na Escola Básica.

Os resultados da avaliação do ensino de Matemática na Escola Básica realizada pelo SAEB/INEP<sup>1</sup> nos revelam índices alarmantes: na 8ª série do ensino fundamental grau, apenas 39,9 % dos alunos dominam as operações e somente 33,9% conseguem resolver problemas.

Entendo que isto tem causas diversas e é reflexo da prática dos professores, pois não existe uma relação significativa entre formação e essa prática. O ensino da Matemática torna-se enfadonho, cansativo, desestimulante.

---

<sup>1</sup> Sistema de Avaliação do Ensino Básico coordenado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais do MEC.

É exatamente aqui que começaram minhas ansiedades, as quais podem ser traduzidas por um questionamento: *qual é a relação existente entre as dificuldades dos licenciandos em Matemática na aprendizagem de Física Clássica e a prática da Matemática como linguagem nas disciplinas específicas do curso de Matemática?*

O questionamento encontra apoio na afirmação de Chauí (1980). "se não pensarmos sobre o significado do ato de ensinar e de aprender, não seremos capazes de pensar" (p. 55).

Diante dessas análises e descobertas preliminares, minha ansiedade aumentou, mas serviu também como estímulo para investigar os caminhos e descaminhos no processo ensino-aprendizagem de conteúdos específicos de Física Clássica, na formação dos futuros professores de Matemática e as possíveis conseqüências nas suas práticas de ensino em Matemática.

Estudar como ocorre o processo ensino-aprendizagem da linguagem matemática, no universo da Física Clássica, na formação de professores de Matemática e descrever esse processo exigiu a obtenção de dados que precisaram ser colhidos "no contato direto do pesquisador com a situação estudada", e que enfatizou "mais o processo do que o produto", pois houve uma "preocupação de retratar a perspectiva dos participantes" (Lüdke e André, 1986, p. 13). Desta forma, algumas questões foram elaboradas no sentido de orientar a pesquisa, conduzindo-me na busca de respostas, como:

- a) Como os alunos percebem e avaliam a Matemática que adquirem em sua formação?
- b) Quais as dificuldades encontradas nas disciplinas específicas do curso de Licenciatura Plena em Matemática?
- c) Quais as dificuldades vivenciadas pelos alunos na aplicação da linguagem matemática no universo da Física Clássica?
- d) Como os alunos do Curso de Licenciatura em Matemática avaliam as dificuldades de aprendizagem, no processo de transferência da linguagem matemática para o universo da Física Clássica?
- e) Que aspectos são apontados e discutidos pelos autores sobre a aprendizagem significativa e formação de professores e quais poderão melhor conduzir e/ou orientar a realidade estudada?

***A partir das questões apontadas, meus objetivos serão:***

- a) ***Identificar percepções, sobre as disciplinas específicas de Matemática, dos alunos do Curso de Licenciatura Plena em Matemática da UEPA ;***

- b) Identificar as principais dificuldades encontradas por esses alunos na disciplina Física Geral;*
- c) Proceder a análise dos dados coletados à luz do quadro teórico delineado e apontar caminhos que possam contribuir, de maneira significativa, na melhoria do processo de ensino – aprendizagem da linguagem matemática, através de seu uso nas definições de leis e princípios da Física Clássica, no curso de Licenciatura Plena em Matemática da UEPA.*

A partir deste levantamento e observações me permitiram identificar se esses alunos concebem em sua formação uma Matemática que "prepara indivíduos subordinados, passivos, acríticos (e para) uma educação de reprodução (e não) para a formação de um cidadão na sua plenitude" (D'Ambrosio, 1996, p. 9). Portanto, um processo educativo, dessa natureza, implicará ao futuro professor de Matemática um obstáculo à formação do cidadão nos níveis fundamental e médio. Isto é, partindo-se da premissa de que "o homem compreende a natureza por intermédio das categorias (ou conceitos) que constituem o seu concreto pensando" e que essas categorias "são pontos de apoio do conhecimento e da prática" (Freitas, 1996, p. 79). Desta forma, para tal objetivo, os futuros professores de Matemática devem em sua formação, elaborar "conhecimentos e práticas adequadas para intervir nos problemas que identificam" (Chizzotti, 1991, p. 83).

## **CAPÍTULO 1 - .O PERCURSO METODOLÓGICO**

## 1.1-As Principais Características da Pesquisa

Para responder metodologicamente à exigência da pesquisa recorro à pesquisa qualitativa ou naturalística, cujas características básicas são definidas por Bogdan e Biklen (1994,p. 47-50):

"na pesquisa qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; a investigação qualitativa é descritiva; os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos; os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva; o significado é de importância vital na abordagem qualitativa".

Ao fazer opção pela pesquisa qualitativa levo em consideração o que Lüdke e André (1986) apontam em sua obra, bem como o conceito de ambiente natural<sup>2</sup> proposto por Stake (1983).

Considero também as idéias de André (1995,p.17) para quem uma pesquisa naturalística ou natural ou qualitativa

"é natural, porque não envolve manipulação de variáveis, nem tratamento experimental; é o estudo do fenômeno em seu acontecer natural" e, é "qualitativa, porque se contrapõe ao esquema quantitativista de pesquisa defendendo uma visão holística dos fenômenos".

Como o estudo foi desenvolvido no Curso de Licenciatura Plena em Matemática, da Universidade do Estado do Pará – UEPA, houve a necessidade de um estudo exploratório e descritivo combinado com o estudo etnográfico.

Assim, fiz opção pela abordagem etnográfica, tendo o cuidado de considerar a afirmação de André (1995):"o que se tem feito pois é uma adaptação da etnografia à educação, o que me leva a concluir que fazemos estudos do tipo etnográfico e não etnografia, no seu sentido estrito" (p. 28).

---

<sup>2</sup> Natural significa que "o sujeito não foi orientado a dirigir sua atenção para um estímulo ou para uma resposta. Os sujeitos são observados em sua atividade habitual. Stake (1983,p.4)."

De fato, a abordagem etnográfica na educação difere da Etnografia, pois esta "tem um sentido próprio: é a descrição de um sistema e significados culturais de um determinado grupo" (Lüdke e André, 1986, p. 13-a) e, aquela "se volta para as experiências e vivências dos indivíduos e grupos que participam e constroem o cotidiano escolar" (André, 1994, p. 37).

Neste tipo de abordagem existem características significativas, as quais são resumidas por André (1994, p. 38-39):

"contato direto e prolongado do pesquisador com a situação e as pessoas ou grupos selecionados; obtenção de grandes quantidades de dados descritivos; existência de esquema de trabalho que permite constante trânsito entre observações e análise; utilização de diferentes técnicas de coleta e de fontes variadas de dados".

Tendo feito opção pela abordagem etnográfica creio ser interessante mostrar a importância de sua utilização dentro do contexto da educação. Para tanto, o item a seguir pretende fazer esta contextualização.

## **1.2- A Abordagem Etnográfica e o Estudo de Caso em Educação**

Segundo André (1995, p.36) "o interesse dos educandos pela etnografia fica muito evidente no final dos anos 70 e tem como centro de preocupação o estudo da sala de aula e avaliação curricular".

São freqüentes até o início dos anos 70, as chamadas análises de interação, fruto das observações de comportamentos de alunos e professores, que interagem e que tinham como fundamento os princípios da psicologia comportamental. Tais estudos serviam também para treinamento de professores e para medir a eficiência dos programas de treinamento.

É André (1995) ainda que menciona que as análises críticas sobre esse tipo de investigação aparecem em 1976, em um livro organizado por Michel Stubbs e Sara Delamont e que, no Brasil, na Europa e nos Estados Unidos, constituíram um ponto

importante na história do uso das abordagens qualitativas em educação, pois os autores sugerem como alternativa aos estudos de interação, a abordagem etnográfica.

Segundo os autores mencionados:

"a investigação de sala de aula ocorre sempre num contexto permeado por uma multiplicidade de sentidos que, por sua vez, fazem parte de um universo cultural que deve ser estudado pelo pesquisador" (André, 1995, p.37).

Portanto, é através da observação participante que o pesquisador vai procurar entender essa cultura, devendo usar para tanto uma metodologia diversificada, envolvendo registro de campo, entrevistas, análises de documentos, fotografias, etc. Considera o pesquisador sempre os dados como inacabados, buscando descrever a situação, compreendê-la e revelar seus múltiplos significados, deixando para o leitor decidir a interpretação com base em uma fundamentação teórica consistente.

Segundo André (1995, p.41), "a pesquisa do tipo etnográfico, que se caracteriza fundamentalmente por um contato direto do pesquisador com a situação pesquisada, permite reconstruir os processos e as relações que configuram a experiência escolar diária".

Utilizando técnicas etnográficas de observação participante e de entrevistas intensivas, o pesquisador pode

"desvelar os encontros e desencontros que permeiam o dia-a-dia da prática escolar, descrever as ações e representações dos seus atores sociais, reconstruir sua linguagem, suas formas de comunicação e os significados que são criados e recriados no cotidiano de seu fazer pedagógico" (André, 1995, p. 41).

Mostrada a importância da abordagem etnográfica em educação, é necessário mencionar que há vários tipos de pesquisa qualitativa que utilizam esta abordagem. Entre eles destaque: a pesquisa ação, a pesquisa participante e o estudo de caso.

Como o trabalho que realizei foi centrado numa instituição de ensino superior, em uma turma de alunos, do 3º ano de Matemática, que cursavam a disciplina Física Geral, defini o tipo de pesquisa realizada como um Estudo de Caso.

Para conceituar o Estudo de Caso, recorro a Lüdke e André (1986, p. 17) que nos mostram que:

"o estudo de caso é o estudo de *um* caso, seja ele simples e específico sempre bem delimitado, devendo ter seus contornos claramente definidos no desenrolar do estudo. O interesse, incide naquilo que ele tem de único, de particular, mesmo que posteriormente venham a ficar evidentes certas semelhanças com outros casos ou situações".

reforçando a afirmação acima, André (1995, p.30 ) ensina que:

"o estudo de caso aparece há muitos anos nos livros de metodologia da pesquisa educacional, mas dentro de uma concepção bastante estrita, ou seja, o estudo descritivo de uma unidade, seja uma escola, um professor, um aluno ou uma sala de aula".

Percebi que o estudo de caso nem sempre utiliza os pressupostos da abordagem etnográfica já relacionados. Entretanto, neste estudo, foi enfatizado o conhecimento do particular; foi feito um estudo exploratório, descritivo, o que coincide com as afirmações de Gil (1991, p.59).

"a maior utilidade do estudo de caso é verificada nas pesquisas exploratórias. Por sua flexibilidade, é recomendável nas fases iniciais de uma investigação sobre temas complexos, para a construção de hipóteses ou reformulações do problema".

Para Gil, as vantagens do uso do estudo de caso estão no estímulo a novas descobertas, na ênfase dada à totalidade e na simplicidade dos procedimentos.

Para Lüdke e André (1986, p.19-20) o estudo de caso tem várias características fundamentais, como sejam:

"visam a descobertas; enfatizam a 'interpretação em contexto'; buscam retratar a realidade de forma completa e profunda; usam uma variedade de fontes de informação; revelam experiência vicária e permitem generalizações naturalísticas; procuram representar os diferentes e às vezes conflitantes pontos de vista presentes numa situação social; seus relatos utilizam uma linguagem e uma forma mais acessível do que os outros relatórios de pesquisa".

Assinalo, ainda, que Bogdan e Biklen (1994, p. 89-90) apontam, também, algumas características do estudo de caso:

"o estudo de caso consiste na observação detalhada de um contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico; os estudos de caso podem ter graus de dificuldade variável; a área de trabalho é delimitada".

Feita esta breve descrição das características da pesquisa qualitativa, reitero que meu estudo foi feito em sala de aula e o caso em pauta estará constituído pelos 15 alunos do curso de Licenciatura Plena em Matemática, da disciplina Física Geral no segundo semestre de 2000.

### **1.3 - O Curso de Matemática**

O CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ FOI CRIADO PELA FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DO ESTADO DO PARÁ (FEEP), PARA FUNCIONAR NA ANTIGA FACULDADE ESTADUAL DE EDUCAÇÃO DO PARÁ (FAED). FOI AUTORIZADO A FUNCIONAR PELO DECRETO N.º 97.570, DE 10 DE MARÇO DE 1989, DO PRESIDENTE DA REPÚBLICA DR. JOSÉ SARNEY, NOS TERMOS DA RESOLUÇÃO N.º 334/88 DO CEE/PA DE 25 DE NOVEMBRO DE 1988, PARECER N.º 364/88 E PORTARIA MINISTERIAL N.º 904 DE 24/06/93 DOU DE 25/06/93.

O Curso teve início em 02 de maio de 1989 com a efetivação da matrícula dos cem (100) alunos aprovados pelo Concurso Vestibular, realizado no período de 16 a 19/04/89. Começou a funcionar com duas (02) turmas, uma no turno vespertino e outra no matutino desenvolvendo suas atividades em Regime Seriado anual com 2.850 horas totais, integralizadas em um tempo mínimo de quatro anos e no máximo de sete anos.

Seu objetivo é formar profissionais para o desempenho docente do ensino da Matemática para atender a demanda do sistema educacional do Estado do Pará através do

domínio de conteúdos e metodologias específicas, possibilitando o desenvolvimento do raciocínio lógico, habilitando este profissional a incorporar novos significados e a interpretar sua realidade como agente de transformação.

No ano de 1991, o curso passou a funcionar em três (03) turnos; sendo oferecidas 100 vagas para o Vestibular, ficando as mesmas distribuídas em três (03) turmas assim distribuídas: 30 vagas para o matutino, 30 vagas para o vespertino e 40 vagas para o noturno; conforme mostra a **tabela 1**.

**Tabela 1.** As turmas de Licenciatura Plena em Matemática da UEPA, nas suas diferentes séries no período de 1989 a 2000.

<b>TURNO</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94 a 00</b>
Matutino	-	-	1º	1º e 2º	1º, 2º e 3º	1º, 2º, 3º e 4º
Vespertino	1º	1º e 2º	1º, 2º e 3º	1º, 2º, 3º e 4º	1º, 2º, 3º e 4º	1º, 2º, 3º e 4º
Noturno	1º	1º e 2º	1º, 2º e 3º	1º, 2º, 3º e 4º	1º, 2º, 3º e 4º	1º, 2º, 3º e 4º

A **tabela 2**, por sua vez, indica o número de matrícula, trancamento e abandonos de 1989 a 2000.

Os discentes do curso são oriundos dos cursos de ensino médio, cuja faixa etária varia entre 16 e 39 anos.

O papel do discente universitário do curso de Matemática é gradualmente descoberto por ele dentro das próprias situações que requerem sua participação estudantil. Seu encanto pela linguagem matemática é o incentivo maior que o levou a buscar uma aproximação maior com a Matemática e com mecanismos que o ajudem a socializar seu saber e assim aprofundar-se no conhecimento matemático.

**Tabela 2.** Número de alunos no período de 1989 a 2000.

<b>ANO</b>	<b>INGRESSANTES ATRAVÉS DE</b>	<b>A . A</b>	<b>M.</b>	<b>T.</b>	<b>A.</b>	<b>E.</b>
------------	--------------------------------	--------------	-----------	-----------	-----------	-----------

	<b>VESTIBULAR</b>	<b>OUTRAS FORMAS</b>					
1989	99	-	-	99	-	14	
1990	100	02	85	187	07	36	
1991	76	09	144	229	08	17	
1992	98	35	206	339	04	37	30
1993	100	18	262	380	12	32	36
1994	87	20	305	412	04	26	40
1995	100	-	356	456	03	31	72
1996	100	10	344	454	03	23	74
1997	92	01	347	440	04	21	85
1998	100	19	329	448	18	47	70
1999	99	03	323	425	27	-	63
2000	100	04	298	402			48

**LEGENDA:** AA = ANTIGOS ALUNOS

**Fonte:** NAU/CCSE (\*)

**M = MATRÍCULAS**

**T = TRANCAMENTO**

**A = ABANDONO**

**E = EGRESSO**

(\*) Núcleo de atendimento ao usuário do Centro de Ciências Sociais e Educação -UEPA

O Curso de Licenciatura Plena em Matemática parte do pressuposto que o ensino de Matemática assim como, as matérias que integram sua estrutura curricular, tem por base o compromisso com a melhoria da qualidade de vida do homem, entendendo que a Matemática enquanto saber científico é capaz de influenciar as transformações sociais.

Nessa concepção e, acreditando que a questão central é o homem como ser político, e que sua formação se dá pela elevação da consciência coletiva, realizada concretamente em um processo de interação educador e educando, optou-se por uma relação dialética como percepção de liberdade. Dessa maneira entende-se que o conhecimento pode ir muito além do que pode ser calculado ou aproximado e a lógica dedutiva passa a ser o ponto de partida a qualquer discussão sobre o “saber”; e que o

binômio "Matemática Pura" e "Ensino de Matemática ", coexiste numa relação harmoniosa, assim como devem coexistir os aspectos interdisciplinares que garantam a unidade do "conhecimento."

A formação profissional do curso busca formas de garantir a percepção da Matemática nos seus diversos aspectos, como parte integrante do todo, desmistificando a "matemática", de modo que suas ações atendam às peculiaridades e às necessidades do Estado e da região e à difusão de idéias que levam à compreensão e investigação da realidade.

São atribuições do profissional do Curso de Licenciatura Plena em Matemática:

- a) Exercer a docência a nível fundamental e médio nas disciplinas Matemática e a nível de 3º grau nas disciplinas da grade curricular de graduação ou especialização do Curso de Matemática;
- b) Participar de programas de treinamento, capacitação e aperfeiçoamento docente a nível de fundamental e médio, elaborando projetos e exercendo atividades docentes;
- c) Assessorar técnico-pedagogicamente, órgãos de origem de ensino no âmbito público e privado quando a formação de recursos humanos a nível fundamental e médio.

Quanto à Estrutura Curricular do curso, foi concebida de acordo com o Parecer n.º 295/62 de 14/11/62, do C.F.E, que define o currículo mínimo deste tipo de curso. Estabelece o regime do curso em seriado anual, com duração de no mínimo 04 anos e máximo de 07 anos, módulo aula = 50 minutos, 06 dias semanais úteis, total de 2.850 horas, assim distribuídas - disciplinas teóricas **2.430 h**, disciplinas práticas **420h** semanais anuais – **30** semanas- possuindo **03** (três) turnos, estágio **300** horas, com **165** créditos totais do curso. O **Quadro 1** apresenta a grade curricular do Curso.

**Quadro 1.** Grade Curricular estabelecida para cada ano letivo, as disciplinas e as cargas horárias que a constituem.

SÉRIE	DISCIPLINA	CÓDIGO	C.H ANUAL	C.H. SEMANAL	CRÉDITOS
-------	------------	--------	-----------	--------------	----------

				<b>T</b>	<b>P</b>	<b>TOTAL</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1ª</b>	Língua Portuguesa	DLLT 0205	60	2	-	2	4	-	<b>4</b>
	Estudos dos Problemas Amazônicos	DFCS 0408	60	2	-	2	4	-	<b>4</b>
	Fundamentos da Matemática Elementar I	DMEI 0202	180	6	-	6	12	-	<b>12</b>
	Desenho Geométrico e Geometria Descritiva	DMEI 0301	120	4	-	4	8	-	<b>8</b>
	Geometria Analítica	DMEI 0302		4	-	4	8	-	<b>8</b>
	Metodologia Científica	DFCS 0504	60	1	1	2	2	1	<b>3</b>
	Educação Física	DGAC 0702	60	-	2	2	-	2	<b>2</b>
<b>2ª</b>	Fundamentos da Matemática Elementar II	DMEI 0203	120	4	-	4	8	-	<b>8</b>
	Geometria Euclidiana	DMEI 0303	120	4	-	4	8	-	<b>8</b>
	Cálculo I	DMEI 0401	150	5	-	5	10	-	<b>10</b>
	Computação I	DMEI 0101	120	4	-	4	8	-	<b>8</b>
	Psicologia da Educação	DPSI 0202	90	3	-	3	6	-	<b>6</b>
	Álgebra Linear	DMEI 0403	120	4	-	4	8	-	<b>8</b>
<b>3ª</b>	Física Geral	DCNA 0201	180	6	-	6	12	-	<b>12</b>
	Estatística e Probabilidade	DMEI 0502	90	3	-	3	6	-	<b>6</b>
	Álgebra	DMEI 0404	120	4	-	4	8	-	<b>8</b>
	Cálculo II	DMEI 0402	120	4	-	4	8	-	<b>8</b>
	Computação II	DMEI 0202	120	4	-	4	8	-	<b>8</b>
	Didática Geral e Especial	DEDG 0204	90	3	-	3	6	1	<b>6</b>
<b>4ª</b>	Cálculo Numérico	DMEI 0405	90	3	-	3	6	-	<b>6</b>
	Estrutura e Func. Do Ens. De 1º e 2º Graus	DEES 0309	60	1	1	2	2	1	<b>3</b>
	Instrumentação do Ensino	DEDG 0304	120	3	1	4	6	1	<b>7</b>
	História da Matemática	DMEI 0407	60	2	-	2	4	-	<b>4</b>
	Teoria dos Números	DMEI 0406	120	4	-	4	8	-	<b>8</b>
	Prática de Ensino	DMEI 0602	300	-	10	10	-	10	<b>10</b>
	<b>TOTAL</b>	-	2..850	80	15	95	160	15	<b>165</b>

**15h = 1 CRÉDITO TEORIA OU 30 h = 1 CRÉDITO PRÁTICA**

As disciplinas estão distribuídas nas quatro séries de modo que os conteúdos programáticos das mesmas, em cada série, independem dos da série anterior, com exceção dos Cálculos, onde o conteúdo de Cálculo II tem como pré-requisito Cálculo I, o que dificulta, a compatibilidade com o regime seriado, em que é permitida a promoção com

dependência de até duas disciplinas na série anterior (*é vedada nova promoção com dependência de disciplina(s) da série não imediatamente anterior*).

As etapas do curso devem obedecer à seqüência lógica do conhecimento, bem como a de um processo de integração teoria-prática interdisciplinar. O avanço progressivo nos blocos de disciplinas deve ser feito mediante a aprovação em todas as disciplinas e/ou no mínimo reprovar em até duas disciplinas do bloco. Considera-se o sistema de adaptação como forma de atendimento à dependência; se o aluno estudar em um turno, faz a dependência em outro turno.

Com esta estrutura, o graduado em Matemática poderá exercer o Magistério em nível médio.

### **Prática Curricular e a Prática de Ensino.**

Os acompanhamentos de suas atividades serão coordenadas por professores com formação específica em Matemática e ensino, tendo como local de trabalho o LABEM (Laboratório de Ensino da Matemática), onde deverão ser realizadas atividades que visem a explorar recursos da região, criação de tecnologias próprias buscando meios de suprir necessidades e carências, o que pode ser feito a partir do desenvolvimento de projetos de pesquisa.

A Prática de Ensino, por sua vez, é uma disciplina integrante do currículo pleno do curso com 300 h e tem por finalidade possibilitar ao aluno a vivência de uma realidade em sala de aula como docente.

A disciplina Prática de Ensino é ministrada em forma de estágio supervisionado, tendo o acompanhamento da equipe de professores de Prática Docente. Compreende 03 fases: a observação, a participação e a regência, desenvolvidas nas escolas públicas, particulares, conveniadas e/ou no laboratório da própria Universidade do Estado do Pará. Desenvolve-se além das aulas em classes, em mini-cursos, seminários, palestras, bem como através do aproveitamento de práticas docentes que certos alunos já vêm desenvolvendo.

## **Estrutura Administrativa**

Para organização e funcionamento do curso temos um coordenador de curso, um sub-coordenador, uma assessoria pedagógica e funcionários da secretaria, responsáveis pelo setor acadêmico do curso e por todo processo de tramitação de documentos do curso.

O corpo docente é composto de 27 professores sendo 16 concursados e efetivos e 9 colaboradores dos quais 04 são mestres, 18 são especialistas e 05 possuem apenas graduação.

## **Avaliação**

A avaliação do curso compreende quatro notas (de um a dez) intervalares (provas ou seminários) e uma nota final. O aluno que obtiver nota igual ou superior a (8,0) oito em cada disciplina, nas quatro avaliações intervalares, estará dispensado da avaliação final. O aluno que não obtiver nota suficiente deverá submeter-se a avaliação final. Será considerado aprovado, após a realização da avaliação final, o aluno que obtiver a média 6,0 (seis) resultante da somatória entre a média das avaliações intervalares e a nota da avaliação final.

O aluno reprovado em qualquer disciplina deverá cursá-la novamente nos termos do regimento geral da Universidade do Estado do Pará.

A avaliação dos alunos compreende a auto avaliação, realização de trabalhos individuais ou em grupos, seminários, testes e provas.

Independente de todos os resultados obtidos considera-se reprovado nas disciplinas o aluno que obtenha frequência inferior a 75% das aulas e demais atividades programadas A frequência nas aulas e as quaisquer atividades é obrigatória, como também é vedado o abono de faltas, exceto nos casos previstos em lei.

## **Nova Estrutura Curricular**

Como foi discutido na introdução, a trajetória da formação dos professores de Matemática no Brasil tem sido por uma ênfase nos conteúdos matemáticos sem fazer a conexão com as dificuldades de sua construção e aprendizagem. O que resultou, na maioria das vezes, em fracasso na sala de aula. A partir da implementação das novas diretrizes curriculares da Licenciatura e do compromisso com a formação do cidadão no processo ensino-aprendizagem da linguagem matemática, percebe-se a necessidade de um redirecionamento na prática do “saber fazer” educação matemática nas universidades brasileiras.

O Curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará-UEPA desde sua implantação no ano de 1989 sempre teve a preocupação com a formação de um educador. Agora, no ano de 1999, passados 10 anos de criação da Licenciatura Plena em Matemática na Universidade do Estado do Pará, o Centro de Ciências Sociais e Educação através do Departamento de Matemática, Estatística e Informática implantou no interior do Estado o curso de graduação e pós-graduação em matemática. E que necessitou de uma reformulação, da graduação, em função de vários motivos, entre eles:

- 1 - a nova LDB;
- 2 - o surgimento de novas tecnologias de ensino;

- 3 - resultados da avaliação dos egressos;
- 4 - resultados da avaliação dos discentes do Curso;
- 5 - resultado da pesquisa com docentes do Curso;
- 6 - as diretrizes curriculares do MEC para as licenciaturas.

A nova estrutura curricular pretende, formar profissionais com habilidades em Licenciatura Plena em Matemática, para exercerem com a devida competência, a docência do ensino da matemática e a pesquisa face à realidade dos fenômenos educacionais e suas múltiplas relações econômicas, políticas, sociais e culturais. Isto é, proporcionando condições técnico-pedagógicas para assumirem a docência da matemática na Educação Básica, a partir da concepção de que o professor é o vetor estimulador e motivador do processo ensino-aprendizagem junto ao educando.

Ao Licenciado Plena em Matemática, são desejáveis qualidades ou características tais como: Capacidade de observação e análise, raciocínio abstrato, concentração, habilidade numérica, rapidez de raciocínio e exatidão nos cálculos, atenção e resolução de problemas.

Além destas características, outros requisitos são necessários ao bom desempenho como professor, a saber:

- Liderança, ponderação e iniciativa;
- Raciocínio lógico-matemático;
- Memória para retenção dos conceitos e exposição de suas idéias completas, com clareza e objetividade.
- Raciocínio verbal e habilidade de comunicação, pois deverá ilustrar as aulas proporcionando fácil assimilação.
- Capacidade de interpretação da linguagem matemática, seus princípios e conceitos simples, lógicos e racionais, desmistificando a matemática, tida como ciência abstrata e de difícil compreensão;
- Sólida formação nos fundamentos Históricos e Filosóficos da Matemática trabalhada na Educação Básica Brasileira.

- Sólida formação nos fundamentos teórico-práticos do processo de Ensino-Aprendizagem que ocorrem na Educação básica.
- Habilidade de resolver e propor problemas;
- Autocrítica, ética e capacidade para busca de constante auto-aperfeiçoamento profissional e pessoal;
- Compromisso, acima de tudo, com a formação básica do educando na área das Ciências Exatas;
- Capacidade para prosseguir os estudos.

Ainda hoje, é comum a dicotomia entre as matérias de conteúdo e as de educação. Para eliminar esta situação é preciso que as disciplinas, ditas de conteúdo, sejam ministradas com a expectativa de que o discente será um educador que usará a Matemática como linguagem. Portanto, são elementos essenciais à formação do Licenciado Pleno em Matemática:

- Domínio dos conteúdos básicos da Matemática, assimilando atitudes e habilidades intelectuais necessárias à compreensão desta ciência.
- Conhecimento básico de Física, Estatística e Informática.
- Atitude Pedagógica adequada ao ensino da Matemática.
- Integração entre conteúdo específico e formação pedagógica de forma interdisciplinar.
- Integração entre as atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão.

Estas ações deverão formar professores competentes matematicamente e com consciência de que não é suficiente somente saber Matemática para ter o desempenho esperado, pela sociedade, de um educador.

Entretanto, mesmo com essas modificações no que tange às disciplinas de conteúdo e pedagógicas é ainda necessário que a metodologia de desenvolvimento das disciplinas deixe de ser o modo clássico da exposição oral, como se tal modo fosse o único. É necessário que o licenciando experimente, em todas as disciplinas do Curso, metodologias diferenciadas, tanto de ensino, quanto de avaliação, para que possa, quando

profissional, ter sensibilidade, certeza e clareza de que outras abordagens podem favorecer sua prática de ensino.

Com as capacidades e habilidades descritas, o egresso deverá ser capaz de exercer as funções de organizador, facilitador, mediador, incentivador e avaliador no processo educacional.

Como organizador, escolherá problemas, procedimentos e métodos que aliados ao conhecimento das condições sócio-culturais, expectativas e competência cognitiva dos educadores, possibilitem a construção de conceitos e o alcance dos objetivos traçados. A estrutura curricular da nova proposta está apresentada no **Quadro II** (não foram ainda computadas, em documento no departamento de Matemática – UEPA, as possíveis alterações nas cargas horárias semanais de teoria, prática e seus respectivos créditos nas disciplinas).

**Quadro II.** Grade Curricular estabelecida para a nova proposta pedagógica e suas cargas horárias (**matutino**).

ANO	DISCIPLINAS			CH SEM.		CH TOTAL	
				T	P	T	P
1ª SÉRIE	Comunicação em Língua Portuguesa na Docência	DLLT	80	01	01	40	40
	Fundamentos de Matemática Elementar I	DMEI	120	02	01	80	40
	Desenho Geométrico e Geometria Descritiva	DMEI	80	-	02	-	80
	Geometria Analítica	DMEI	120	02	01	80	40

	Metodologia Científica	DFCS	80	01	01	40	40
	Inglês Instrumental	DLLT	80	-	02	-	80
	Computação	DMEI	120	-	03	-	120
	Psicologia da Educação	DPSI	80	02	-	80	-
	Introdução à Educação Matemática	DMEI	80	02	-	80	-
	<b>SUB – TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>840</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>400</b>	<b>440</b>
<b>2ª SÉRIE</b>	Fundamentos de Matemática Elementar II	DMEI	120	02	01	80	40
	Cálculo I	DMEI	120	03	-	120	-
	Geometria Euclidiana	DMEI	120	02	01	80	40
	Álgebra I	DMEI	80	02	-	80	-
	Didática Geral e Especial	DEDG	80	02	-	80	-
	Instrumentação para o Ensino da Matemática I	DMEI	120	01	02	40	80
	Informática Aplicada à Educação Matemática	DMEI	120	-	03	-	120
	Fundamentos da Aval. Aprendizagem de Matemática	DMEI	80	01	01	40	40
<b>SUB – TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>840</b>	<b>13</b>	<b>08</b>	<b>520</b>	<b>320</b>	
<b>3ª SÉRIE</b>	Física Geral	DCNA	120	02	01	80	40
	Estatística e Probabilidade	DMEI	120	02	01	80	40
	Teoria dos Números	DMEI	80	02	-	80	-
	Cálculo II	DMEI	80	02	-	80	-
	Álgebra II	DMEI	80	02	-	80	-
	Instrumentação para o Ensino da Matemática II	DMEI	120	01	02	40	80
	Métodos e Téc. Da Ed. Inclusiva para o Ensino da Matemática	DEES	80	-	02	-	80
	Prática de Ensino de Matemática I	DMEI	200	-	05	-	200
	Orientação de TCC I	DMEI	40	01	-	-	40
	<b>SUB – TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>920</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>440</b>	<b>480</b>
<b>4ª SÉRIE</b>	Cálculo Numérico	DMEI	80	01	01	40	40
	Gestão Escolar	DEDG	80	01	01	40	40
	História da Matemática	DMEI	80	02	-	80	-
	Análise Real	DMEI	80	02	-	80	-
	Orientação de TCC II	DMEI	40	-	01	-	40
	Prática de Ensino de Matemática II	DMEI	200	-	05	-	200
	<b>SUB – TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>560</b>	<b>06</b>	<b>08</b>	<b>240</b>	<b>320</b>
	<b>Atividades complementares</b>	<b>-</b>	<b>200</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>200</b>
	<b>TOTAL GERAL</b>	<b>-</b>	<b>3.360</b>	<b>56</b>	<b>17</b>	<b>1.600</b>	<b>1.760</b>

### **-Definição da Prática de Ensino e do Estágio Supervisionado – Operacionalização.**

Para fins de integralização curricular, a Prática de Ensino, consta como disciplina obrigatória no currículo do Curso de Licenciatura Plena em Matemática. Tem por

finalidade inserir o aluno na experiência e vivência da prática profissional (enquanto estagiário) possibilitando o exercício da prática de ensino que deverá ser operacionalizada sob a forma de Estágio Supervisionado. Essa experiência é um processo construtivo que permite ao aluno a aplicação de seus conhecimentos teóricos à realidade concreta.

**O OBJETIVO DA PRÁTICA DE ENSINO É PROPICIAR AO ALUNO SUA INSERÇÃO NA REALIDADE SÓCIO-POLÍTICO-ECONOMICO E CULTURAL, ONDE PODERÁ, ATRAVÉS DA PRÁTICA PEDAGÓGICA, APRENDER A APREENDER AS ESTRATÉGIAS DE AÇÃO PROFISSIONAIS COMUNS AOS CAMPOS DE ATUAÇÃO DO ENSINO DA MATEMÁTICA. POSSIBILITANDO AO ALUNO, A OBSERVAÇÃO E AVALIAÇÃO DA REALIDADE DIDÁTICO PEDAGÓGICO DAS ESCOLAS DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO, NO QUE DIZ RESPEITO AO ENSINO DA MATEMÁTICA, OPORTUNIZANDO UMA REFLEXÃO CRÍTICA ACERCA DESSA REALIDADE, DE FORMA QUE POSSA SUGERIR MODIFICAÇÕES QUE VISEM A MELHORIA DO QUADRO OBSERVADO. ALÉM DISSO, TAIS OBSERVAÇÃO E, AVALIAÇÕES E VIVÊNCIAS PRÁTICAS DEVERÃO CONTRIBUIR PARA SUA FORMAÇÃO DOCENTE. DESTA FORMA O FUTURO LICENCIANDO DEVERÁ:**

- a) Elaborar planos de ensino e/ou executar as atividades planejadas;
- b) Aplicar conhecimentos teóricos a situações concretas que configurem a realidade sócio-profissional;
- c) Caracterizar as situações relacionadas à prática docente da sala de aula, identificando os recursos e os procedimentos operacionais adequados para cada situação e ao desempenho profissional;
- d) Adequar conhecimentos teóricos à prática concreta, desenvolvendo atividades educacionais voltadas para a realidade local e da região amazônica;
- e) Sistematizar a realidade profissional, analisando criticamente a sua prática docente procurando formas de melhor interferir no processo de ensino e aprendizagem;
- f) Identificar a filosofia, diretrizes, organização e funcionamento das instituições de ensino, buscando estabelecer elos de relacionamento entre os conteúdos teóricos discutidos em classe e a ação docente nos diversos graus de ensino;

**-Inserção do Aluno na Prática de Ensino e os Locais de Estágio.**

A intercomplementaridade teoria e prática caracteriza toda a ação pedagógica, na formação do educador. A Prática de Ensino tem carga horária alocada na grade curricular, num total de quatrocentas horas aulas (400 h/a), sendo requisito imprescindível para a integralização curricular.

*A PRÁTICA DE ENSINO DE MATEMÁTICA RELACIONADA COM O ESTÁGIO SUPERVISIONADO SERÁ REALIZADA EM DUAS ETAPAS: PRÁTICA DE ENSINO DE MATEMÁTICA I E PRÁTICA DE ENSINO DE MATEMÁTICA II. AMBAS DEVEM SE CONCRETIZAR NO DECORRER DO TERCEIRO E QUARTO ANOS E TERÃO COMO CAMPO DE ESTÁGIO:*

**A) A PRÓPRIA INSTITUIÇÃO, ATRAVÉS DO MICRO-ENSINO OU MINI-CURSOS OFERTADOS À LOCALIDADE LOCAL OU CIRCUNVIZINHA;**

b) as instituições de ensino fundamental, médio e outras;

c) empresa ou organizações comunitárias que mantenha ou venha manter convênio com a UEPA para tal finalidade.

O funcionamento do estágio envolve a relação professor-supervisor com professor colaborador, pedagogos que no campo de estágio têm a responsabilidade da orientação e acompanhamento imediato dos alunos estagiários.

Além do estágio supervisionado obrigatório, o aluno poderá escolher um espaço educativo para trabalho próprio, criativo, com o planejamento e a execução sob a supervisão e orientação do professor de prática de ensino.

### **- Supervisão da Prática de Ensino:**

A Prática de Ensino, disciplina ofertada nas 3ª e 4ª séries, com carga horária total de 400 horas, é uma disciplina pedagógica obrigatória, que tem como finalidade a inserção do aluno na realidade educativa social e escolar, objetivando aprender a apreender as estratégias de ações profissionais comuns aos campos de atuação do ensino das Ciências da Religião, sendo desenvolvida sob a forma de Estágio Supervisionado.

A execução do Estágio Supervisionado pelo aluno pressupõe uma articulação com as práticas pedagógicas desenvolvidas em todo o decorrer do Curso. É imprescindível que os estagiários adquiram, nas disciplinas teórico/práticas, um substancial embasamento do saber científico, acerca da(s) disciplina(s) objeto do estágio, bem como das ciências da

educação que alicerçam, por assim dizer, a prática de ensino. Dominar um assunto é conhecê-lo bem, é estar atualizado nele, é também ser capaz de realizar estudos que concorram para o acréscimo de novos conhecimentos, ampliando-os, modificando-os, confirmando-os ou negando-os, à luz de teorias comprobatórias.

Assim, a disciplina Prática de Ensino (Estágio Supervisionado) será tratada numa perspectiva investigativa com possibilidade de intervenção. Seu desenvolvimento obedecerá

às etapas metodológicas comuns às realizações de atividades acadêmico-científicas na área da Educação Matemática.

Os professores da Prática de Ensino de Matemática I e II farão as supervisões de estágio durante o período letivo regular de cada município envolvido no projeto e contarão com professores-colaboradores no campo de estágio. Também, são responsáveis pelo processo de avaliação da aprendizagem de acordo com as normas regimentais da instituição.

A Prática de Ensino tem os seguintes objetivos:

- Propiciar ao aluno/estagiário sua inserção na realidade educativa social e escolar, para, por meio da prática pedagógica, aprender as estratégias de ação profissional comuns aos campos de atuação do ensino das diversas áreas do conhecimento matemático que são componentes dos currículos dos níveis fundamental e média;
- Desenvolver habilidades técnico-científicas facilitadoras da aprendizagem dos alunos, com base na aplicação do saber sistematizado da área, relacionando-o ao contexto, estimulando a criticidade, a ação-reflexão e a criatividade;
- Possibilitar a prática da docência pelo aluno, aliada à pesquisa e à extensão;
- Permitir ao aluno vivenciar a educação em contextos escolares e comunitários, levando-lhes contribuições, como meio de participar da resolução dos problemas sociais.

A *Prática de Ensino da Matemática I* - com a carga horária de 200 horas, será ofertada na terceira série, desenvolvendo-se em escolas públicas de nível fundamental através das seguintes etapas:

- a) Diagnóstico do contexto educacional, pela observação e levantamento de dados sobre a realidade escolar no nível fundamental.
- b) Sondagem do ensino da Matemática no nível fundamental;
- c) Acompanhamento de atividades do ensino de Matemática no nível fundamental;
- d) Elaboração de atividades para o ensino de Matemática no nível fundamental;
- e) Execução de atividades para o ensino de Matemática no nível fundamental;
- f) Avaliação da aprendizagem da matemática no ensino fundamental.

A *Prática de Ensino da Matemática II* - com a carga horária de 200 horas, será ofertada na quarta série, desenvolvendo-se em escolas públicas de nível médio através das nas seguintes.

- a) Diagnóstico do contexto educacional, pela observação e levantamento de dados sobre a realidade escolar no nível médio.
- b) Sondagem do ensino da Matemática no nível médio;
- c) Acompanhamento de atividades do ensino de Matemática no nível médio;
- d) Elaboração de atividades para o ensino de Matemática no nível médio;
- e) Execução de atividades para o ensino de Matemática no nível médio;
- f) Avaliação da aprendizagem da Matemática no ensino médio.

#### **1.4. Os Sujeitos da Pesquisa**

Como foi dito, o curso de Matemática da universidade do Estado do Pará – UEPA, está passando pelo processo de reformulação em seu projeto pedagógico, cujas discussões apontam pelo acréscimo de disciplinas ou aumento e redução de carga horária nas disciplinas já existentes. Entre elas, destaca-se a disciplina Física Geral que possui, na proposta de reformulação, carga horária excessiva (podendo ser observada, comparando as 3ª séries, na grade curricular, da antiga estrutura e a nova estrutura curricular, do projeto

pedagógico), para o aprendizado de conteúdos de Física Clássica na formação do professor de Matemática. As discussões estão traduzindo uma preocupação com a estrutura curricular, num sentido quantitativo e deixando de lado, ao meu ver, a essência de uma proposta pedagógica significativa na formação do professor de Matemática. Ou seja, uma proposta que permita identificar as dificuldades de aprendizagem de certos conteúdos matemáticos abordados nas disciplinas específicas e a aplicabilidade, desse conteúdos, tanto na prática de sala de aula como em outras áreas de conhecimento. Portanto, como professor da disciplina Física Geral do curso de Matemática e por achá-la relevante na formação desse profissional, pois é nessa disciplina que o futuro professor tem a possibilidade de aplicar a matemática como linguagem na interpretação de situações reais, é que acredito que investigações nas dificuldades de aprendizagem e transferência da linguagem matemática possam apontar referenciais para mudanças significativas no processo de formação do profissional da Matemática. Assim como, referenciais de discussão nas disciplinas de orientação pedagógica do processo ensino-aprendizagem da Matemática, isto é, disciplinas como instrumentação para o ensino da Matemática e Prática de ensino da Matemática. *Desta forma, procurei estudar como se desenvolve o processo ensino-aprendizagem da linguagem matemática na formação de professores de Matemática na Universidade do Estado do Pará – UEPA.*

Em razão da necessidade de definição dos sujeitos de minha pesquisa e considerando que deve haver um contato "direto e prolongado do pesquisador com a situação e as pessoas ou grupos selecionados" (André, 1994, p.38), escolhi uma turma do Curso de licenciatura Plena em Matemática. Essa turma estava cursando a 3ª série no ano de 2000, ano em que iniciei a pesquisa, cujo término espero que possa apontar referenciais para mudanças significativas na reformulação do projeto pedagógico para a formação do professor de Matemática na Universidade do Estado do Pará - UEPA.

Optei por trabalhar com essa turma também porque:

a) a partir da 3ª série, as matérias e/ ou disciplinas assumem o caráter de profissionalização com, Didática Geral e Especial, Instrumentação para o Ensino da Matemática e Prática de Ensino de Matemática (do quadro I – antiga e nova grade curricular) ;

- b) os alunos já possuem uma opinião formada sobre o curso, razão pela qual há possibilidade de obtenção de uma grande quantidade de dados significativos;
- c) por serem alunos da disciplina Física Geral.

A turma escolhida foi constituída de 15 alunos matriculados, todos com frequência regular, que foram sujeitos de meu estudo, em sala de aula.

O objetivo de contribuir com referenciais para uma reformulação significativa no projeto pedagógico no Curso de Licenciatura Plena em Matemática e que pudessem favorecer uma aprendizagem significativa de conceitos matemáticos e suas aplicações, foi buscado investigando obstáculo epistemológico (Bachelard,1977,p.147) existente na transferência da linguagem matemática para o universo fenomenológico da Física Clássica e as conseqüências que poderão advir na prática do futuro professor de Matemática, isto é, obstáculo pedagógico (Bachelard,1977,p.150).

A pesquisa foi, portanto, desenvolvida em uma turma do Curso de Licenciatura Plena em Matemática, da Universidade do Estado do Pará – UEPA, em Belém, Estado do Pará, na disciplina Física Geral.

## **1.5.Os Procedimentos da Coleta e Análise dos Dados**

Segundo Lüdke e André (1986, p.26)

"a observação ocupa um lugar privilegiado nas novas abordagens de pesquisa educacional. Usada como o principal método de investigação ou associada a outras técnicas de coleta, a observação possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado, o que representa uma série de vantagens".

Como este método de investigação "permite também que o observador chegue mais perto da 'perspectiva dos sujeitos', podendo "recorrer aos conhecimentos e experiências pessoais como auxiliares no processo de compreensão e interpretação do fenômeno estudado" (Lüdke e André, 1986, p. 26), utilizei observações, provas e seminários dos alunos nas aulas da disciplina Física Geral (tendo como ministrante da disciplina o próprio pesquisador) como dados de análise da realidade estudada.

Minhas observações levaram em conta as categorias definidas a partir da análise dos conceitos formulados no Capítulo 2.

Em razão de minha vinculação com o curso, coloquei-me na condição de observador participante, conforme bem define Junker, citado por Lüdke e André (1986, p.29):

"O observador como participante é um papel em que a identidade do pesquisador e os objetivos do estudo são revelados ao grupo pesquisado desde o início. Nesta posição, o pesquisador pode ter acesso a uma gama variada de informações, até mesmo confidenciais, pedindo cooperação ao grupo".

Estando consciente de que nem todas as informações de que necessitaria poderiam ser obtidas com as observações, optei por realizar, também, entrevistas semi-estruturadas com a finalidade de conhecer alguns posicionamentos nitidamente individuais dos sujeitos da pesquisa.

Diante dessas preocupações e questionamentos, surgiu a proposta de analisar a fala, em entrevistas gravadas em fitas cassete, dos 15 alunos envolvidos na pesquisa em relação às dificuldades de aprendizagem na disciplina Física Geral do curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará - UEPA.

Para tanto, levei em consideração o que Bodgan e Biklen (1994, p. 134) citam

"em investigação qualitativa, as entrevistas podem ser utilizadas de duas formas. Podem construir a estratégia dominante para a recolha de dados ou podem ser utilizadas em conjunto com a observação participante, análise de documentos e outras técnicas".

Apoiando-me nas citações de Lüdke e André (1986, p. 34) realizei as entrevistas seguindo "um esquema básico, porém não aplicado rigidamente", o que me permitiu fazer as necessárias adaptações.

Dentro dessas entrevistas, observaremos:

- a concepção dos alunos sobre sua formação na Universidade do Estado do Pará no curso de Licenciatura Plena em matemática;
- os objetivos das disciplinas específicas no curso de Licenciatura Plena em Matemática;
- elos de ligação entre a linguagem matemática das disciplinas específicas e a Física Clássica;

- o desenvolvimento do processo educativo da Matemática pelos professores das disciplinas específicas;

A fase de análise dos dados foi fundamental e desse trabalho fluiu o resultado de todo o processo levado a efeito. Para tanto, me apoiei novamente no que Bodgan e Biklen (1994,p.205) citam:

"a análise de dados é o processo de busca e de organização sistemático de transcrições de entrevista, de notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados com o objetivo de aumentar a sua própria compreensão desses mesmos materiais e de lhe permitir apresentar aos outros aquilo que encontrou".

A tarefa da análise implicou a organização de todo o material obtido para proceder a identificação das tendências e padrões relevantes, bem como a avaliação dessas tendências e padrões e sua interação com o suporte teórico utilizado.

Neste sentido Lüdke e André (1986, p. 48) destacam

"a fase mais formal de análise tem lugar quando a coleta de dados está praticamente encerrada. Nesse momento o pesquisador já deve ter uma idéia mais ou menos clara das possíveis direções teóricas do estudo e parte então para 'trabalhar' o material acumulado, buscando destacar os principais achados da pesquisa".

Essa análise não se restringiu ao que estava explícito no material coletado, mas procurou ir mais longe, desvelando o implícito nos diversos discursos presenciados e registrados.

À medida que os dados foram coletados, fui procedendo a sua análise. Isto me possibilitou chegar ao final do estudo com a tarefa praticamente concluída, necessitando somente de algumas ampliações. Para tanto, tomei como lição alguns procedimentos sugeridos por Bodgan e Biklen (1994, p. 207-215):

"1) delimitação progressiva do foco do estudo; 2) formulação de questões analíticas; 3) aprofundamento da revisão de literatura; 4) testagem de idéias junto aos sujeitos; 5) uso exclusivo de comentários, observações e especulações ao longo da coleta".

Reafirmo que a abordagem escolhida para desenvolver esta pesquisa por certo possibilitou "a descoberta de novos conceitos, novas relações e de novas formas de entendimento da realidade" (André, 1995, p.30).

## **CAPÍTULO 2 – ANÁLISE DO CONTEÚDO**

A literatura sobre as questões relativas à formação dos professores nos cursos superiores, bem como sobre os procedimentos metodológicos utilizados pelos professores é bastante extensa, como vimos nos comentários dos autores citados no início deste documento. A produção, altamente qualitativa, mostra a preocupação crescente dos estudiosos da formação de professores com as questões que se tornam o eixo da discussão sobre o ensino na educação brasileira.

*Como a questão principal de meu trabalho é, a partir do estudo realizado no Curso de Licenciatura Plena em Matemática da UEPA, conhecer qual a relação existente entre as dificuldades de aprendizagem da Física Clássica e a prática da linguagem*

*matemática no ensino superior na formação de professores de Matemática*, não poderia deixar de situar o pensamento dos vários autores com produção sobre o tema em questão.

Desse modo, estabeleço dois momentos para apresentar esses suportes teóricos. No primeiro momento, mais geral, procuro mostrar os referentes ao desenvolvimento da linguagem matemática, à modelagem matemática, à resolução de problemas e à criatividade no processo ensino-aprendizagem em Matemática e abordo aspectos considerados básicos pelos autores para a aprendizagem da linguagem matemática. Num segundo momento, mais específico, trabalho a aprendizagem significativa e sua avaliação no processo ensino-aprendizagem de Física, estes temas serão abordados a partir da visão dos autores da História da Matemática e da Educação.

## **ASPECTOS TEÓRICOS FUNDAMENTAIS SOBRE: Desenvolvimento da linguagem matemática, Modelagem Matemática, Resoluções de Problemas e Criatividade, Aprendizagem Significativa e sua Avaliação**

### **2.1 Desenvolvimento da linguagem matemática**

#### **2.1.1 - O Conceito de Modelagem Matemática e suas Raízes**

*“Newton não mostrou a causa da maçã caindo, mas a similaridade entre a maçã e as estrelas”.*

Sir D' Arcy W. Thompson

Quando a idéia de modelagem é apresentada, suscita quase que de imediato a imagem de um escultor frente a um objeto, cuja representação, ele trabalha, em argila ou outro material qualquer, produzindo um outro objeto que tem maior ou menor afinidade com o objeto inicial.

Intuitivamente, chamamos o objeto produzido de modelo do objeto inicial (embora, nos meios artísticos a nomenclatura possa ser invertida).

A maior parte dos filósofos da ciência concorda que a noção de Modelo é fundamental para a constituição da própria ciência como expressão do que se conhece.

Poderíamos a grosso modo imaginar o seguinte: face a realidade que o circunda e promovido de razão e imaginação, o homem tende a relatar esta realidade e as causas e efeitos que lhe são peculiares, na linguagem materna e mais refinadamente na linguagem matemática.

Por outro lado a idéia de Modelagem diz respeito ao trabalho do artista para produzir o Modelo.

NESTE CAPÍTULO, VAMOS DESENVOLVER ESTES CONCEITOS CHEGANDO ÀS DEFINIÇÕES DE MODELO E MODELAGEM MATEMÁTICA E ANALISAR ALGUNS EXEMPLOS NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA A FIM DE JUSTIFICAR A MODELAGEM MATEMÁTICA NO PROCESSO COGNITIVO E FINALMENTE NO ENSINO.

### **2.1.2 - Modelo e Modelagem Matemática**

A Matemática Aplicada consiste no estudo dos modelos matemáticos, ou mais precisamente, na formulação de tais modelos, estudados por problemas de caracteres estritamente matemático a eles associados, interpretações dos resultados obtidos através do problema “real” a que se refere o modelo e, enfim, na validação do próprio modelo. Assim, o caráter da Matemática Aplicada equivale ao da Modelagem Matemática enquanto atitude de se analisar algo, utilizando como ferramenta conceitos e técnicas matemáticas.

Dar uma definição do que seja Modelo Matemático pode envolver longas discussões de caráter epistemológico e que não fazem parte essencial do nosso trabalho. De qualquer maneira, para se ter uma idéia do que queremos dizer, consideramos Modelo Matemático de um fenômeno, um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduzem de alguma forma o fenômeno em questão, isto é, os modelos matemáticos são especialmente úteis para determinar as variáveis subjacentes a um fenômeno e a importância relativa dessas variáveis para o fenômeno (Mike Eysenck & Mark Keane, 1994.p 17).

Na prática, este conjunto de símbolos e relações pode estar vinculado a qualquer ramo da Matemática. É claro que a Estatística ou o Cálculo, por exemplo, são instrumentos

fundamentais das aplicações matemáticas, mas não tem sentido dizer que fazem parte da Matemática Aplicada, reduzindo-a a uma simples ligação entre Matemática Pura e as outras Ciências, a Matemática Aplicada possui um conteúdo próprio : os Modelos Matemáticos.

Enquanto que em Matemática Pura o único critério para se determinar a validade de uma teoria é a sua consistência lógica, em Matemática Aplicada devemos ter em consideração a realidade das previsões a partir dos modelos construídos e sua correlação com os fenômenos estudados através, principalmente, da experimentação ou dos dados que se tem à disposição.

Por outro lado, quando se propõe um modelo, ele é proveniente de aproximações realizadas para se poder entender mais profundamente o fenômeno e, nem sempre, tais aproximações condizem com a realidade.

Como quase toda atividade científica, e em particular a atividade matemática, consiste em criar modelos. Definições específicas da noção de Modelo Matemático são encontradas para cada especialidade na literatura. Em nosso caso, a definição que proporemos basta para embasar a noção que nos concerne que é a de Modelagem Matemática.

Salientamos algumas das definições encontradas na literatura:

Para Tim O´Shea e John Berry (1982,vol.13,p.6), a Modelagem Matemática é *“o processo de escolher características que descrevem adequadamente um problema de origem não Matemática. ... a Modelagem Matemática é um processo interativo em que o estágio de validação freqüentemente leva a diferenças entre as predições baseadas no modelo e na realidade”*

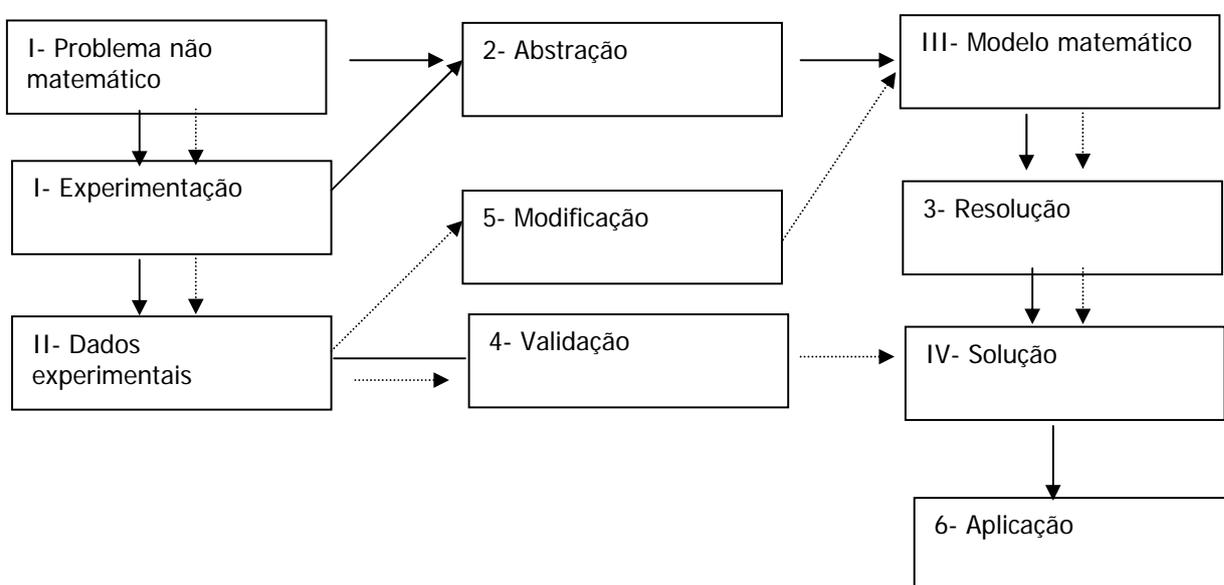
Maki e Thompson (1973, p.4) escrevem: *“o processo de construção de modelos se dá através de várias interações, cada uma aperfeiçoando a precedente até chegar a um aceitável”*.

Para Rubin (1982,vol.14,p.6) *“um problema de modelagem é construído a partir de três componentes: Informação (sobre algum fenômeno), Questões (sobre propriedades dos fenômenos) e Critérios de Avaliação ( para determinar a aceitabilidade das respostas as questões)”*

Oke e Bajpai (1981) e Bassanezi e Ferreira (1988), caracterizam a Modelagem Matemática através de estágios.

Para Oke e Bajpai (1981,vol.12,p.4), Modelagem Matemática consiste de: “ (a) Formulação: identificação de um problema ( ou problemas) em relação a situação real, e colocação do (s) problema (s) na forma matemática; (b) Solução: tentativa de resolver as equações matemáticas resultantes; (c) Interpretação / validade: relação de solução matemática com a situação real originária.”

Bassanezi e Ferreira (1988,p.16) sintetizam o processo de Modelagem Matemática no quadro abaixo:



Todos os autores citados se referem à Modelagem Matemática como um processo de traduzir a linguagem do mundo real para o mundo matemático . Este processo significa, a grosso modo, moldar parte de um todo que está ao mesmo tempo integrado em um contexto global.

Conforme afirma Capra (1983,p. 33 )

“A idéia de que a Matemática não passa de uma linguagem extremamente abstrata e compacta não dispensa ressalva. Muitos matemáticos, de fato, acreditam que a Matemática não é apenas uma linguagem voltada para a descrição da natureza, mas, sim, que ela é inerente à própria natureza. Essa crença originou-se em Pitágoras , que fez a célebre afirmativa: “Todas as coisas são números”.

Podemos então propor a seguinte definição

Modelagem Matemáticas é o processo de análise dos procedimentos recorrentes envolvidos na formulação de um Modelo Matemático a partir de uma dada situação,, constituindo-se nas seguintes etapas:

- 1) reconhecimento da situação-problema;
- 2) pesquisa;
- 3) proposta de hipóteses;
- 4) formalização matemática do Modelo;
- 5) análise da possibilidade de extensão do Modelo a situações análogas e
- 6) adequabilidade do Modelo e eventual retomada do processo.

### **2.1.3 - Exemplos de Modelos Matemáticos na História da Ciência**

Muitas vezes a ausência de registros impede que compreendamos a multiplicidade de acontecimentos que levaram os mestres da humanidade a invenções que ainda hoje fazem parte da civilização. Realizações significativas somente puderam ser transmitidas diretamente às gerações contemporâneas com o advento da escrita, artifício que permitiu aos historiadores penetrar no pensamento de nossos ancestrais culturais e discernir alguns detalhes do seu meio circundante.

A idéia de Modelagem Matemática sempre esteve presente na criação das teorias científicas e, em especial, na criação das teorias matemáticas. Seria extremamente pretensioso de nossa parte enumerar ou fazer um relato das vezes em que isto ocorreu na História das Ciências. Só como exemplo ilustrativo, teremos aqui alguns momentos importantes em que a Modelagem esteve presente no processo criativo.

Os egípcios já na época dos faraós, conheciam os quatro pontos cardeais, sabiam determinar os momentos dos equinócios, que chegavam quando o sol aparecia e desaparecia na direção norte e sul das faces de suas pirâmides e a duração do ano solar em  $365 \frac{1}{4}$  dias.

Os transbordamentos do Nilo suscitaram a necessidade de uma nova medição de terras, o que levou os agrimensores a uma coleção de regras geométricas para a resolução deste problema.

Os textos históricos mostram que os problemas investigados eram rigorosamente modelados matematicamente. Na verdade é como se a pesquisa realizada tivesse seu âmbito limitado pelas possibilidades de aplicação prática.

Os babilônios talvez inspirados pelas esperanças de vantagens sobrenaturais reuniram um considerável cabedal de conhecimentos astronômicos.

Com o problema - prever os destinos dos governantes – tornaram-se astutos observadores e hábeis matemáticos, obtendo assim um modelo dos movimentos celestes por meio de séries numéricas e um modelo da marcha do sol, da lua e dos planetas sob forma geométrica, (Childe.1971,p.10)).

O processo evolutivo do homem parece estar ligado a dois tipos de problema: a dificuldade de decifrar o meio circundante, e os problemas do dia-a-dia das comunidades.

Poderíamos dizer que a busca de soluções para estes problemas levaram a elaboração dos primeiros modelos matemáticos.

Diferindo dos egípcios e babilônios, cujas abstrações eram limitadas pelos interesses práticos, destaca-se no século VI a.c. uma civilização que foi guiada pela nobre paixão do saber: os gregos.

Libertando-se das “ataduras” da mitologia, delimitaram nitidamente religião e ciência.

A Grécia foi o berço de grandes pensadores, tais como: Tales de Mileto, Pitágoras, Platão, Eudóxio, Aristóteles, Euclides, Arquimedes, Apolônio, Eratóstenes, Ptolomeu, etc..

Destacamos a seguir algumas das contribuições realizadas por cada um dos Mestres citados acima, na tentativa de mostrar a essência do processo de Modelagem Matemática que se insere no feito:

Tales de Mileto (639 – 568 a.C.) surpreendente os egípcios, demonstrando-lhes como a semelhança de triângulos permite calcular a altura de qualquer de suas pirâmides a partir de sua sombra.

Pitágoras (530 a.C.-----), considerado o pai da música, ao procurar demonstrar com exemplo prático que o Cosmo é a realização de proporções harmônicas, cuja medida é o número, e que as diferenças qualitativas das coisas podem ser reduzidas a diferenças quantitativas, propõe uma teoria matemática da música.

Platão (428 – 347 a.C.) formulou com clareza o anelo da astronomia antiga, elaborando um Modelo Matemático simples, supondo movimentos ideais e regulares do firmamento. Coube a seu discípulo Eudóxio (408 – 355 a.C.) empreender a tarefa de representar os fenômenos celestes, por um modelo geométrico, com movimentos circulares e uniformes. No modelo a Terra ocupa a posição central do Universo e arrasta as estrelas, sol, lua e planeta por esferas em movimentos concêntricos no globo.

Euclides (300 a.C. - ) reúne os descobrimentos geométricos de seus antecessores e conduz, mediante um encadeamento lógico, a um sistema de proposições. A beleza, a exatidão e o raciocínio geométrico apresentado nos “Elementos” constitui um modelo clássico de organização formal da matemática, encontrado ainda hoje no método axiomático.

Arquimedes (287 – 212 a.C. ) é o primeiro a combinar as deduções matemáticas com os resultados da experiência, o que o permitiu descobrir as leis fundamentais da estática, especialmente o princípio da alavanca e da balança, sistematizado no lema:

“Dêem-me um ponto de apoio e eu levantarei a Terra”

Eratóstenes de Cirene (276 – 194 a.C.) , lendo um papiro, descobriu que em Siena, ao sul de Alexandria, no dia 21 de junho o sol podia ser visto inteiramente refletido na água.

Sabendo disso mandou enfiar uma estaca perpendicular numa praça de Alexandria.

No mesmo dia, em dois lugares distintos, o sol refletia diversamente. Indo à praça observou que, ao contrário de Siena, a estaca fazia uma sombra.

Como o sol está muito distante considerou seus raios paralelos. Como já sabia que “*se duas retas paralelas forem cortadas por uma transversal elas formarão ângulos alternos congruentes*”, então, imaginando ambas estacas se prolongando até se encontrarem. Se a linha traçada da estaca de Siena for paralela a linha externa da sombra projetada em Alexandria poderia ser considerada uma transversal.

Eratóstenes, na época mostrou que a circunferência da Terra era aproximadamente 40.000 km. Medições feitas com os mais modernos equipamentos determinaram que a medida é de 40.075 km.

Nestes poucos exemplos, pode-se ter uma idéia da vasta contribuição deixada pelos gregos. Geômetras, engenheiros, astrônomos, deixaram uma herança que somente passou a ser desfrutada por volta do século XVII.

Com a tomada de Constantinopla pelos turcos em 1453, a invenção da imprensa por Gutemberg e a ousadia de alguns homens em cruzar os mares guiados pela bússola, inicia-se a libertação das limitações impostas pela igreja, dilatando-se os horizontes de todos os ramos da ciência.

Este período – o Renascimento – contou com grandes cientistas e pensadores. Com o idêntico objetivo de sugerir como processo de Modelagem Matemática pode ser visto neste período, são alinhados alguns nomes e lembramos seus feitos:

Leonardo da Vinci (1452 – 1547) , entre tantos outros trabalhos, fez um modelo de helicóptero e pára-quedas.

Nicolau Copérnico (1473 – 1547), “desalojou” a Terra de sua posição central (apesar do geocentrismo que permeava as consciências humana e mística da época ) atribuindo-lhe uma rotação em torno do seu eixo e uma revolução em torno do sol. Centro dos movimentos de todos os planetas de seu sistema.

Galileu Galilei (1564 – 1642), descobre que a chave dos mistérios do Cosmos encontra-se na natureza terrestre, pois a Terra não difere dos outros astros. A essência do método galileano está na união da invenção com a dedução por meio de uma hipótese plausível. Este método empregado por seus discípulos diretos e indiretos, estendeu gradualmente o domínio dos fenômenos registrados conduzindo a grandes descobertas na Física, Química e Biologia.

William Harvey (1578 – 1657), foi um dos que se utilizaram do método galileano. Observando que as válvulas do coração impedem que o sangue retorne, utilizou-se da matemática para demonstrar a circulação do sangue.

Por meio de medidas experimentais, obteve relações interessantes entre a quantidade e fluxo de sangue e o peso do corpo.

O pequeno tratado de Harvey “sobre o movimento do coração e do sangue” publicado em 1628, assinala o fim do antigo conceito estatístico do organismo e o nascimento de uma nova ciência a Fisiologia.

Rene Decartes (1596 – 1650) reconheceu a relação entre as equações e lugares geométricos de pontos cujas coordenadas satisfazem a equação. Assim a Algébra torna-se aplicável aos problemas geométricos e, por outro lado, a representação geométrica da Algébra uma característica gráfica concreta.

Conforme Granger (1969 , p. 69), “*criar o fundamento perene da mecânica do céu e reuni-lo em indivisível unidade com a mecânica da Terra, foi a grande obra de Newton*”.

Issac Newton (1642 – 1727), conforme Granger (1969), deixa claro em suas palavras, como seu método de trabalho se aproxima do que chamamos de Modelagem Matemática.

*“O esquema de conhecimento que Newton propõem é claramente esboçado no Prefácio dos princípios Matemáticos da Filosofia Natural (1686): ... consiste em pesquisa(1) as forças da natureza a partir dos fenômenos de movimento, depois, a partir destas forças, em demonstrar o resto dos fenômenos. Partindo destas forças por proporções matemáticas, deduzem-se (2) os movimentos dos planetas, dos cometas, da lua e do mar. Praza aos céus que os outros fenômenos da natureza possam ser derivados de princípios mecânicos por um raciocínio análogo (3). Pois eu tenho algumas razões de supor que todos poderiam bem depender de certas forças pelas quais as partículas dos corpos, segundo causas ainda desconhecidas, ou se atraem mutuamente e se agrupam em figuras regulares ou, ao contrário, se repelem e se separam uma da outra (4). É a ignorância destas forças que faz com que até o presente, os filósofos tenham interrogado em vão a natureza... (Granger, p. 70) .*

É indiscutível que o processo de modelagem usado atualmente em toda ciência, exata ou não, tem contribuído sobremaneira para a evolução do conhecimento humano. Seria desnecessário dizer que a Matemática esta sendo

usada tanto nos fenômenos microscópicos, em Tecnobiologia, como nos macroscópicos quando se pretende conquistar o Universo. Quando a isso, talvez se possa dizer que o fato, sugerido pelo exemplos, de que há uma relação mais profunda entre o indivíduo e o meio, e que está na raiz do que tentamos mostrar: *“O homem é o principal autor dos acontecimentos, e que o curso do tempo e a realização progressiva de uma obra de que ele é em última instância responsável, mas da qual ele próprio depende.*

*De resto, as circunstâncias modelam o homem tanto quanto o homem modela as circunstâncias. (Granger, p. 101)*

## **2.2 - Modelagem Matemática, Resolução de Problemas e Criatividade**

### **2.2.1 - Modelagem Matemática**

Em nossa contemporaneidade existe um movimento em prol do processo de Modelagem Matemática, o qual está muito próximo da integração da matemática com outras disciplinas. Ou ainda, na essência do processo de Modelagem Matemática, aparece a idéia de integração da Matemática com outras áreas do conhecimento, cujo objetivo principal não é o uso ou o desenvolvimento da Matemática, mas a solução de um problema real com a ajuda da Matemática e de outros conhecimentos. Neste sentido, Kapur (1982, p. 1) coloca:

"Há cerca de duas décadas passadas, Sir James Lighthill proferiu seu discurso de Reino Unido sobre o seguinte assunto: "a arte de ensinar a arte de aplicar a Matemática". Durante este período, a Modelagem Matemática tornou-se uma expressão mais popular do que "aplicações da matemática", que veio a significar a "utilização de manipulações matemáticas para a obtenção de alguns resultados a mais a respeito de modelos conhecidos". Em alguns casos, ela foi reduzida simplesmente à solução de problemas de valor-limite para equações diferenciais, conduzindo a comentários como "a Matemática Aplicada nada mais é do que solução de equação diferenciais" ou, "uma

pessoa pode passar toda a sua vida fazendo a dinâmica dos fluídos sem saber que, quando você coloca sua mão na água, ela fica molhada". Contudo, nosso mundo está mudando tão rapidamente que novas situações necessitam ser matematicamente modeladas em uma tal sucessão rápida, que a Modelagem Matemática se tem tornado uma atividades mais dominante da Matemática Aplicada do que a atividade de utilização de apenas as técnicas matemáticas."

Segundo Bassanezi (1987, p. 4), o ensino através da Modelagem Matemática tem a função de mostrar aos alunos que o estudo de determinados conceitos de Matemática é fundamentalmente importante para a relação e compreensão entre outros conceitos, ou seja

"A Modelagem Matemática de situações-problema envolvendo a realidade cotidiana tem a função de motivar os alunos em seu aprendizado, aprendizado este que se refere tanto ao aprendizado da Matemática como também da interação dela com outras ciências."

A visão global e não apenas a parte matemática do problema constitui uma característica importante, pois dela depende a suficiência na formulação dos modelos.

Para Morris (1967, p.6), a atitude de se trabalhar com modelos deve iniciar-se no começo da escolaridade, através de modelos menos complexos, com o cuidado de que com os modelos mais simples já deve existir o desencadear das idéias, reflexões, bem como aquelas atitudes de criar seus próprios modelos, pois:

"o ensino de modelos é diferente do ensino de modelagem, pois existe distinção entre justificar um modelo já resolvido e descobri-lo."

O interessante é desenvolver uma atitude para analisar situações e formular problemas, pois é a partir de recursos particulares – diferentes em cada pessoa – que se é capaz de produzir soluções que deslumbrem e surpreendam.

Nesse produzir soluções, a princípio, tem-se a idéia de estar ocorrendo a aprendizagem; a qual se refere aqui à relação dialética reflexão-ação, e que tem como resultado um constante modificar da realidade.

No dizer de Ubiratan D'ambrósio ( 1986, p.51), nessa

"... aprendizagem é essencial que seja preservada a dinâmica da modelagem, mais do que o modelo em si. O estado puro e simples de modelos é condicionante e elimina a dialética reflexão-ação, que caracteriza a aprendizagem. O modelo em si, estático, não necessita ser aprendido. Ele é utilizável e, nessa ação de utilizá-lo, ele é recriado. Na verdade, essa recriação é, como tudo, resultado da percepção da realidade, (...), através de um complexo mecanismo de informação que vai do genético ao sensual-emocional. Essa recriação de modelos que já foram incorporados à sua realidade, e que é a essência do processo criativo, deveria constituir o ponto focal dos sistemas educativos."

Na tentativa de esclarecer o significado de Modelagem Matemática, passarei agora a citar o que os pesquisadores em Educação Matemática têm a dizer.

Bassanezi ( 1987, p.5), escreve:

"o estudo de problemas e situações reais, usando a Matemática como linguagem para sua compreensão, simplificação e resolução para uma possível previsão ou modificação do objeto estudado, faz parte do processo que se convencionou chamar de Modelagem Matemática. Em termos de educação este processo possibilita o aprendizado de conteúdos matemáticos interligados aos de outras ciências."

Para o mesmo autor (1980, p.6), juntamente com Ferreira Jr., a modelagem de uma situação acontece conforme o esquema apresentado na figura.1:

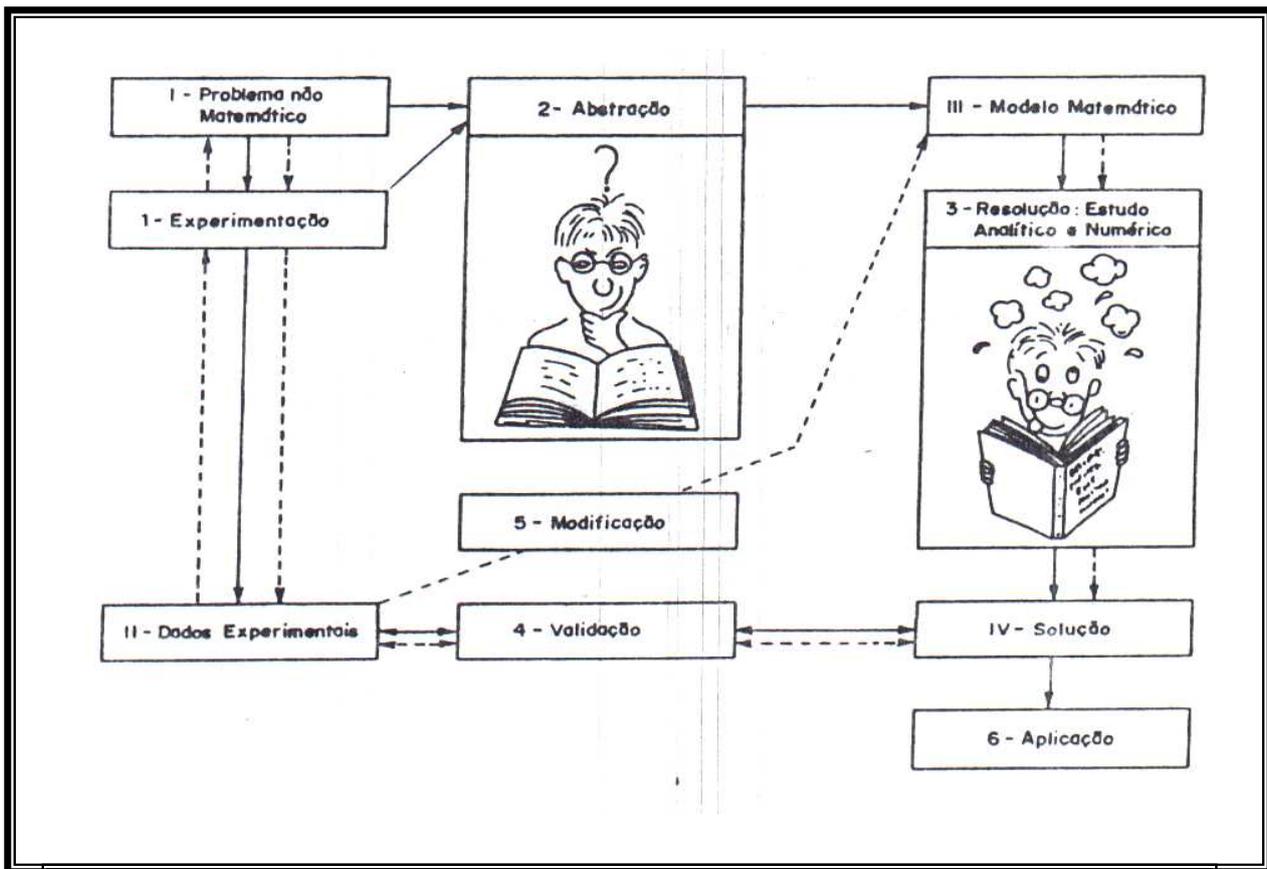


Figura1- A Modelagem Matemática segundo Bassanezi & Ferreira Jr (1980, p.6)

As linhas cheias descrevem uma primeira aproximação do processo. Já as linhas tracejadas sugerem um desencadear mais dinâmico para tal processo.

Segundo Gazzeta (1989, p.29-30), pode-se dizer que:

"o processo de Modelagem Matemática tem início a partir de uma situação real que apresenta um "problema" para o qual "uma resposta é procurada". Primeiramente, tem-se que identificar qual é realmente o "problema", pois situações reais raramente aparecem bem definidas e, freqüentemente, apresentam uma enorme fertilidade de fenômenos sociais e naturais. A identificação de um "problema" acessível a tratamento matemático é longa e envolve muitas habilidades que não estão diretamente relacionadas com a Matemática. Ao mesmo tempo que as desenvolve na identificação do problema, ocorre o processo de separar os aspectos essenciais ou significativos da situação estudada. Essa simplificação ou idealização é uma etapa crucial, uma vez que, freqüentemente, o problema geral se apresenta

bastante complexo. Uma vez identificados os aspectos significantes, o próximo estágio é traduzi-los em entidades matemáticas e postular relações entre elas, isto é, o modelo matemático é montado, substituindo-se a linguagem natural por uma linguagem matemática. Obtida a solução, via resolução do modelo matemático, esta é comparada com os dados reais. É um processo de decisão, de aceitação ou não do modelo inicial. O grau de aproximação desejado será o fator preponderante na decisão. Caso o grau de aproximação entre os dados reais e a solução do modelo não sejam aceitos, devem-se modificar as variáveis, ou a lei de formação, e com isso o próprio modelo original é modificado, e o processo se inicia novamente."

Para Burak (1987,p.21):

"A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos, cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar matematicamente os fenômenos que o homem vive em seu cotidiano, ajudando-o a fazer predicções e a tomar decisões."

Já D'Ambrosio (1986, p.66), apresenta um esquema de estratégia que seja

Já D'Ambrosio (1986, p.66), apresenta um esquema de estratégia que seja adequado ao processo de capacitação do aluno para a análise global da realidade, o que é baseado fundamentalmente no processo de modelagem, apresentado na figura.2:

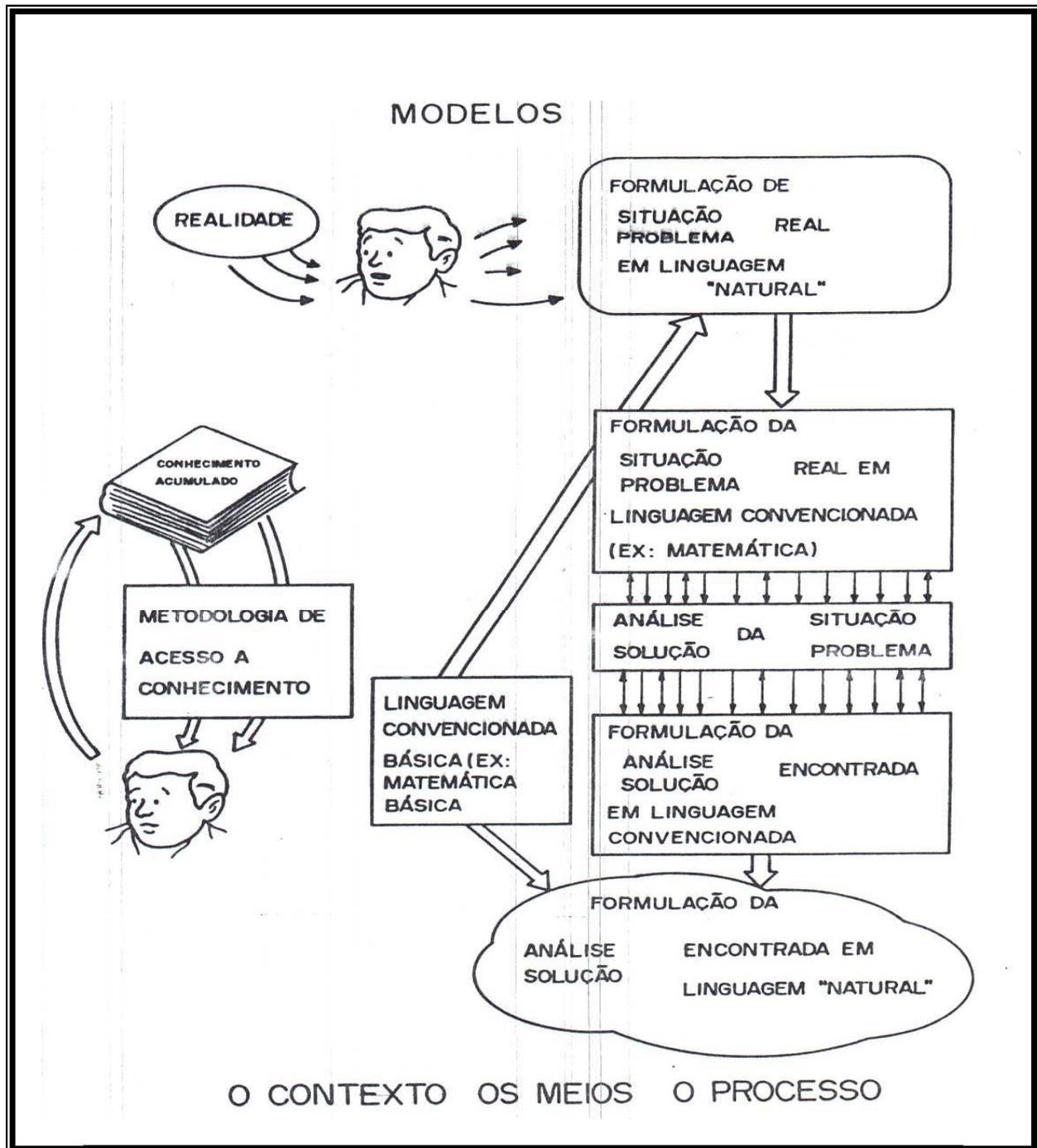


Figura.2- A Modelagem Matemática segundo D'Ambrosio (1986, p.66)

No dizer de Ubiratan D'Ambrosio (1986,p.65):

"... O início do processo é traduzir a situação real num problema formulado em linguagem convencional —no caso, linguagem matemática. Devemos, antes de mais nada, eliminar algumas dificuldades oferecidas pela situação real, deixando bem claro para o aluno o caráter "aproximativo" que a formulação em linguagem convencional permite implicitamente uma simplificação da realidade. É essencial que o aluno sinta o que se perde na adoção da linguagem convencional, e que mantenha sempre em foco a realidade perante a qual adotamos uma atitude simplificadora ao formularmos a situação na nova linguagem. Por outro lado, a formulação simplificada do contexto real global permite formular detalhes que seriam difíceis, quase impossíveis de ser destacados numa linguagem natural. O jogo de dois aspectos aparentemente contraditórios na reformulação do problema, que poderíamos chamar de aspecto holístico em contraposição ao aspecto reducionista, está na essência do método científico e desde os primeiros anos de escolarização deve ser um dos principais componentes do processo educacional."

Para Gazzetta, (1989,p.34), a Modelagem Matemática é um processo onde ela própria é uma estratégia de ação sobre a realidade. O esquema mostrado ( figura 3), retrata na visão da autora o processo de Modelagem Matemática, ressaltando o aluno como elemento e observador da realidade.

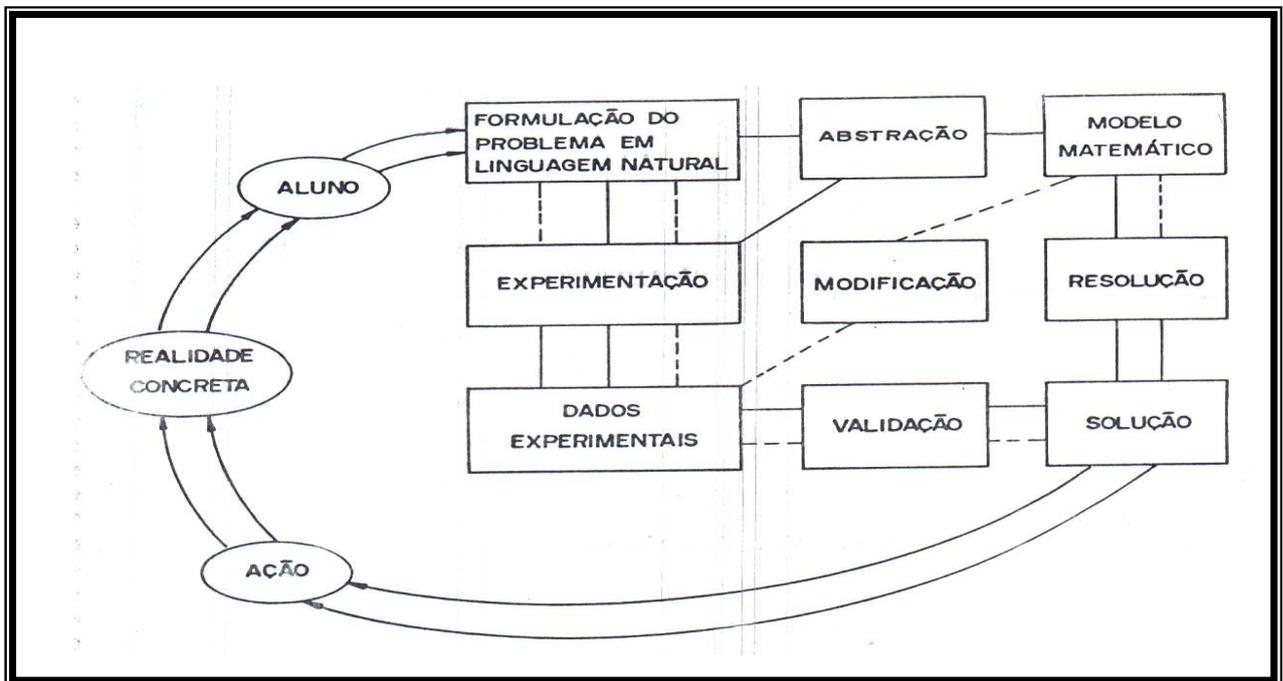


Figura.3 – A Modelagem Matemática segundo Gazzetta (1989,p.34)

Para Anastácio (1990,p.94), a Modelagem Matemática é

"... um processo através do qual, a partir de problemas e de aspectos da realidade vivida pelos participantes do processo de ensino e aprendizagem da Matemática, se chega à construção de um modelo matemático. A aplicação de técnicas e teorias matemáticas leva a soluções que podem, ou não, ter correlatos na realidade vivida."

John Berry e Tim O'Shea (1982,p.3), citam o simplificado diagrama de modelagem apresentado na figura 4

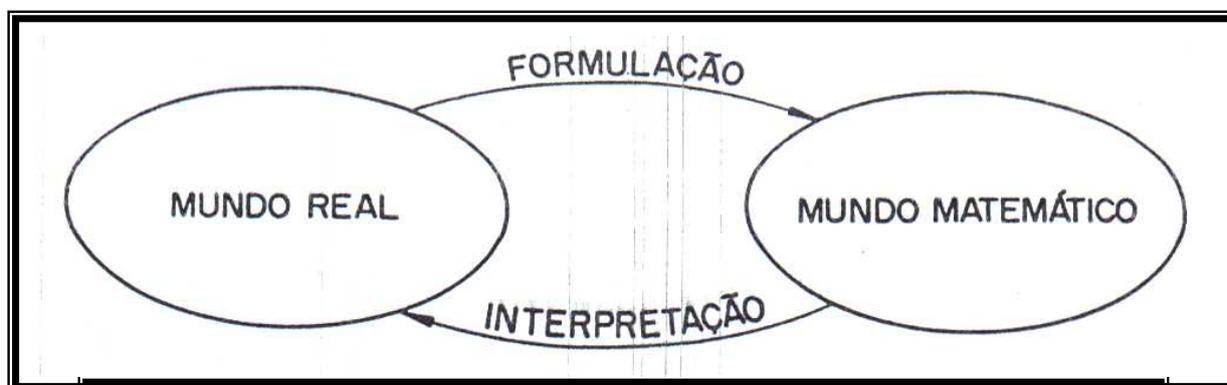
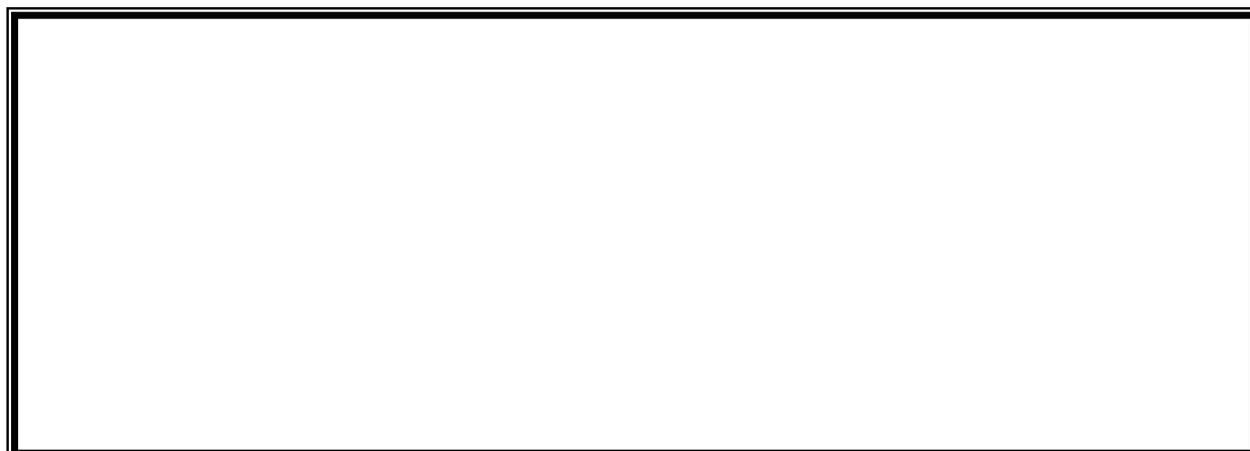


Figura 4 - A Modelagem Matemática segundo John Berry e Tim O'Shea (1982,p.3).

Sobre o diagrama eles escrevem (ibid,p.4-5):

" o círculo à esquerda representa o mundo real no qual um problema de origem não matemática é colocado em palavras. Escolhendo os aspectos importantes que irão descrevê-los adequadamente, o problema é colocado em forma matemática, envolvendo relações entre as variáveis representantes dos aspectos. No mundo matemático nós usamos métodos e técnicas matemáticas que nos são familiares. Nós resolvemos o problema matemático e então trazemos as soluções de volta do mundo real como para questionar o problema original colocado."

Os mesmos autores também citam um diagrama mais detalhado mostrado na figura 5.



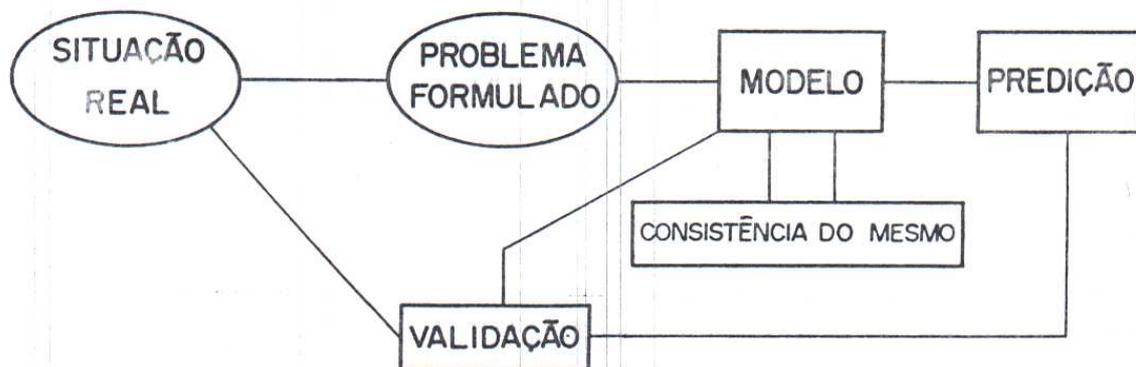


Figura 5 - A Modelagem Matemática segundo John Berry e Tim O'Shea (1982,p.3).

Eles comentam que tal diagrama mostra mais claramente que a Modelagem Matemática é um processo interativo e ressaltam que o estágio de validação geralmente leva a diferenças entre as previsões baseadas no modelo e realidade. Então, o modelo é revisto para se ter uma representação da realidade.

Nos últimos anos, alguns educadores têm se interessado em elaborar métodos que procuram dar maior eficiência á aplicação da Matemática na Educação Matemática. Esses métodos têm sido desenvolvidos através de idéias de Modelos Matemáticos por meio de um grande número de atividades que, segundo Oke e Bajpai (1982,p.16.), acontecem através de estágios:

- "a) Formulação: identificação de um problema em relação à situação real e colocação do problema na forma matemática;
- b) Solução: tentativa de resolver as equações matemáticas resultantes da formulação;
- c) Interpretação / Validade: relação da solução matemática com a situação real inicial."

Enfatizam que muito se tem feito para identificar os aspectos principais de cada estágio e as formas com que eles interagem, e que é no estágio de formulação que existe maior dificuldade, pois nele se selecionam variáveis e se estabelecem as relações de conexão entre elas.

Com a intenção de discutir os princípios gerais envolvidos na formulação, os mesmos autores a mostram através de um esquema simplificado, apresentado na figura 6.

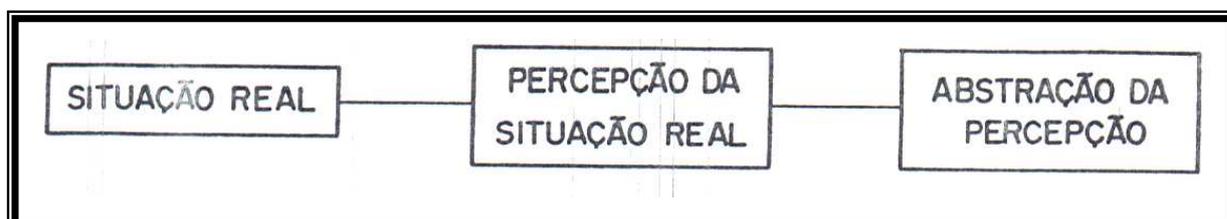


Figura 6 - A Modelagem Matemática segundo Oke e Bajpai (1982,p.16).

A percepção que se refere aqui ao primeiro estágio intuitivo é geralmente muito confusa, quando se chega face a face com a realidade. O domínio complexo perceptivo cognitivo envolvido ao se tentar estabelecer os "fatos" da situação. Os componentes observados da área do problema real são em grande parte uma função da inteligência, experiência e maturidade por parte de quem observa. Peneirar informações relevantes das irrelevantes nesse estágio de compreensão inicial é tornar ligeiramente mais claros certos aspectos da situação real. A abstração se refere aqui à compreensão inicial da área a ser modelada, tendo então ligação com a percepção. Neste estágio há necessidade de se fazer uma identificação com problemas particulares que pareçam ser relevantes. É uma atividade que pode consumir bastante tempo, de acordo com a complexidade da situação real em questão. Uma vez que um problema ou subproblema (fatoração de um problema em um problema mais simples) é identificado, o passo seguinte é identificar variáveis relevantes e fazer suposições quanto ao relacionamento entre essas variáveis, elaborando assim a formulação do modelo matemático a ser resolvido.

Kapur (1982,p.7), falando da probabilidade de a Modelagem Matemática ser uma arte, escreve:

"A aplicação da Matemática envolve duas atividades principais, a saber, a Modelagem Matemática e a utilização de técnicas matemáticas. Enquanto o uso das técnicas matemáticas pode tornar-se uma ciência, a Modelagem Matemática tem a probabilidade de permanecer uma arte durante um longo tempo futuro. Algumas das implicações da modelagem matemática ser uma arte são as seguintes:

- (i) Ela tem que ser aprendida e ensinada como arte. A pedagogia matemática tem que procurar sua inspiração a partir da pedagogia das belas artes e da música, mais do que da Física e da Química.
- (ii) Necessita-se estudar os trabalhos dos grandes mestres modeladores matemáticos e conseguir um "insight" da filosofia e da motivação de alguns dos grandes modelos matemáticos. Aryabhata, Pitágoras, Newton, Euler, Lagrange, Maxwell foram grandes modeladores matemáticos do universo físico. Em épocas mais recentes, tivemos grandes modeladores como Rashevsky, Volterra, Lotka, Leontief, Samuelson e outros que tentaram matematicamente modelar os universos biológico e social. Um estudo de seus modelos seria um grande patrimônio para o futuro modelador matemático. Contudo, enquanto as histórias da ciência, da matemática e da astronomia têm sido estudadas em grandes detalhes,

uma história abrangente da modelagem matemática ainda tem que ser escrita. Precisa-se com urgência de pesquisa nessa área.

- (iii) Tem-se que aprender a modelagem matemática, praticando-a, através da construção de modelos matemáticos e de constantes esforços para o aperfeiçoamento destes modelos. A Modelagem Matemática não é um esporte de espectadores. Nenhum exame ou estudo de modelos elaborados por outros ensinaria a alguém a arte de Modelagem Matemática. Obtém-se confiança somente através da feitura de modelos próprios, por mais relativamente primitivos que eles possam ser.
- (iv) Os estudantes e os professores têm que estar convencidos a respeito do grande papel que a Matemática tem na solução de problemas do mundo real. A fé no sucesso final é essencial para a aprendizagem de qualquer arte. Se há fé no poder da Matemática na solução de grandes problemas, visar-se-á alto nos esforços da modelagem; caso contrário pode-se estacionar, fazendo modelos matemáticos triviais.
- (v) Necessita-se de uma prática contínua da arte, com dedicação. Quando confrontado com qualquer situação física ou social, o primeiro pensamento de um modelador matemático tem que ser: "como posso transformar isso em um bom modelo matemático?" Ele tem que estar pronto para tirar inspiração de seu meio econômico e político para o seu trabalho.
- (vi) Tem-se que querer chegar ao âmago do problema do mundo real de modo a entender e a abstrair sua estrutura essencial. Não se pode fazer um modelo matemático de uma situação, a menos que ela seja compreendida com alguma profundidade. Naturalmente a elaboração de um modelo matemático é um passo na direção de aprofundamento do seu eu ou sua compreensão da situação. Os modeladores matemáticos de cinco minutos ou de meia-hora não têm papel a desempenhar.
- (vii) Tem-se que entender a necessidade de uma aprendizagem por toda a vida em um mundo que necessita da matematização para uma variedade de novas situações. Um modelador matemático pode especializar-se na Modelagem Matemática em um campo, porém sua abordagem e atitude devem ser flexíveis o suficiente para capacitá-lo a transferir-se para outros campos quando necessário. Um curso de Modelagem Matemática pode apenas ser o primeiro passo na aprendizagem da Modelagem Matemática, mas pode ter que ser reforçado por numerosos cursos e projetos.
- (viii) Desde que a Modelagem Matemática é uma arte, pode haver uma grande variedade de abordagem distintas ao seu ensino e à aprendizagem. Cada professor precisa decidir a respeito de sua própria abordagem para servir as necessidades e preparação dos seus alunos."

Quando se faz referência à Modelagem Matemática, um enfoque todo especial é dado quanto à questão de se trabalhar a compreensão da realidade, pela própria forma complexa com que ela se apresenta. Mas como compreender essa realidade?

A esse respeito Anastácio (1990, p.94-95), diz:

"A realidade é o mundo, entendido como horizonte de relações no qual o ser humano vive e se situa. Não se trata de um recipiente onde as coisas se transformam de modo encaixado, mas de uma "zona de compreensão" do modo pelo qual a significação daquilo a que se atribui existência se desenvolve historicamente, por meio de uma rede de relações. Neste sentido, o homem não se pode abstrair do mundo e olhá-lo de fora, mas, sim, ver – interpretar – comunicar, o que lhe possibilitará, por sua vez, compreender-se e interpretar-se, chegando a poder comunicar essa auto-compreensão e interpretação."

Quanto à compreensão da realidade, a mesma autora (op.cit.p.96) de maneira bastante interessante, ainda diz:

"... ao considerar a compreensão da realidade desde sua percepção mais particular e individual até aquela mais geral e abstrata, o trabalho de Modelagem nessa realidade assim percebida será concebido num esquema em espiral. Na medida em que se avança seguindo a trajetória desta curva, ao mesmo tempo se avança em extensão e em profundidade no trabalho que se faz. Segundo este esquema, no desenvolvimento do processo de Modelagem com o aluno, quanto a espiral é percorrida no sentido de seu crescimento, os conhecimentos matemáticos tornam-se cada vez mais abrangentes e abstratos no sentido de seu alcance. Quando, por sua vez, a espiral é percorrida no sentido de sua profundidade, os conhecimentos matemáticos tornam-se cada vez mais elaborados e abstratos no sentido de seus pressupostos. A imagem do esquema em espiral possibilita visualizar como o aluno estende sua visão de mundo e de si mesmo."

A Modelagem Matemática como estratégia para a aprendizagem matemática tem sido usada em: cursos regulares, em projetos de iniciação científica, em cursos com programas gerais de Matemática, em cursos de aperfeiçoamento de professores, em cursos de formação de professores de Matemática, em cursos de reciclagem de professores de Matemática. (Ver Gazzeta 1989, p.46-50)

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de mostrar de que maneira se usa a Modelagem Matemática como uma estratégia de aprendizagem da Matemática: A Matemática e as Abelhas, Plantação de Batatas, os carneiros da Prefeitura Municipal de Londrina e Cerâmica Artesanal. (Ver Gazzetta, 1989,p.99-150)

Todas as colocações feitas anteriormente parecem evidenciar bastante suas implicações educativas quanto ao ensino da Matemática, no sentido de enfatizar a necessidade de dar uma abordagem mais significativa para tal ensino.

Gross (1981, p.3) Coloca que:

"O problema fundamental da aplicação da Matemática pela Modelagem Matemática não é uma questão do conhecimento da Matemática, mas primeiramente uma questão da estrutura da mente e da maneira de pensar."

O processo de Modelagem Matemática, como forma de ensinar Matemática, apresenta três pontos importantíssimos:

1º) é um processo de abertura onde se podem aprender, questionar e relembrar conceitos matemáticos;

2º) é um processo de abertura para compreender situações reais, do cotidiano;

3º) é um processo que funciona como uma motivação para sugerir a aprendizagem, tanto da Matemática como também de outras áreas do conhecimento

Esses três pontos dizem respeito tanto à pessoa do professor quanto à do aluno.

Do professor no sentido de que ele;

- tem uma postura diferente daquela que tradicionalmente se tem numa sala de aula de Matemática, pois não se preocupa com a seqüência rígida do conteúdo;
- aprende e se envolve bastante com a situação abordada, pois age como um coordenador, um incentivador de idéias.

Do aluno no sentido de que ele

- busca solucionar uma situação do seu interesse;
- relembra e aprende conceitos matemáticos; inclusive pode aprender conceitos além daqueles que estão no programa;
- aprende e se envolve bastante com a situação real abordada, pois age como um pesquisador da teoria e da experiência em si, propondo as próprias situações a serem desenvolvidas.

Naturalmente, as pessoas vivem situações-problema das mais variadas possíveis em que se usam a Matemática para resolvê-las. Situações estas que fornecem provas da importância e do emprego da Matemática.

O estudo da Matemática, caracterizado pela sua importância, se traduz sempre dentro de um contexto, apresentando uma explicação de fenômenos que o homem vive em seu cotidiano, ajudando-o a fazer previsões, tomar decisões, a agir no sentido de buscar a compreensão, de conhecer, redescobrir, de usar o seu espaço em função de satisfazer suas necessidades, seus objetivos, suas inquietações, seus interesses.

O principal problema, então, consiste em criar uma atitude, uma maneira de pensar que permita aos alunos ver a Matemática como um instrumento para solucionar problemas não matemáticos. O objetivo fundamental na Modelagem Matemática é o de buscar a solução de um problema real com a ajuda da Matemática e de outro conhecimento, pois a Matemática é uma linguagem, em geral, poderosa, mas não é a única.

Sendo assim, a importância da Matemática, vista como uma linguagem para descrever fenômenos do mundo real, tem por finalidade desenvolver atitudes, quanto à maneira de pensar, quanto à capacidade de modelar situações reais; atitudes estas que se voltam para uma formação positiva em relação à Matemática.

### **2.2.2 - Resolução de Problemas**

Segundo Kausmeier (1982,p.377), vivemos em uma realidade com a qual estamos constantemente nos relacionando. Neste relacionamento surgem situações que exigem uma tomada de posição, uma solução, seja ela de ordem humana, material, afetiva, etc. É claro, que problemas, estamos pensando, cuja resolução através do pensamento foi requerida por meio dos fatos existentes na realidade que nos atinge, ou seja,

"Pensar, resolver problemas e criar contexto, e não como processos abstratos. O pensamento ocorre com referência a algo, a capacidade de solucionar problemas é utilizada para a solução de um problema, e a criatividade envolve a expressão de algo, de alguma forma."

O homem resolve seus problemas da maneira que lhe é própria, que ele achou conveniente para si próprio e para a própria situação-problema, ou seja, o homem resolve os mais variados problemas que surgem em sua vida, e, para esta resolução, ele tem que decifrá-los e tomar atitudes de decisão.

Saviani (1986,p.21) não considera uma questão como sinônimo de problema, no sentido de que uma pergunta ou uma indagação pode não trazer nenhuma conotação problemática, ou seja,

"... uma questão, em si, não caracteriza o problema, nem mesmo aquela cuja resposta é desconhecida; mas uma questão cuja resposta se desconhece e se necessita desconhecer, eis aí um problema."

Procurando o sentido de problema, fica difícil defini-lo, pois uma situação que é problema para alguns pode não ser para outros, isto é, existe um relacionamento tanto das características que uma situação possui como daquelas que o indivíduo carrega consigo, para que uma situação se caracterize ou não como um problema.

Neste sentido, Saviani (1986, p.20) escreve:

"... problema, apesar do desgaste determinado pelo uso excessivo do termo, possui um sentido profundamente vital e altamente dramático para a existência humana, pois indica uma situação de impasse. Trata-se de uma necessidade que se impõe objetivamente e é assumida subjetivamente."

Acredita-se que uma situação é um problema, quando o homem, ao executar suas ações, depara-se com aquelas em que tanto as condições existentes como as inúmeras experiências vividas por ele não lhe fornecem a solução.

Neste sentido, está claro que, em se tratando de problema, existe uma situação onde o homem se encontra envolvido, sente o desejo de compreendê-la, de refletir sobre ela, e cujo objetivo é a busca da solução.

Nesta linha, Medeiros (1985, p.111-112) diz:

"um problema só é um problema quando o indivíduo se apropria dele e é apropriado por ele, deseja pensar nele, estabelece uma busca contínua para a solução do mesmo. Para que estas surjam, é preciso que o sujeito se correlacione intencionalmente com o objetivo de investigação."

Encontra-se ainda uma outra definição que tem como objetivo dar alguma orientação para que o homem possa verificar quando uma situação será um problema. Essa definição composta por três itens é assim descrita por Lester e D'Ambrósio (1987, p.3):

"Definição: uma tarefa será um problema para um indivíduo somente quando ele:

1. estiver motivado a encontrar uma solução (por desejo ou necessidade);
2. não souber, de imediato, como encontrar uma solução;
3. tiver que se empenhar em procurar uma solução."

Com base nas considerações feitas de que uma situação pode ser problema para alguns e não para outros, deve-se refletir sobre os "problemas" com os quais se trabalha em aulas de Matemática com os alunos.

Quando se trabalha com a criança a operação de adição no conjunto dos números naturais e depois de sua conceituação se coloca a seguinte situação:

"Joãozinho tem 10 figurinhas e ganhou 15 figurinhas. Com quantas figurinhas Joãozinho ficou?"

Será que esta situação constitui um problema?

Considerando que esta situação foi colocada imediatamente após ter sido trabalhada a operação de adição no conjunto dos Números Naturais, ela não constituirá um problema, pois já se sabe antecipadamente o que fazer para resolvê-la: adicionar 10 figurinhas a 15 figurinhas, obtendo 25 figurinhas.

A resolução de problema, vista desta forma, confirma a insatisfação, indiferença que os alunos sentem com a Matemática, pois os algoritmos são conhecidos, mas usados mecanicamente. O aluno não vê sentido naquilo que faz e, conseqüentemente, não vê sentido na Matemática.

Num enunciado como este colocado, destaca-se ainda que a palavra "ganhou" já traduz a idéia de adicionar, juntar; assim como as palavras "perdeu" na operação de subtração traduz a idéia de subtrair, tirar; "vezes mais" na operação de multiplicação traduz a idéia de multiplicar e "repartir" na operação de divisão traduz a idéia de dividir.

Percebe-se então que há uma série de restrições com o uso da palavra "problema", usada para trabalhar conceitos de Matemática.

Com referência ainda ao exemplo dado, pode-se dizer que ele não aguça a curiosidade do aluno, nem o desafia, nem desenvolve a sua criatividade, sua iniciativa, sua postura exploradora.

Não é suficiente usar os conceitos matemáticos diariamente para obter uma mudança na maneira de pensar e agir sobre conceitos de Matemática. É fundamental dar ao aluno a chance de satisfazer sua curiosidade, de ter liberdade para tomar iniciativas e de cultivar sua postura exploradora.

Não é suficiente ser um grande perito em resolver algoritmos, saber regras. É fundamental saber como e onde utilizar adequadamente os conceitos aprendidos, nas diversas situações-problema que surgirem, ou ainda, é fundamental saber em quais ocasiões estes conceitos podem ser aplicados. Mais e mais ocasiões precisam de pessoas que tomem decisões rápidas, e que saibam sair das mais variadas situações.

Neste sentido, uma maneira bastante plausível é a de prepara o aluno para sair de situações novas, conforme elas apareçam, bem como iniciá-lo num processo de desenvolvimento de estratégias e procedimentos para resolvê-las.

Coloca-se agora a seguinte situação:

"Joãozinho é um colecionador de figurinhas. Ele e mais cinco amigos resolveram trocar figurinhas. Se cada um deles, inclusive Joãozinho, trocar uma figurinha com todos os outros, quantas figurinhas serão trocadas ao todo?"

Para procurar a solução, é necessário buscar uma ou mais estratégias de ação. Não há a tradução imediata da linguagem usual para a linguagem matemática. O aluno é desafiado, ele parte em busca de arquitetar um plano de ação, e por isso a ele é permitido desenvolver sua criatividade e dar vazão à sua iniciativa e espírito explorador.

Neste sentido, o aluno é preparado para sair de situações novas, e para isto ele se inicia num processo de desenvolvimento de procedimentos e estratégias para resolvê-las.

Coloca-se agora a seguinte situação:

"Uma escola ganhou por doação uma tela de 40m de comprimento. A direção da escola resolveu então cercar com a tela um terreno retangular que tivesse a maior área possível, para fazer um horta. Vamos ajudar a direção da escola a estudar com detalhes esta situação e encontrar-lhe a solução. Quais devem ser as dimensões do terreno?"

Situações iguais a essa retratam o dia-a-dia do aluno. Elas aparecem como uma situação real, uma situação que faz parte da vida do aluno, do ambiente em que ele vive, onde ele usará a Matemática como ferramenta para solucioná-la. Por ser uma situação que diz respeito ao mundo do aluno, e por isso aparece o desejo ou necessidade de resolvê-la, ganham força sua liberdade de pensar, raciocinar, conjecturar, estimar e a possibilidade de vazão ao pensamento criativo, estimulado pela curiosidade, interesse e motivação.

Alguns autores colocam que um dos principais motivos para estudar Matemática é aquele em que, através dela, se aprende a resolver problemas.

Lester e D'Ambrosio (1987, p.1), justificaram tal afirmação de forma bastante significativa, citando duas razões:

"1) uma consideração crítica em se determinar uma resposta para essa razão é o rápido passo em que nossa sociedade se modifica. Estamos cientes de que tal passo aumenta tão rapidamente, que logo todos os aspectos da vida terão sido afetados. Mudanças assim rápidas fazem com que seja difícil nos prepararmos para o futuro, pois não há meios precisos para prevermos quais serão as futuras descobertas científicas e tecnologias. As mesmo tempo, não há meios de aprendermos hoje tudo que necessitaremos saber no futuro sobre áreas como a Matemática. A atividade matemática é a parte essencial de quase toda a profissão: comércio, administração, previsão do tempo, arquitetura, engenharia, medicina e economia são apenas algumas. De fato, a necessidade do homem comum ser "matematicamente alfabetizado" é maior hoje do que em qualquer outra época;

"2) ainda outra razão para se ensinar a Resolução de Problemas na escola é que a capacidade de efetuar uma operação sem conhecimento de quando usar essa habilidade não tem valor. Por exemplo, não é suficiente que uma criança saiba como e em que circunstâncias usar essa operação. Ou seja, a criança deve aprender como e quando utilizar técnicas necessárias para resolver problemas."

Existem várias classificações para os tipos de problemas matemáticos apresentados por vários autores.

Citarei umas, dispostas em seis tipos e descrita por Lester e D'Ambrosio.(1987, p.1):

1º) Problemas tipo Exercício – são aquelas situações em que os alunos podem aperfeiçoar a habilidade e utilizar os algoritmos que já experienciaram ; como também é um tipo de problema bastante importante para manter o que já foi aprendido.

2º) Problema tipo Simples – É um tipo de problema que envolve a tradução da linguagem usual para uma expressão matemática simples como:  $7 - 4 = ?$

ou  $4 + ? = 7$ . Assim, sua função é a de traduzir situações escritas em linguagem usual para expressões matemáticas, como também a de reforçar conceitos matemáticos.

3º) Problemas tipo Composto – São problemas em que a resolução requer no mínimo dois passos para solucioná-los, ou seja, requer duas operações matemáticas.

4º) Problemas tipo Heurístico – São problemas em que as soluções requerem processos mentais mais elaborados para solucioná-los. São desenvolvidas aqui estratégias para a compreensão, planejamento, solução e avaliação ao se buscar a solução.

5º) Problemas de Aplicação – São caracterizados pelas situações reais, do dia-a-dia. Buscar a solução exige o uso dos elementos matemáticos para organizar, representar os dados e tirar conclusões. Esses tipos de problemas permitem que os alunos sintam a utilidade da Matemática.

6º) Problemas de Quebra-cabeça – São aqueles que podem ser resolvidos por via da Matemática, como a recreação, e, portanto, oferecem aos alunos flexibilidade ao atacá-los, pois podem ser vistos sob diferentes perspectivas.

Muitas pesquisas desenvolvidas centraram a atenção na elaboração de alguns direcionamentos que podem orientar na Resolução de Problemas. Estes direcionamentos, conhecidos também como Heurística, são usados pelo matemático Schoenfeld (1980, p.9) para designar:

"... uma sugestão ou estratégia geral independente de qualquer tópico em particular ou assunto que auxilia aqueles que solucionam problemas a abordarem e compreenderem um problema e de modo eficiente colocar em ordem seus recursos para solucioná-lo."

O mesmo autor, com base nas pesquisas realizadas em sala de aula, e trabalhando com grupos de estudo sobre Resolução de Problemas, fez uma triagem das principais heurísticas mais utilizadas em Resolução de Problemas, as quais são descritas a seguir:

" Algumas Heurísticas importantes na Resolução de Problemas:

\*Analisando e compreendendo o problema:

1. Desenhe, se possível, um diagrama.
2. Examine casos especiais para:
  - (a) exemplificar o problema;
  - (b) explorar a gama de possibilidades através de casos limitadores;
  - (c) encontrar padrões indutivos, estabelecendo parâmetros inteiros iguais a 1, 2, 3 ... em seqüência.
3. Tente simplificá-lo "sem perda de generalidade" (incluindo a implicação ou redução do problema).

\* Esboçando e planejando uma solução:

1. Planeje as soluções hierarquicamente.
2. Seja capaz de explicar, em qualquer ponto da solução, o que você está fazendo e o porquê; o que você fará com o resultado desta operação.

\* Explorando soluções para problemas difíceis:

1. Considere uma variedade de problemas equivalentes.
  - a) Substitua as condições por condições equivalentes.
  - b) Recombine elementos do problema de diferentes maneiras.
  - c) Introduza elementos auxiliares.
  - d) Reformule o problema por:

\* uma mudança da perspectiva e da notação;

\* consideração a raciocínios por contradição;

\* assumir uma solução e determinar suas propriedades.

2. Considere ligeiras alterações no problema original:

- a) Escolha submetas e tente atingi-las,
- b) Enfraqueça uma condição e tente, então, rompê-la.
- c) Decomponha o problema e trabalhe nele caso a caso.

3. Considere amplas modificações no problema original:

- a) Examine problemas análogos com menos complexidade (um número menor de variáveis).
- b) Mantenha todas as variáveis fixas, menos uma a fim de determinar a influência dela.
- c) Explore qualquer problema com forma similar, "fornecidas" ou conclusões; tente explorar tanto o resultado como o método.

\* Verificando a Solução

1. Use os seguintes testes específicos:

- a) Ela usa todos os dados pertinentes?
- b) Ela ajusta as estimativas ou predições razoáveis?
- c) Ela será aprovada em testes de simetria, análise dimensional ou de mudança de escala ?

2. Use os seguintes testes gerais.

- a) Ela pode ser obtida de modo diferente?
- b) Pode ser substanciada por casos especiais?
- c) Pode ser reduzida a resultados conhecidos?
- d) Pode ser usada para gerar algo que você conhece?" (p.10)

Essa forma de agrupar estratégias que poderão ser utilizadas no processo de Resolução de Problemas tem a finalidade de servir como guia para que o aluno possa compreender a situação, planejar, executar e verificar a solução no momento em que estiver resolvendo problemas.

Sendo assim, essas estratégias não têm um caráter puramente diretivo, mecânico, quando se faz referência à Resolução de Problemas, pois:

"... O processo de Resolução de Problemas é, entretanto, muito mais complexo do que pode ser resumido numa lista de estratégias, e o destino de tais listas, infelizmente, é que os estudantes tendem a perdê-las. A lista deve servir como referência e como uma moldura para resolver os problemas por meio de estratégias heurísticas. O processo de Resolução de Problemas, incluindo ilustrações dos tipos de decisões táticas que os resolvidores de problemas utilizam todo o tempo, pode e deve ser discutido muitas vezes na sala de aula." Schoenfeld (1980, p.15)

Segundo Polya (1977, p.87),

"... O estudo da Heurística tem como objetivos "práticos" melhor conhecimento das típicas operações mentais que se aplicam à resolução de problemas. Pode exercer também uma certa influência benéfica sobre o ensino, particularmente o da Matemática."

Embora Polya (1977), diga que o estudo de Heurística caminha para uma compreensão do processo de Resolução de Problemas, bem como para as operações mentais envolvidas no mesmo, ele não analisa a atividade mental, ou seja, o processo psíquico a que essas regras possam estar subordinadas. Mas suas sugestões heurísticas podem ser consideradas como termos meta-cognitivos, pois existe a reflexão sobre a forma evolucionária de como atacar um problema.

As quatro fases recomendadas por Polya (1977, p.5) estão descritas resumidamente a seguir.

A 1ª fase, **COMPREENSÃO DO PROBLEMA**, tem por objetivo sugerir ao alunos que se familiarizem com o problema, ou seja, que eles compreendam quais as condições que o problema impõe através de seu enunciado: a incógnita, os dados, a condicionante. Além dessa compreensão, é necessário que o aluno sinta o desejo de resolver o problema.

A 2ª fase, **ELABORAÇÃO DE UM PLANO**, tem a função de dar a conhecer ao aluno a idéia de um plano, e, para isto, ele deve ter em mente certos conceitos relevantes do conhecimento matemático, e até mesmo esboçar desenhos adequados, o que pode servir de

ajuda para que o mesmo obtenha a incógnita. Nesta fase ainda, analogias devem ser feitas com problemas já resolvidos anteriormente, pois estas analogias podem auxiliar decididamente o aluno no aperfeiçoamento de uma seqüência correta de idéias. Esta fase para Polya é "... o principal feito na resolução de um problema".

A 3ª fase, EXECUÇÃO DO PLANO, tem por finalidade proporcionar ao aluno um roteiro geral, ou seja, nessa fase ele deverá efetuar os cálculos, executar as estruturas pensadas. É aqui então onde a correção de cada passo do raciocínio, percebida intuitivamente ou formalmente, acontece e o aluno deve ficar convicto dessa correção. A 4ª e última fase, RETROSPECTO, é muito instrutiva para o trabalho de resolução, pois nele verifica cada passo, examinando os caminhos que o levaram à solução. Ou ainda, a solução não é simplesmente abandonada por ele. Além de rever os caminhos trilhados, o aluno verifica se a solução pode ser obtida por caminhos diferentes daqueles que ele utilizou. Sendo assim, essa fase tem por objetivo aprofundar os conhecimentos dos alunos, bem como aperfeiçoar sua capacidade em resolver problemas.

Hayes (1981, p.3), em suas pesquisas sobre Resolução de Problemas, volta a atenção para o processo de Representação, ou seja, ele está preocupado com a natureza das representações do problema e com os processos que as pessoas usam para formulá-lo. Estas representações estão muito ligadas com a forma com que se compreende o problema, pois:

"Para compreendermos um problema, o resolvidor de problemas cria (imagina) objetos e relações em sua mente que correspondem aos objetos e relações no problema externamente apresentado. Estes objetos e relações internas são a representação interna do problema para o solucionador. Desde que as pessoas os criam, diferentes pessoas podem criar diferentes representações internas do mesmo problema."

Para o mesmo autor,

"As representações externas são freqüentemente muito úteis na resolução de problemas difíceis. Nós devemos notar, no entanto, que as representações externas não podem ajudar-nos, a não ser que também tenhamos uma representação interna do problema. Imagine que estamos jogando xadrez. Diante de nós o tabuleiro e as peças proporcionam uma representação externa muito útil do jogo de xadrez. Porém, quando fazemos uma jogada, nós tipicamente a experimentamos em nossa mente antes de fazê-la no tabuleiro. O planejamento é feito internamente. Além disso, não poderíamos fazer uma jogada, quer em nossa mente, quer no tabuleiro, se não tivéssemos em representação interna.

Em resumo:

1. Uma representação interna é essencial para a resolução inteligente de problema. As representações internas são os meios pelos quais pensamos, da mesma maneira em que as palavras são um meio pelo qual falamos. Sem as representações internas não podemos pensar diretamente na solução de um problema, da mesma forma que sem as palavras nós não podemos falar.
2. Algumas vezes, uma representação interna é suficiente para a resolução. Se fôssemos muito habilidosos, poderíamos "jogar xadrez às cegas", isto é, poderíamos jogar usando apenas nossa representação interna, porém isto não seria fácil.
3. Para muitos problemas, a representação externa é muito útil."

Surge aqui a seguinte questão: como é que as representações internas são formadas?

"Primeiramente, poderíamos imaginar que a formação de representações internas seja um processo de cópia no qual o resolvidor de problema faz um tipo de xerox mental de uma situação-externa, reproduzindo tudo a situação externa e nada acrescentando. De fato, uma representação interna está longe de ser uma cópia. A formação de uma representação é um processo muito ativo no qual a pessoa acrescenta as informações da situação original." Hayes (1981, p.4)

Hayes (1981, p.6), referindo-se ao uso do conhecimento como fonte auxiliadora da interpretação de problemas, diz:

"Quando formamos uma representação do problema, não somente acrescentamos informações – isto é, usamos nosso conhecimento da língua e do mundo para compreendermos a informação do problema".

Neste sentido, Caraça (1958, p.13-14) coloca :

"..... A Matemática é geralmente considerada como uma ciência à parte, desligada da realidade, vivendo na penumbra do gabinete, gabinete fechado, onde não entram os ruídos do mundo exterior nem o sol nem os clamores dos homens. Isto só em parte é verdadeiro. Sem dúvida, a Matemática possui problemas próprios, que não têm ligação imediata com outros problemas da vida social. Mas não há dúvida também de que os seus fundamentos mergulham tanto como os de outro qualquer ramo da Ciência, na vida real; uns e outros em troca na mesma madre”

Uns dos maiores avanços nas pesquisas realizadas sobre Resolução de Problemas, foi o de levantar perspectivas de se trabalhar com Resolução de Problemas, aqui comentadas:

1ª Perspectiva: Resolução de Problemas: um Novo Conteúdo.

Segundo Gazire (1988, p.89),

"Essa perspectiva é baseada na crença de que levar o aluno ao conhecimento de várias técnicas e estratégias de Resolução de Problemas contribui para desenvolver problemas."

Nesta perspectiva, não prevalece o conteúdo a ser estudado, mas, sim, estuda-se o problema pelo problema. Destacam-se aqui os quebra-cabeças e os jogos.

O professor é quem dirige todo o trabalho a ser desenvolvido com a Resolução de Problemas. Pressupondo que o aluno já domine o conteúdo, ele é quem apresenta as situações-problemas e as estratégias que possam ajudar o aluno a resolvê-las. Preparando então o aluno para o uso de estratégias, ele é quem explica os problemas e corrige as soluções.

Já o aluno discute as situações-problema apresentadas, discute e treina as estratégias também apresentadas, aplica as estratégias aos problemas apresentados, bem como elabora a solução.

2ª Perspectiva: Resolução de Problemas: Aplicação de Conteúdos.

De acordo com Gazire (1988, p.104),

"... Esse enfoque dado à Resolução de Problemas é baseado na crença de que se aprende melhor um conteúdo quando ele é aplicado."

Nesta perspectiva, prevalece o conteúdo, pois a Resolução de Problemas aparece logo após o desenvolvimento do mesmo. O professor aqui apresenta o conteúdo, propõe o problema, explica a técnica de resolução e a solução. Já o aluno recebe o conteúdo, resolve o problema, treina a técnica apresentada pelo professor e elabora a solução.

3ª Perspectiva: Resolução de Problemas : Um meio de Ensinar Matemática.

Ainda segundo Gazire (1988,p.124),

"Essa perspectiva vem da crença de que se todo conteúdo a ser aprendido for iniciado numa situação de

aprendizagem, através de um problema-desafio, ocorrerá uma construção interiorizada do conhecimento a ser adquirido."

Nesta perspectiva prevalece a aprendizagem do aluno, o qual é colocado diante de situações de aprendizagem iniciadas por problemas. O professor propõe a situação de aprendizagem por via de problemas-desafio, orientando o aluno na busca do conteúdo matemático para solucionar os problemas apresentados por ele, e dessa forma ele analisa juntamente com o aluno as soluções encontradas e o incentiva a procurar novos caminhos para a solução. Dialogando com o aluno, o professor permite que ele verbalize seus processos de pensamento e conseqüentemente realize a construção interiorizada do conhecimento, tendo assim condições de organizar o conteúdo pertinente ao problema.

Já o aluno é livre para tomar decisões quanto à forma de atuar diante dos problemas-desafio apresentados pelo professor, cria estratégias para buscar a solução, constrói seu próprio conhecimento e organiza o conteúdo pertinente ao problema, graças ao diálogo que tem com o professor e os colegas.

Das três perspectivas, a terceira delas, encarando a Resolução de Problemas como uma metodologia de ensino, parece ser aquela que propicia o surgimento de uma aprendizagem mais significativa para os alunos, pois os alunos são construtores de seus próprios conhecimentos, e o professor funciona como um orientador de todo o trabalho com Resolução de Problemas na sala de aula.

### **2.2.3 - Criatividade**

Embora não exista nenhuma definição precisa sobre Criatividade, muitas tentativas têm sido feitas para defini-la. No intento de esclarecer um pouco mais o complexo processo criativo e criatividade, procurarei, através da literatura existente, ver o que alguns educadores, psicólogos e educadores matemáticos têm escritos a esse respeito.

Torrance (1976, p.2), definiu o processo criativo:

"...como um processo natural nos seres humanos, através do qual uma pessoa se conscientiza de um problema, de uma dificuldade ou mesmo de uma lacuna nas informações, para a qual ainda não aprendeu a solução; procura, então, as soluções possíveis em suas experiências prévias ou nas experiências dos outros. Formula hipóteses sobre todas as soluções possíveis, avalia e testa soluções, modifica-as, reexamina-as e comunica os resultados."

Os matemáticos Hadamard e Poincaré (1973, p.9-10) reconheceram que existe vários estágios referentes ao pensamento criativo:

" O 1º estágio é o período de preparação, concentração e envolvimento profundo num problema. Ele é seguido por um segundo estágio, incubação: durante esse período o problema é deixado de lado por um momento, mas o trabalho na solução continua no nível inconsciente, se o trabalho inconsciente e prolongado do 2º estágio deu bom resultado, num 3º estágio ocorre iluminação ou "insight" na solução. Durante o 4º e último estágio, verificação, elaboração e refinamento da descoberta, a solução acontece."

Já Rogers (1970, p.301), escreve:

"... a minha definição do processo criativo é que se trata de uma emergência na ação de um novo produto relacional que provém da natureza única do indivíduo por um lado, e dos materiais, acontecimentos, pessoas ou circunstâncias de sua vida, por outro ."

Ainda na tentativa de clarificar um pouco mais o que se entende por criatividade e pensamento criativo, passarei a citar o que os pesquisadores têm a dizer sobre o que ocorre durante o processo criativo, ou seja, o que ocorre no ato criativo.

Koestler, citado por D'Ambrosio (1986, p.2), assim o define:

"o ato criativo, conectando previamente dimensões não relacionadas de experiência, possibilita ao indivíduo atingir um nível mais alto de evolução mental. É um ato de libertação – a derrota do hábito pela originalidade."

Na discussão da natureza do ato criativo, Hayes (1981, p.199) acredita que:

" ... um ato criativo seja um tipo de resolução de problema, que seja um ato de solução de problema mal definido."

Um problema mal definido é aquele que exige que os solucionadores contribuam para a definição do problema a partir de seus próprios recursos.

Para Rogers (1970, p.306), o ato criativo

"... é o comportamento natural de um organismo que tem tendência para se expandir quando está aberto a todo o campo de sua experiência, seja ela interior, seja exterior, e quando é livre para procurar de uma maneira flexível todos os tipos de relações."

O mesmo autor (ibid.p.301) define elementos que fazem parte do processo criativo:

- deve haver produto observável;
- criatividade tem sempre a marca do indivíduo sobre o produto;
- o processo criativo é o mesmo nas diferentes áreas;
- todos possuem potencial para a criatividade." Rogers (1970, p.301)

Como já se disse, a Criatividade é um conceito bastante amplo, pois traduz o significado da habilidade de criar, de produzir algo novo.

Na tentativa de definir a Criatividade, encontra-se em D'Ambrosio (1986, p. 2) tal conceito analisado de maneira bastante ampla:

" Criatividade é entendida de várias maneiras, todas elas convergindo para produzir algo que não é esperado e traz novas dimensões para um esforço. A criatividade se manifesta de várias formas e é reconhecida pelo que ela produz, seja uma peça criativa de poesia, ou gols em um jogo de futebol, ou uma piada, ou uma prova engenhosa de um teorema matemático. Todas essas manifestações de criatividades pressupõem algo novo que se ajusta apropriadamente ao que existe e que é legitimado pelas regras e convenções da sociedade."

Outro aspecto levantado por D'Ambrosio (1986, p.3) é que:

"... tanto transgredindo como estendendo limites existentes, criatividade depende de alguma forma de aceitação, de legitimação a existência de fatores sócio-culturais que dêem significado e mesmo reconhecimento a um produto intelectual ou material."

As implicações educativas de todas estas colocações parecem bastante evidentes. Tentarei, então, clarear como estas implicações se incluem no caso particular da prática educativa matemática.

Acreditando que a iniciativa e a descoberta sejam uma das metas essenciais do ensino da Matemática; Dante (1988, p.46), enfatizando a necessidade de uma abordagem criativa para tal Ensino, coloca:

"o homem sendo essencialmente potencialidades, possibilidades que procuram se completar, a tarefa da educação é permitir e garantir que essas possibilidades se concretizem, se completem e, constantemente, se atualizem, como para nós todo ser humano é potencialmente criativo e traz consigo esta tendência natural de se expandir, cabe então à educação criar condições e ambientes favoráveis para que este potencial se desenvolva, e o criativo possa emergir. Não existem receitas para se desenvolver criatividade, mas é possível pensar numa "educação para a criatividade", com atividades e práticas que favoreçam o seu aparecimento e seu desenvolvimento.

Neste sentido, é de fundamental importância a criação de um ambiente educativo propício, onde a criança possa ter liberdades e independência de pensamentos e ações, esteja livre de julgamentos e pressões exteriores e, experiências, seja respeitada, valoriza e encoraja por suas idéias imaginativas ou pouco comuns e, sobretudo, que ela possa ser autêntica, ser ela mesma, em qualquer ocasião."

Beaudot (1976, p.9), enfatizando a necessidade de cultivar a criatividade na escola, coloca:

"... ao nível dos professores como ao dos alunos, percebe-se, em toda parte, a mesma preocupação, a mesma exigência de nosso tempo, a imaginação, a invenção, a iniciativa, a criatividade. Por certo, sempre houve homens dotados de imaginação, mas parece que o século XX exige toda imaginação de que todos os homens são capazes, simultaneamente, por preocupação com eficácia técnica e pelo desejo de conservar a dignidade humana, diante de um mundo de máquinas e robôs. (...)

No próprio momento em que a Criatividade está cada vez menos na base da educação, ela se torna, por ordem das necessidades do mundo moderno, cada vez mais essencial. É urgente reanimá-la."

Apesar de o ensino de Matemática estar passando por momentos difíceis, parecem surgir novas reflexões e teorizações sobre o mesmo, cujo objetivo é desenvolver a originalidade e o espírito crítico nos alunos. Assim, o ato educativo se transforma em um ato de comunicação entre o professor e o aluno, onde estes procuram explicitar seus mundos, suas experiências na tentativa de compreendê-los.

Pensa-se num ensino de Matemática como aquele que abra caminho à imaginação, liberdade de expressão, descoberta, iniciativa, originalidade, crítica, onde contudo a criatividade deve caminhar a passos largos, e não mais ser sufocada, ignorada. Para isto, o ambiente educativo não deve funcionar na inércia, na rotina, sem levar em conta as capacidades e potencialidades dos alunos.

"o principal construtor desse ambiente é, sem dúvida, o professor. Ele vai junto com os alunos, criando condições para que o ambiente vá se formando. Ele funciona mais como um incentivador e coordenador das atividades dos alunos: incentiva o pensar produtivo, levantando questões, propondo problemas, fazendo e encorajando perguntas, promovendo discussões e dando grande oportunidade de participação espontânea.

O produto da criatividade do professor são as oportunidades efetivamente criadas por ele para que as crianças tenham contato com experiências educativas. Criar oportunidades para que as crianças libertem suas potencialidades exige um posicionamento todo especial do professor: é preciso que a criança seja tratada como um indivíduo com qualidades únicas que tem idéias e valores próprios – sua autenticidade deve ser encarada

naturalmente; ela precisa ganhar confiança e caminhar na direção do eu posso fazer por mim mesmo; é preciso deixar que a criança se aventure, se arrisque – isso aumenta a probabilidade dela encontrar novidades ou soluções novas a uma dada questão ou problema; é preciso que o professor de algum tempo para trabalho independente, deixando a criança pensar, divagar, fazer conjecturas, hipóteses e explorá-las – este trabalho absorto, sem tempo marcado, respeitando seu próprio ritmo, é essencial para a produção de idéias novas; é preciso que o professor encare o "erro" da criança com naturalidade e certa relatividade e não de modo restrito e absoluto – é preciso muito pensar antes de reorientar as crianças - o julgamento externo é sempre inibidor e, afinal de contas, bem sabemos que é do mar de irrelevâncias que brotam os elementos criativos, as relações, as coisas surpreendentes." (p.48-49)

### 2.3 - Aprendizagem Significativa e sua Avaliação

Por estar abordando um processo ensino-aprendizagem de conceitos, leis e princípios da Física Clássica, achei importante resgatar o termo aprendizagem significativa, utilizado pelos autores da educação Matemática citados no início de nosso trabalho e bastante presente no ensino das Ciências. “ **A teoria da aprendizagem significativa**” identifica as propostas sobre aprendizagem escolar e a instrução formuladas pelo psicólogo educacional norte-americano David P. Ausubel (1963, 1968, 1978); em sua proposta Ausubel insiste em dizer que é no curso da **aprendizagem significativa** que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o aprendiz, Moreira (1996, p.1):

.Segundo Moreira (1996,p.2):

Aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz

Ainda em Moreira (1996, p.1), o autor focaliza, segundo Ausubel, o conceito de aprendizagem significativa, a facilitação desse tipo de aprendizagem e, sobretudo, a questão de como avaliá-la.

Em Moreira (1997, p.1), para Ausubel (1963, p. 58)

“A aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de idéias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento.”

Cabe aqui um parêntese, para distinguir entre significado lógico e psicológico:

Para o mesmo autor Moreira (1996, p.8), segundo Ausubel (1978, pp. 49-50):

“O significado lógico depende **somente** da “natureza do material”. É um dos dois pré-requisitos que, juntos, determinam se o material é potencialmente significativo para um determinado aprendiz. O outro é a disponibilidade de conteúdo relevante, adequado, na estrutura cognitiva do aprendiz.”

Portanto, o significado lógico se refere ao significado inerente a certos tipos de materiais simbólicos, em virtude da própria natureza desses materiais. A evidência do significado lógico está na possibilidade de relacionamento, de maneira substantiva e não-arbitrária, entre material e idéias, correspondentemente significativas, situadas no domínio da capacidade intelectual humana. O conteúdo das disciplinas ensinadas na escola é, quase que por definição, logicamente significativo, assim que, raramente, as tarefas de aprendizagem escolares se ressentem de significado lógico.

O significado psicológico, por sua vez, é uma experiência inteiramente **idiossincrática**. Refere-se ao relacionamento substantivo e não-arbitrário, de material logicamente significativo, à estrutura cognitiva do aprendiz individualmente. Isso significa que a matéria de ensino pode, na melhor das hipóteses, ter significado lógico, porém, é o seu relacionamento, substantivo e não-arbitrário, à estrutura cognitiva de um aprendiz em particular que a torna potencialmente significativa e, assim, cria a possibilidade de transformar significado lógico em psicológico, durante a aprendizagem significativa. Dessa forma, a emergência do significado psicológico depende não somente da apresentação ao aprendiz de um material logicamente significativo, mas, também, da disponibilidade, por parte desse aprendiz, do necessário conteúdo ideacional.

Naturalmente, embora o significado psicológico seja sempre **idiossincrático**, isto não exclui a existência de significados sociais ou significados denotativos, os quais são compartilhados por diferentes indivíduos. Os significados individuais, que diferentes membros de uma certa cultura possuem para diferentes conceitos e proposições, são, em

geral, suficientemente similares para permitir a compreensão e comunicação interpessoal (op. cit., pp. 50-51).

Segundo Moreira (1997, p.2), as proposições de Ausubel partem da consideração de que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna (significado psicológico) baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que a sua complexidade depende, muito mais que do número de conceitos presente, das relações que esses conceitos estabelecem entre si. Entende-se que essas relações têm um caráter hierárquico, de maneira que a estrutura cognitiva é compreendida, fundamentalmente, como uma rede de conceitos organizados de modo hierárquico de acordo com o grau de abstração e de generalização.

*Não-arbitrariedade e substantividade são as características básicas da aprendizagem significativa* Não-arbitrariedade quer dizer que o material potencialmente significativo se relaciona de maneira não-arbitrária com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Ou seja, o relacionamento não é com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, os quais Ausubel chama subsunçores. O conhecimento prévio serve de matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos quando estes “se ancoram” em conhecimentos especificamente relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva. Novas idéias, conceitos, proposições, poderá ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras idéias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros.

*Substantividade* significa que o que é incorporado à estrutura cognitiva é a *substância* do novo conhecimento, das novas idéias, não as palavras precisas usadas para expressá-las. O mesmo conceito ou a mesma proposição podem ser expressos de diferentes maneiras, através de distintos signos ou grupos de signos, equivalentes em termos de significados. Assim, uma aprendizagem significativa não pode depender do uso *exclusivo* de determinados signos *em particular* (op. cit. p. 41).

Neste sentido, Moreira (1996, p.13) coloca que:

“A partir dessas especificações, a aprendizagem escolar passa a caracterizar-se como assimilação a essa rede de determinados corpos de conhecimentos

conceituais, selecionados socialmente como relevantes e organizados nas matérias escolares.”

Desta forma, a essência do processo da aprendizagem significativa está, portanto, no *relacionamento não -arbitrário e substantivo* de idéias simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, isto é, a algum conceito ou proposição que já lhe é significativo e adequado para interagir com a nova informação. É desta interação que emergem, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos (ou seja, suficientemente não arbitrários e relacionáveis de maneira não-arbitrária e substantiva a sua estrutura cognitiva). É também nesta interação que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados.

Ainda segundo Moreira (1996, p.2),

Em Física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, estes servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e de campo como, por exemplo, a força e o campo eletromagnéticos. Todavia, este processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação dos conceitos subsunçores (força e campo). Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes, bem elaborados, claros, estáveis ou limitados, pouco desenvolvidos, instáveis, dependendo da frequência e da maneira com que serviriam de ancoradouro para novas informações e com elas interagiram. No exemplo dado, uma idéia instrutiva de força e campo serviria como subsunçor para novas informações referentes a força e campo gravitacional, eletromagnético e nuclear, porém, na medida que esses novos conceitos fossem aprendidos de maneira significativa isso resultaria em crescimento e elaboração dos conceitos de força e campo ficando mais abrangentes e elaborados e mais capazes de servir de subsunçores para novas informações relativas a forças e campos correlatas.

*Fica, então, claro que na perspectiva ausubeliana, o conhecimento prévio (a estrutura cognitiva do aprendiz) é a variável crucial para a aprendizagem significativa.*

Quando o material de aprendizagem é relacionável à estrutura cognitiva *somente* de maneira arbitrária e literal que não resulta na aquisição de significados *para o sujeito*, a

aprendizagem é dita mecânica ou automática. A diferença básica entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica está na relacionabilidade à estrutura cognitiva: não arbitrária e substantiva versus arbitrária e literal (ibid.). Não se trata, pois, de uma dicotomia, mas de um contínuo no qual elas ocupam os extremos.

Para o mesmo autor Moreira (1996, p.3), em Física, como em outras disciplinas, a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos pode ser tomada como exemplo típico de aprendizagem mecânica. Talvez aquela aprendizagem de “última hora”, de véspera de prova, e que somente serve para a prova pois é esquecida logo após, caracterize também a aprendizagem mecânica. Ou, ainda, aquela típica argumentação de aluno que afirma ter estudado tudo, e até mesmo “saber tudo”, mas que, na hora da prova, não consegue resolver problemas ou questões que impliquem usar e transferir esse conhecimento.

O tipo mais básico de aprendizagem significativa é a aprendizagem do significado de símbolos individuais (tipicamente palavras) ou aprendizagem do que eles representam.

Ausubel, citado por Moreira (1997, p.2), assim a denomina de:

“aprendizagem representacional este tipo de aprendizagem significativa (op. cit. p. 42). A aprendizagem de conceitos, ou aprendizagem conceitual (é um caso especial, e muito importante, de aprendizagem representacional, pois conceitos também são representados por símbolos individuais). Porém, neste caso são representações genéricas ou categoriais. E preciso distinguir entre aprender o que significa a palavra-conceito, ou seja, aprender qual conceito está representado por uma dada palavra e aprender o significado do conceito (op. cit. p. 44). A aprendizagem proposicional, por sua vez, se refere aos significados de idéias expressas por grupos de palavras (geralmente representando conceitos) combinadas em proposições ou sentenças.”

Ainda na tentativa de clarificar um pouco mais o que se entende por estrutura cognitiva Moreira (1997, p.2), cita que para Ausubel, a estrutura cognitiva tende a organizar-se hierarquicamente em termos de nível de abstração, generalidade e inclusividade de seus conteúdos. Conseqüentemente, a emergência de significados para os materiais de aprendizagem tipicamente reflete uma relação de subordinação à estrutura cognitiva. Conceitos e proposições potencialmente significativos ficam subordinados ou, na linguagem de Ausubel (op. cit. p. 52), são “subsumidos” sob idéias mais abstratas, gerais e

inclusivas (os “subsunçores”). Este tipo de aprendizagem é denominado *aprendizagem significativa subordinada*. É o tipo mais comum. Se o novo material é apenas corroborante ou diretamente derivável de algum conceito ou proposição já existente, com estabilidade e inclusividade, na estrutura cognitiva, a aprendizagem subordinada é dita *derivativa*. Quando o novo material é uma extensão, elaboração, modificação ou quantificação de conceitos ou proposições previamente aprendidos significativamente, a aprendizagem subordinada é considerada *correlativa* (ibid.).

O novo material de aprendizagem guarda uma relação de superordenação à estrutura cognitiva quando o sujeito aprende um novo conceito ou proposição mais abrangente que possa a subordinar, ou “subsumir”, conceitos ou proposições já existentes na sua estrutura de conhecimento. Este tipo de aprendizagem, bem menos comum do que a subordinada, e chamada de *aprendizagem superordenada*. É muito importante na formação de conceitos e na unificação e reconciliação integradora de proposições aparentemente não relacionadas ou conflituosas (op. cit. p. 53).

Ainda segundo Moreira (1997, p.3) Ausubel cita o caso da aprendizagem de conceitos ou proposições que não são subordinados nem superordenados em relação a algum conceito ou proposição, *em particular*, já existente na estrutura cognitiva. Não são subordináveis nem são capazes de subordinar algum conceito ou proposição já estabelecido na estrutura cognitiva do aprendiz. A este tipo de aprendizagem ele dá o nome de *aprendizagem significativa combinatória* (ibid.). Segundo ele, generalizações inclusivas e amplamente explanatórias tais como as relações entre massa e energia, calor e volume, estrutura genética e variabilidade, oferta e procura requerem este tipo de aprendizagem.

Assim Moreira (1996, p.3) segundo Ausubel, a aprendizagem significativa implica, como um processo central, a interação entre a estrutura cognitiva prévia do aluno e o material ou conteúdo de aprendizagem. Essa interação traduz-se em um processo de modificação mútua tanto da estrutura cognitiva inicial como do material que é preciso aprender, constituindo o núcleo da aprendizagem significativa, o que é crucial para entender as propriedades e a potencialidade.

A noção de aprendizagem significativa, definida dessa maneira, torna-se nesse momento o eixo central da teoria de Ausubel. Efetivamente, a aprendizagem significativa tem vantagens notáveis, tanto do ponto de vista do enriquecimento da estrutura cognitiva do

aluno como do ponto de vista da lembrança posterior e a utilização para experimentar novas aprendizagens, fatores que a delimitam como da aprendizagem mais adequada para ser promovida entre os alunos.

Para Moreira (1996, p.1), segundo a teoria de Ausubel, na aprendizagem significativa há três vantagens essenciais em relação à aprendizagem memorística. Em primeiro lugar, o conhecimento que se adquire de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo. Em segundo lugar, aumenta a capacidade de aprender outros materiais ou conteúdos relacionados de uma maneira mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida. Em terceiro lugar, e uma vez esquecida, facilita aprendizagem seguinte – a “reaprendizagem”, para dizê-lo de outra maneira. A explicação dessas vantagens está nos processos específicos por meio dos quais se produz a aprendizagem significativa.

### 2.3.1- O ENSINO PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: OS ORGANIZADORES PRÉVIOS E AS HIERARQUIAS CONCEITUAIS

Segundo Coll (1986, p.19), a importância da estrutura cognitiva prévia e a sua conscientização pelo ensino evidencia, claramente, o que talvez seja a afirmação mais conhecida entre as formulações de Ausubel:

***“ o fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Descubra o que é e o ensine em seqüência” (Ausubel, Novak e Hanesian, 1983, p.6)***

A partir da análise da classe de relação hierárquica que há entre o conhecimento que já existe na estrutura cognitiva e a informação que é preciso aprender proposta por Ausubel, as condições básicas necessárias para que possa haver um processo de aprendizagem significativo são, segundo Coll (1986,p.19):

- a) a *significatividade lógica* do novo material que é preciso aprender, remete à estrutura interna desse material, que não deve ser nem arbitrária nem confusa para facilitar o estabelecimento de relações substanciais com os conhecimentos prévios do aluno;

- b) a *significatividade psicológica*: para que a aprendizagem seja possível, o aluno deve dispor de uma estrutura cognitiva de conhecimento prévios pertinentes e ativados que possa relacionar com o material que deve aprender;
- c) o aluno deve ter uma determinada atitude ou *disposição favorável* para aprender de maneira significativa, isto é, para relacionar o que aprende com o que já sabe.

Para o mesmo autor (1986,p.19), a última das condições comentadas para a aprendizagem significativa “ é um toque de atenção sobre o papel decisivo dos aspectos motivacionais”. Embora o material de aprendizagem seja potencialmente significativo, lógico e psicológico, se o aluno tem uma predisposição para memorizá-lo repetitivamente (pois demanda menos esforço e é mais simples fazê-lo dessa maneira!), os resultados não terão significação e terão pouco valor educativo. Dessa forma, o maior ou menor grau de significatividade da aprendizagem dependerá, em grande parte, da força da tendência para aprender significativamente: o aluno pode sentir-se contente em adquirir conhecimentos vagos ou difusos, ou, pelo contrário, pode esforçar-se para construir significados precisos; pode confrontar-se em estabelecer uma relação concreta ou pode tentar integrar o novo material de aprendizagem com o maior número possível de elementos da sua estrutura cognitiva”.

Ainda, Coll (1986,p.19-20), cita que Ausubel considera a estrutura cognitiva do aluno e a sua manipulação por meio da maneira de apresentar e organizar o conteúdo do ensino como aspecto-chave para favorecer a aprendizagem significativa. Essa consideração encontra-se na base de duas propostas básicas para planejar e delinear o ensino: o uso dos “organizadores prévios” são materiais introdutórios que se apresentam num nível de generalidade e abstração maior que o novo material e, de outro, são formulados em termos familiares para o aluno. Com essa característica, os organizadores prévios podem ajudar a criar um contexto assimilativo significativo e a motivar o aluno para que o utilize.

Usando as palavras de Ausubel

“(.....) As razões para utilizar organizadores são principalmente: a) a importância de ter idéias pertinentes e, por outro lado, adequadas, “já” disponíveis na estrutura cognitiva para dar significado às idéias novas, para muitas tarefas em potencial, e para consolida-las estavelmente; b) as vantagens em utilizar as idéias mais gerais e inclusivas de uma disciplina como idéia de consolidação ou inclusores (destacando-se, a

idoneidade e a especificidade da sua pertinência, a sua maior estabilidade inerente, o seu maior poder explicativo e a sua capacidade integradora); c) o fato de que eles mesmos se proponham a identificar o conteúdo pertinente que já existe na estrutura cognitiva (e relacionar-se explicitamente), bem como indicar, de uma maneira explícita, a pertinência desse conteúdo com a sua pertinência própria em relação ao novo material de aprendizagem. Em poucas palavras: a principal função de um organizador prévio é salvar o abismo que há entre o que o aluno já sabe e o que necessita saber antes que aprenda com bons resultados a tarefa imediata. Ausubel (1968, citado por Novak, 1986, p. 76-77).

Resumindo, essa proposta significa organizar o ensino de acordo com uma seqüência descendente, partindo dos conteúdos mais gerais e inclusivos implicados no conteúdo que é preciso ensinar até chegar aos mais específicos, passando pelos conceitos intermediários. Essa seqüência descendente deve ser esquematizada apresentando e revisando ciclicamente os diferentes conceitos, para poder promover tanto a diferenciação progressiva dos conceitos mais gerais como a reconciliação integradora para o conjunto da estrutura, evidenciando, dessa maneira, as relações de diferentes classes que os conceitos mantêm entre eles.

### 2.3.2 - Avaliação da Aprendizagem Significativa

Em Moreira (1996, p.26), a aquisição de significados, como já foi dito, é o produto da aprendizagem significativa. Ou seja, o significado real para o indivíduo (significado psicológico) emerge quando o significado potencial (significado lógico) do material de aprendizagem converte-se em conteúdo cognitivo diferenciado e idiossincrático por ter sido relacionado, de maneira substantiva e não arbitrária, e **interagindo** com idéias relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

É essa interação, já mencionada repetidas vezes, que caracteriza a aprendizagem significativa, mas, até agora, nada foi dito acerca de como se pode ter evidências de sua ocorrência. Para o mesmo autor (ibid.1996, p.26), segundo Ausubel (1978, pp. 146-147), a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros,

precisos, diferenciados e transferíveis. Porém, ao se testar essa compreensão, simplesmente pedindo ao estudante que diga quais os atributos criteriais de um conceito, ou os elementos essenciais de uma proposição, pode-se obter apenas respostas mecanicamente memorizadas. Argumenta que uma longa experiência em realizar exames faz com que os alunos se habituem a memorizar, não só proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver “problemas típicos”. Propõe, então, que, ao se procurar evidências de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a “simulação da aprendizagem significativa” é formular questões e problemas de maneira nova e não familiar que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido.

De acordo com Moreira (1996, p.26), testes de compreensão devem, no mínimo, ser escritos de maneira diferente e apresentados em um contexto, de certa forma, distinto daquele originalmente encontrado no material instrucional. Solução de problemas, sem dúvida, é um método válido e prático de se procurar evidência de aprendizagem significativa. Talvez seja, segundo Ausubel, a única maneira de avaliar, em certas situações, se os alunos, realmente, compreendem significativamente as idéias que são capazes de verbalizar. Ele mesmo, porém, chama atenção para o fato de que se o aprendiz não for capaz de resolver um problema, isso não significa, necessariamente, que tenha apenas memorizado os princípios e conceitos relevantes à solução do problema, pois esta envolve, também, o uso de outras habilidades aos estudantes que diferenciem idéias relacionadas, mas não idênticas, ou que identifiquem os elementos de um conceito ou proposição de uma lista contendo, também, elementos de outros conceitos e proposições similares. Além dessas, outra alternativa para verificar a ocorrência de aprendizagem significativa é a de propor ao aprendiz uma tarefa de aprendizagem seqüencialmente dependente da outra, a qual não possa ser executada sem uma genuína compreensão da precedente.

Para o mesmo autor (ibid.1996, p.27), qualquer professor sabe, no entanto, o resultado de propor, nos instrumentos de avaliação, “questões e problemas de uma maneira nova e não familiar que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido”: um verdadeiro desastre; parece que os alunos não aprenderam nada.

E por que isso? Moreira (1996, p.27) responde, de que não adianta nada buscar evidências de aprendizagem significativa se o ensino não foi organizado e ministrado para facilitar a aprendizagem significativa.

Isso implica que na avaliação de aprendizagem significativa deve-se buscar evidências de que o aluno cada vez mais usa os significados compartilhados no contexto da matéria de ensino, mas isso não quer dizer que em determinadas situações ele não venha a usar os “antigos” e “errôneos” significados.

No ensino de ciência, a mudança conceitual tem sido perseguida desde o início da “época das concepções alternativas” na década de 70. Muitas pesquisas têm sido feitas e muitas estratégias têm sido tentadas, mas praticamente sem nenhum êxito quando a mudança conceitual é interpretada como uma tentativa de apagar da estrutura cognitiva do aluno as concepções alternativas. Isso não é possível, pois tais concepções são fruto de aprendizagens significativas e tais aprendizagens não são apagáveis. Pode-se não usá-las – e isso é outra coisa – mas não apagá-las.

Em Física, por exemplo, se um estudante depois de todo um curso de Mecânica voltar a usar, em determinada situação, um significado não newtoniano isso não quer dizer que não tenha aprendido nada da Mecânica de Newton e que o ensino que lhe foi ministrado foi um fracasso. O problema é o aluno continuar raciocinando **predominantemente** de maneira pré-newtoniana, não eventualmente em casos específicos. A mudança conceitual é evolutiva, progressiva e isso deve ser levado em conta na avaliação da aprendizagem significativa.

### **CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE MATEMÁTICA DA UEPA**

### **3.1 – AS CATEGORIAS DE ANÁLISE**

Considerando as premissas, conceitos e afirmações que foram oferecidos pelos autores da Educação Matemática (Bicudo.1988,D'Ambrosio.1986, Nameri.1991, Machado. 1994) e Ensino-Aprendizagem de Ciências (Coll.1986, Moreira.1996), pude efetivar uma análise e posterior reflexão sobre as contribuições desses autores. Com base nesses estudos, achei importante mapear suas idéias, isto é, algo que sintetizasse o pensamento desses autores.

Verifico que existe muita convergência por parte dos autores no que diz respeito a determinados conceitos. Há uma unanimidade em relação a três, quais sejam: significatividade, interdisciplinaridade e contextualização da realidade. Isto significa que existem muitas idéias que podem e devem ser aproveitadas nos Cursos de Licenciatura.

Na verdade, há um distanciamento muito grande com relação à produção acadêmica e ao fazer acadêmico. Entendo que mesmo que a produção dos autores da academia seja de alta qualidade, indicando rumos para a formação de professores, os Cursos de Licenciatura, em sua grande maioria, não estão levando em consideração essa produção. Assim, continuamos a ter Cursos de Licenciatura distanciados da realidade para a qual os futuros professores devem ser preparados. Isto significa que é preciso mudar esta situação. Portanto, as diretrizes curriculares da licenciatura, através do perfil, competências e habilidades dos formandos, apontam necessidades que devem ser contempladas na formação do professor de Matemática.

É preciso que os professores responsáveis pela preparação dos futuros professores nos Cursos de Licenciatura, discutam as idéias dos autores, que têm produção acadêmica na formação de professores e considerem a especificidade do saber da escola, pois a sociedade espera que os professores sejam bem preparados para poderem exercer com competência seu papel de formadores de cidadãos, e que seja permanente a presença da competência científica, da competência técnica e da competência política na formação desse professores.

Mas, não dá para esquecer que o conhecimento não é dicotomizado, não é esfacelado, não é feito de compartimentos estanques. O conhecimento é um só e, desse modo ao trabalharmos uma parte dele, não devemos esquecer do todo, da inter-relação que deve estar presente no trabalho.

A partir da inter-relação feita surgirá a análise da realidade dos resultados obtidos e dos desejados. Surgirá a reflexão dando condição de se efetivar uma leitura do mundo, da realidade em que vivemos, podendo assim, serem indicados os novos caminhos a serem seguidos no ensino.

O que surgirá, então, será uma produção de novos conhecimentos necessários para se criar a nova realidade desejada, em conseqüência de uma contextualização que deverá levar em conta os aspectos atuais, os envolvimento sociais, políticos e econômicos. Desta maneira, poderemos preparar novos cidadãos críticos e conscientes de seu papel na sociedade e aptos a realizarem a transformação dessa realidade brasileira.

Apresento a seguir, no Quadro 1, o conjunto de conceitos destacados segundo os autores selecionados:

**Q U A D R O 1**  
**SÍNTESE DO REFERENCIAL TEÓRICO**

<b>CONCEITOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Interdisciplinaridade</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Contextualização da realidade</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Produção do conhecimento</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Aprendizagem significativa</b>			<b>x</b>		<b>x</b>	<b>x</b>

1- Bícudo; 2- D'Ambrosio; 3- Nameri; 4- Machado; 5- Coll; 6- Moreira

Os conceitos de Interdisciplinaridade e contextualização da realidade há uma unanimidade entre os autores da Educação Matemática e Ensino-Aprendizagem de Ciências. A esses, incorporei dois outros: Aprendizagem significativa e produção de conhecimento, escolhidos para compor o quadro teórico, que nortearam o estudo sobre obstáculo epistemológico na formação de professores de Matemática.

Em função do Quadro 1, construí então o Quadro 2 com os conceitos que deverão nortear meu estudo. Como os conceitos destacados orientaram meu trabalho, achei por bem denominá-los de Categorias de Análise. Assim, minha investigação sobre obstáculo epistemológico na formação dos professores de Matemática, tomou como referência as Categorias apresentadas no **Quadro 2**.

**Q U A D R O 2**  
**CATEGORIAS DE ANÁLISE**

<b>CATEGORIAS</b>	<b>AUTORES</b>
<b>Interdisciplinaridade</b>	<b>Todos os autores</b>
<b>Contextualização da realidade</b>	<b>Todos os autores</b>
<b>Produção de conhecimento</b>	<b>Todos os autores</b>
<b>Aprendizagem significativa</b>	<b>Nameri, Coll e Moreira</b>

Ainda neste capítulo, alguns pontos que me chamaram atenção na leitura da Nova estrutura do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do Estado do Pará - UEPA.

Entendo que um projeto para a formação de professores deve considerar como princípio fundamental a preparação de recursos humanos devidamente capacitados para o trabalho no nível fundamental e médio. Desta maneira deve haver uma sintonia entre conteúdo, metodologia, ação professor-aluno e, sobretudo, consciência crítica para auto-avaliação.

### **3.1 – O projeto pedagógico do curso de Matemática da UEPA**

O curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará foi criado pela Fundação Educacional do Estado do Pará (FEEP) para funcionar na antiga Faculdade Estadual de Educação do Pará (FAED). Foi autorizado a funcionar pelo Decreto n.º 97.570, de 10 de março de 1989, do Presidente da República Dr.º José Sarney, nos termos da Resolução n.º 334/88 do CEE/PA de 25 de novembro de 1988, parecer n.º 364/88 e Portaria Ministerial n.º 904 de 24/06/93-DOU de 25/06/93.

Após dez anos de funcionamento do Curso com base no currículo aprovado em 1989, a coordenação verificou a necessidade de redimensionar esse funcionamento. Assim sendo, a UEPA, através do Centro de Ciências Sociais e Educação e do Departamento de Matemática, Estatística e Informática propõe o redimensionamento de seu Projeto Pedagógico, com vistas a um curso de matemática no qual a *matemática* e a *educação*

*matemática* sejam objeto de estudo e trabalho, objetivando também preparar o professor dessa área para o exercício do magistério no ensino fundamental e médio, capaz de exercer uma liderança intelectual, social e política na rede oficial de ensino, e, a partir do conhecimento da realidade social, econômica e cultural de nossa região e conhecimento aprofundado em matemática. Sua composição curricular é ao mesmo tempo ético-humanística e técnico-científica, constituída por conteúdos caracterizadores básicos e conteúdos caracterizadores de formação profissional. Por outro lado, as disciplinas pedagógicas serão trabalhadas de forma concomitante interligadas as de conteúdos específicos, também deter-se-ão na especificidade da aquisição do conhecimento matemático, levando em consideração o desenvolvimento cognitivo e a diversidade dos grupos sociais.

É importante ressaltar que essa proposta pedagógica será desenvolvida na capital e no interior, com um desenho curricular que atenda as necessidades dos discentes do turno da noite no sentido de que se mantenha a qualidade do curso no âmbito de produção e desenvolvimento das atividades acadêmicas sem alterar a carga horária total do curso. Por essa razão, propomos um desenho curricular que deverá ser integralizado no mínimo de 05 (cinco) e no máximo em 08 (oito) anos para o noturno e diurno a integralização mínima de 04(quatro) e a máxima de 07(sete) anos, sendo que a integralização diferenciada somente será implantada em 2005. Assim atenderemos a demanda de municípios do Estado do Pará, por meio do programa da interiorização, extensão e pós-graduação lato-sensu. Visto que, o curso de matemática funciona em: Altamira nos turnos da tarde e noite, Belém nos turnos da manhã e noite, Conceição do Araguaia no turno da noite, Igarapé-Açu nos turnos da manhã e tarde, Mojú no turno da noite e também, em São Miguel do Guamá no turno da noite. Sendo que na capital o funcionamento seriado regular e nos demais municípios em regime seriado modular regular.

### **3.1.1 - PERFIL DO PROFESSOR ADEQUADO AO CURSO**

Na medida em que se definem os objetivos do curso, tendo em vista as necessidades da realidade local, assim como o perfil do graduando, necessário se faz, para que sejam possíveis o alcance desses objetivos, ter também, claro que a realização do Projeto

Pedagógico vai além da elaboração de um plano de estratégias operacionais, pois subentende-se como um marco referencial de encaminhamento das questões relacionadas à formação do profissional.

Assim entendido requer-se o envolvimento de todos os setores da Instituição para a consecução, fundamentado no compromisso com um processo de ensino-aprendizagem, envolvendo desde a programação geral do curso, passando pela definição de um currículo que atenda às demandas propostas, concretizando-se nos conteúdos programáticos das disciplinas e numa tecnologia de ensino que possa propiciar um processo dialético, de troca, entre professor-aluno-comunidade

É oportuno enfatizar que a filosofia educacional que embasa este projeto deverá estar presente em todos os componentes curriculares, assim como nas atividades das diversas séries/(módulos) que integralizam o Curso de Licenciatura Plena em Matemática, buscando assim, o caminho de extensão educacional da comunidade e da região.

Diante desta perspectiva o corpo docente do curso deverá, portanto, constituir-se de professores que:

- a) sejam habilitados e qualificados devidamente para exercer a função docente;
- b) tenham compromisso com a formação profissional do aluno, no sentido de integralizar, horizontal e verticalmente, os conteúdos programáticos das diversas disciplinas que compõem o Currículo Pleno do Curso, aliando a compreensão global e humanística à competência técnica para desempenhar a função docente dentro de uma proposta pedagógica dinâmica e criativa.
- c) Apresentem interesse e capacidade de busca do conhecimento, participando de cursos, treinamentos, especialização, mestrado, doutorado com o intuito de manter-se sempre atualizado sobre as questões inerentes ao curso.
- d) Estabeleçam a relação entre a teoria e a prática, demonstrando compromisso com a educação, gosto pelo magistério, visando orientar os alunos para uma prática profissional consciente e comprometida com os ideais da Educação.

e) Sejam capazes, de vincular o ensino à pesquisa e programas de extensão, integrando professores, alunos, instituição e a comunidade externa.

Após as considerações preliminares, já apresentadas, fiz uma análise das principais linhas de ação concebidas pela nova estrutura curricular do Projeto Pedagógico do Curso de Matemática. Esta análise teve como base às categorias de análise definida do item 3.1.

Relacionei para análise, os “Objetivos”, o “perfil profissional do licenciando em Matemática” e o “perfil do professor adequado ao Curso”. Para tanto, construí um quadro 3, que descreve esta relação e que tomou como referência as Categorias apresentadas no **Quadro 2**.

**Q U A D R O 3**  
**RELAÇÃO ENTRE PONTOS DO PROJETO PEDAGÓGICO E AS**  
**CATEGORIAS DE ANÁLISE**

<b>Objetivos</b>	<b>Categorias de Análise</b>
Formar profissionais com habilitação em Licenciatura Plena em Matemática, para exercerem com a devida competência, a docência do ensino da matemática e a pesquisa face à realidade dos fenômenos educacionais e suas múltiplas relações econômicas, políticas, sociais e culturais.	<b>Contextualização da realidade, Produção de conhecimento e Interdisciplinaridade</b>
Proporcionar condições técnico-pedagógicas para assumirem a docência da matemática na Educação Básica, a partir da concepção de que o professor é o vetor estimulador e motivador do processo ensino-aprendizagem junto ao educando.	<b>Contextualização da realidade, Produção de conhecimento e Aprendizagem Significativa</b>
Formar docentes com competência técnica, científica e política para atuar na formação de recursos humanos capazes de promover o desenvolvimento sócio-político-econômico da região.	<b>Contextualização da realidade e Produção de conhecimento</b>
<b>Perfil do professor desejado</b>	<b>Categorias de Análise</b>
Elaborar planos de ensino e/ou executar as atividades planejadas	<b>Produção de conhecimento</b>

Aplicar conhecimentos teóricos a situações concretas que configurem a realidade sócio-profissional.	<b>Contextualização da realidade, Produção de conhecimento e Interdisciplinaridade</b>
Caracterizar as situações relacionadas à prática docente da sala de aula, identificando os recursos e os procedimentos operacionais adequados para cada situação e ao desempenho profissional.	<b>Contextualização da realidade e Produção de conhecimento</b>
Adequar conhecimentos teóricos à prática concreta, desenvolvendo atividades educacionais voltadas para a realidade local e da região amazônica.	<b>Contextualização da realidade, Produção de conhecimento e Interdisciplinaridade</b>
Sistematizar a realidade profissional, analisando criticamente a sua prática docente procurando formas de melhor interferir no processo de ensino e aprendizagem.	<b>Contextualização da realidade e Aprendizagem significativa</b>
Identificar a filosofia, diretrizes, organização e funcionamento das instituições de ensino, buscando estabelecer elos de relacionamento entre os conteúdos teóricos discutidos em classe e a ação docente nos diversos graus de ensino.	<b>Contextualização da realidade, Produção de conhecimento e Interdisciplinaridade</b>
<b>Perfil do professor adequado ao curso</b>	<b>Categorias de Análise</b>
Compromisso com a formação profissional do aluno, no sentido de integralizar, horizontal e verticalmente, os conteúdos programáticos das diversas disciplinas que compõem o Currículo Pleno do Curso, aliando a compreensão global e humanística à competência técnica para desempenhar a função docente dentro de uma proposta pedagógica dinâmica e criativa.	<b>Contextualização da realidade, Produção de conhecimento, Interdisciplinaridade e Aprendizagem significativa</b>
Apresentem interesse e capacidade de busca do conhecimento, participando de cursos, treinamentos, especialização, mestrado, doutorado com o intuito de manter-se sempre atualizado sobre as questões inerentes ao curso.	<b>Produção de conhecimento e Interdisciplinaridade</b>
Estabeleçam a relação entre a teoria e a prática, demonstrando compromisso com a educação, gosto pelo magistério, visando orientar os alunos para uma prática profissional consciente e comprometida com os ideais da Educação.	<b>Contextualização da realidade, Produção de conhecimento, Interdisciplinaridade e Aprendizagem significativa</b>

Percebi, de imediato, relação bastante significativa entre os itens analisados e as categorias de Análise já estabelecidas, ou seja, a nova estrutura curricular no Projeto Pedagógico do Curso de Matemática preocupa-se com o fato de que, tanto os professores do curso quanto os profissionais por ele formados, possam contextualizar a realidade, produzam conhecimento, façam a interdisciplinaridade e gerem, no processo ensino-aprendizagem, a perspectiva da aprendizagem significativa.

Continuando a análise do Projeto Pedagógico, verifiquei que, com relação às propostas, da nova estrutura curricular, para as disciplinas, há uma preocupação com que essas modificações “não se reduzam à mera nomenclatura das disciplinas, mas ao significado que as mesmas apresentam na preparação do profissional que pretende formar”. Concluí que a expectativa é que as novas disciplinas e as alterações nas já existentes, possam dar aos futuros profissionais sólidos fundamentos, capacitando-os a ter ações para a produção do conhecimento, a partir do uso da linguagem matemática, visando a contextualização de realidade e interdisciplinaridade na busca da aprendizagem significativa à estrutura cognitiva do aprendiz.

No que se refere à prática de Ensino, o Projeto Pedagógico aponta como obrigatória, para fins de integralização curricular, a disciplina Prática de Ensino de Matemática, a ser ofertada nas 3ª e 4ª séries, com carga horária total de 400 horas, que tem como finalidade a inserção do aluno na realidade educativa social e escolar, objetivando aprender a apreender as estratégias de ações profissionais comuns aos campos de atuação do ensino das Ciências da Religião, sendo desenvolvida sob a forma de Estágio Supervisionado. Sendo assim, constatei que a disciplina Prática de Ensino de Matemática também tem relação com as categorias de análise construídas, pois também compete, a mesma, a contextualização da realidade e produção de conhecimento a partir da linguagem matemática.

## **CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DAS FALAS DOS ALUNOS DO CURSO DE MATEMÁTICA DA UEPA**

### **4.1 – AS ENTREVISTAS COM ALUNOS DA DISCIPLINA FÍSICA GERAL**

O nosso objetivo com as entrevistas foi o de fazer a análise da fala dos alunos que freqüentam a disciplina Física Geral e que já cursaram ou cursam as disciplinas específicas do curso de Licenciatura Plena em Matemática da UEPA. Porém, antes dessa análise, houve a necessidade de conhecermos a estrutura curricular e o projeto pedagógico em que estão inseridos estes alunos, abordados no capítulo 1, para sua formação no Curso de Licenciatura Plena em Matemática da UEPA.

Os 15 alunos entrevistados estão ligados ao curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do Estado do Pará - UEPA onde, cada aluno foi denotado por uma letra do alfabeto.

Com o grupo de alunos já selecionados, passamos a desenvolver as entrevistas, feitas pessoalmente, marcadas com antecedência e de acordo com a disponibilidade dos alunos entrevistados e com duração em média de 45 à 60 minutos.

“Há uma série de exigências e cuidados requeridos por qualquer tipo de entrevistas. Em primeiro lugar, um respeito muito grande pelo entrevistado. Este respeito envolve desde um local e horário marcados e cumpridos de acordo com a sua conveniência até a perfeita garantia do sigilo e anonimato em relação ao informante, se for o caso” Lüdke e André (1996, p.35).

O nosso objetivo com as entrevistas era verificar as informações que os alunos detinham sobre os pontos questionados. Após a transcrição das entrevistas, retornamos as mesmas para cada aluno entrevistado. Todos procuraram manter as idéias centrais de cada fala, que pode clarear melhor as informações.

A finalidade da análise dessas falas foi a de conhecer as concepções dos alunos entrevistados sobre: sua formação; a avaliação que fazem da função das disciplinas específicas no curso de Licenciatura Plena em Matemática; o objetivo desse curso; o desenvolvimento pedagógico dos professores dessas disciplinas; o desenvolvimento da linguagem matemática dado aos conteúdos matemáticos; as dificuldades de transferência da linguagem matemática para um universo fenomenológico da Física Clássica. Diante desse contexto, tivemos que voltar nossas atenções a várias relações existentes no curso de Licenciatura Plena em Matemática, entre elas a estrutura curricular, o projeto pedagógico, as disciplinas específicas, a Física Geral, o ensino fundamental e médio.

Levantamos, especificamente, algumas características para nos auxiliar a analisar as falas dos alunos entrevistados. Elas serviram de instrumentos para compreendermos como se dá o processo ensino-aprendizagem nas disciplinas específicas e as dificuldades de aprendizagem na disciplina Física Geral, que faz uso intensivo da linguagem matemática no entendimento e leitura de fenômenos. Através delas buscamos verificar os obstáculos epistemológico e pedagógico à formação do licenciando Pleno em Matemática na UEPA e analisar se existem relações entre os procedimentos matemáticos utilizados pelos professores nas disciplinas específicas e as dificuldades de transferência da linguagem matemática para o universo fenomenológico da Física Clássica, bem como a relação com a

formação do futuro professor de Matemática e o ensino da Matemática no nível fundamental e médio.

Em princípio, limitamo-nos a trabalhar com três características:

- avaliação das disciplinas específicas de Matemática para sua formação como futuro professor de ensino fundamental e médio;

- dificuldades encontradas na disciplina Física Geral e avaliação dessas dificuldades;

- relevância da Física Clássica para a formação do professor de Matemática.

Diante destas características, estaremos observando outras, nas falas dos entrevistados que influenciam diretamente na formação do professor de Matemática.

A seguir, serão apresentados os dados levantados através das entrevistas realizadas com os 15 alunos da disciplina Física Geral do curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará – UEPA, no segundo semestre de 2000, que fizeram parte da pesquisa realizada.

### **-Avaliação das Disciplinas Específicas de Matemática para sua Formação como Futuro Professor(a) de Ensino Fundamental e Médio.**

Em suas falas, os alunos entrevistados, expuseram que as disciplinas de conhecimento matemático são ministradas sem nenhum compromisso com o conhecimento didático-pedagógico, tendo como ponto principal a transmissão do conhecimento matemático que lhe é determinado, fazendo uso de aulas expositivas, com giz e apagador, e utilizando-se do “poder” originado pelo saber Matemático, com o objetivo de darem uma base de conhecimento específico para o futuro professor de Matemática. Por exemplo, não há preocupação por parte dos professores, destas disciplinas, com os relatos históricos que deram origem ao desenvolvimento desses conteúdos.

*“Percebe-se uma falta de preparação pedagógica dos professores. Parece-me que foram treinados só para jogar cálculo no quadro, sem levar em consideração aplicação nenhuma da Matemática; eles não trabalham os modelos que deram origem a estes conteúdos. Assim, o Cálculo, ele é simplesmente jogado, no curso de Matemática”.*

*“Não existe preocupação nenhuma com a história desses assuntos, algo que pudesse nos dar uma idéia de como surgiu este assunto; nós percebemos que não é somente calcular! Nós precisamos saber o que está por trás, isto é, precisamos saber história da Matemática”.*

*Aluno “A”, anexo I, p.1*

*“O grande problema no estudo da Álgebra na Universidade é que o professor não faz um apanhado histórico do que o matemático queria saber naquela época para desenvolver esse método. Se não, você fica se perguntando para que serve a Matemática?”*

*Aluno “G”, anexo I, p.5*

*“A Matemática que se ensina nas disciplinas específicas serve bastante para ajudar num estudo de Matemática Pura, Cálculo por exemplo; o Cálculo ajuda a gente dentro da Matemática mesmo! Já na Licenciatura existem contribuições em coisas que nós não aprendemos no ensino médio, mas não era o que eu esperava de um Curso de Licenciatura, pensava que seria melhor em termos de aplicação da Matemática e quando saísse daqui pudesse por em prática com meus futuros alunos”.*

*“A Matemática que foi vista aqui foi muito partida, não houve uma interligação com a aplicação, para que percebêssemos onde poderiam ser aplicados aqueles assuntos”.*

*Aluno “N”, anexo I, p.8*

Não há um direcionamento para levar o aluno a questionar e verificar o processo de construção das definições, teoremas, etc.

*“Na disciplina Cálculo o professor acaba pulando certos assuntos, devido ao tempo, que ele acha irrelevante. Ele não deu noção nenhuma de limite, e entrou direto em derivadas. Naquela forma que a gente já estava acostumado lá no ensino médio (essa é a regra da cadeia, essa e a regra..... etc..) e listas de exercício, para que a gente mecanizasse essas técnicas, sem preocupação nenhuma de onde veio e qual a idéia que estaria associada à derivada. O Cálculo ele é muito abstrato! Tentar abstrair toda aquela idéia sozinho é muito complicado, isto é, ele não passa nada nesse sentido. E assim vai para a integral e assim vai com tudo, tudo e tudo. Por exemplo: o teorema fundamental do Cálculo, ele só fez enunciar e não fez uma aplicação sobre o que seria o teorema. Fica muito complicado entender o que é realmente o próprio teorema fundamental do Cálculo. E a base do nosso curso é Cálculo!”*

*“Falta um ano para a gente se formar e até agora a Matemática, da forma como ela foi apresentada nas disciplinas específicas, nos causa frustração com o curso de Matemática. Será que eu estou sendo realmente preparado para trabalhar a Matemática lá fora? Como será que é o ensino da Matemática lá fora?”.*

*“Foi realmente muito mal, muito mal mesmo, ministradas, as disciplinas específicas da Matemática como Cálculo e Fundamentos da Matemática”.*

*Aluno “A”, anexo I, p.1*

*“Na curso de Matemática não existe estímulo em despertar interesse pelo conteúdo apresentado nas disciplinas específicas, somente aulas expositivas, listas, provas e um único livro texto adotado”.*

*Aluno “E”, anexo I, p.4*

Não há análise de situações-problema, para uma possível aplicação dos conceitos matemáticos trabalhados nestas disciplinas, isto é, o processo acaba sendo centrado em técnicas, com resolução de exercícios através de fórmulas, não levando o aluno a pensar matematicamente. Com esse tipo de formação, o futuro professor de Matemática poderá desenvolver um trabalho semelhante no ensino da Matemática no nível fundamental e médio. Sendo assim, a Modelagem Matemática não se faz presente dentro da metodologia

desenvolvida pelos professores das disciplinas específicas, para que os alunos possam analisar, discutir e encontrar, através de seus conhecimentos, novos conceitos e, a partir desse, aprimorá-los até construir novas definições, com base nas idéias apresentadas; logo, a Modelagem Matemática não está sendo desenvolvida como referencial para o futuro professor de Matemática desempenhar a tarefa de ensinar no nível fundamental e médio.

*“A própria disciplina **Fundamentos da Matemática Elementar I** não foi boa. Por exemplo: houve dificuldade de entendermos o cálculo, porque a gente percebe que não conhecemos função, não sabemos funções! Não sabemos lidar com as funções! A idéia de função não! Pode colocar estes exemplos, dos livros, que nós resolvemos; nós mecanizamos as resoluções de problemas com funções, mas a gente não conhece o sentido mais abstrato da função! Não sabemos trabalhar a função em situações da natureza! Isto é, montar a função a partir de problemas do dia-a-dia, isto nunca foi feito na disciplina. Nós tivemos um curso (aplicações de funções oferecido pela coordenação do curso de Matemática), mas não foi visto aplicações, e sim as mesmas coisas que nós tínhamos visto no ensino médio, não somou em nada pra nossa formação de professor de Matemática. E assim foi a disciplina **Fundamentos da Matemática Elementar II e etc**”.*

*Aluno “A”, anexo I ,p.2*

*“Não existe muita diferença do ensino na universidade do ensino médio, somente no conteúdo, mas a metodologia é a mesma. Isto é, o professor define e resolve alguns problemas e passa a lista, sem nenhuma aplicação concreta!”.*

*“O professor chega, passa a matéria no quadro, todo mundo copia, estuda na véspera da prova e pronto”.*

*“Nós precisamos de modelos para sermos professores, referenciais de como trabalhar a Matemática. As disciplinas específicas, reforçam as aplicações das técnicas da Matemática e não o significado do que está por de trás dessas técnicas, isto é, o modelo, as idéias etc”.*

*Aluno “B”, anexo I ,p.2-3*

*“Eu não vejo muita diferença entre o ensino na universidade e o ensino médio, só muda o conteúdo, por que o aprendizado, a prática e a metodologia são as mesmas.”*

*Aluno “C”, anexo I ,p.3*

*“Quando fiz vestibular para Matemática eu pensei que eu ia encontrar uma coisa mais bem elaborada a nível de uma formação para professor, e foi uma decepção para mim, por que eu não encontrei isso aqui nessa universidade, não vi diferença do ensino médio. Por exemplo: Os professores vão, dão a matéria de uma maneira idêntica do ensino médio, e dali a gente vai pra casa e pronto; o próprio horário de funcionamento do nosso curso. Para um curso de formação de professor eu acho muito fraco!”*

*Aluno “D”, anexo I ,p..3*

*“Eu tinha uma perspectiva de serem mais aprofundadas em relação à metodologia de ensino, no caso, quando eu saísse da universidade repassasse essa experiência no ensino*

*fundamental e médio. Fiquei um pouco decepcionado com a metodologia dos professores com as principais disciplinas da Matemática”.*

*Aluno “E”, anexo I ,p.4*

*“O professor na Universidade, eu acho que ele pensa que não precisa ter didática para lecionar a Matemática no ensino superior. Por se tratar de disciplinas mais complicadas na graduação ele acha que merece pouca didática do que no ensino médio”.*

*Aluno “G”, anexo I ,p.5*

*“AS DISCIPLINAS ESPECÍFICAS, ACREDITO QUE ELAS NÃO NOS PREPARAM PARA O MERCADO DE TRABALHO; ENQUANTO À AÇÃO DOS PROFESSORES, PERCEBO QUE ELES TROUXERAM MUITOS VÍCIOS DO ENSINO MÉDIO, PARA DENTRO DO NOSSO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA, NO MODO DE PASSAR A DISCIPLINA”.*

*“Quando nós chegamos à universidade, o mesmo método que encontramos em nossa passagem pelo ensino médio é trabalhado pelos professores em nossa formação”.*

*Aluno “H”, anexo I ,p.5-6*

*“Quando nós chegamos no 3º ano na disciplina Física Geral, nós tínhamos os conhecimentos matemáticos de Cálculo mas, não sabíamos aplicar em fenômenos e como nós poderíamos utilizá-los para compreensão desses fenômenos. Estes são os pontos mais demonstrativos dessas deficiências que nós estamos levando em nossa formação para o ensino fundamental e médio”.*

*Aluno “N”, anexo I ,p.8*

Nas disciplinas específicas não há preocupação em atingir o objetivos propostos no projeto pedagógico, referente à formação do futuro professor de Matemática, isto é, seqüência lógica do conhecimento, bem como um processo de integração teoria-prática interdisciplinar.

*“Eu acho que o curso de Matemática deveria fazer aquilo que ele se propõe. No currículo está bem claro! Aplicações, e não foi isso que foi visto nas disciplinas específicas de Matemática. A coisa não pode permanecer assim de forma mecânica!”.*

*Aluno “A”, anexo I ,p.2*

*“ Os professores, eles trabalham a Matemática sem aplicações e a gente se pergunta onde é que eu vou usar isso e não se tem resposta. De onde vem isso? Por que isso? Por que  $x + y$ ? O aluno faz esse tipo de pergunta e o professor não sabe responder”.*

*Aluno “D”, anexo I ,p.3*

*“Os conteúdos trabalhados nas disciplinas específicas nem sempre são apresentados de formas interligada”.*

*Aluno “E”, anexo I ,p.4*

*“Têm professores que chegam e dão a matéria por dar mesmo! Isto é, por obrigação; é esta obrigação que muitas vezes mata o interesse do aluno em aprender ou se aprofundar naquele conteúdo. O professor não está interessado se aluno está aprendendo ou não!”.*

*“As disciplinas específicas são dadas muitas vezes pulando certos tópicos, por exemplo, o professor enuncia os tópicos a serem trabalhados de 1 a 5; ele pula da unidade 1 para 4 e a*

*gente fica sem entender algumas coisas no meio da apresentação desta unidade, talvez por não termos vistos a unidades que lhes antecediam”.*

*Aluno “F”, anexo I ,p.4-5*

As disciplinas de conhecimento específico não são desenvolvidas para uma construção das estruturas cognitivas envolvendo a linguagem matemática como leitura e entendimento de realidades.

*“Os professores das disciplinas específicas de Matemática, sabem pra eles, mas não pra passar!”*

*“Nós precisamos de modelos para sermos professores, isto é, referenciais de como trabalhar a Matemática. As disciplinas específicas reforçam as aplicações das técnicas da Matemática e não o significado do que está por de trás dessas técnicas, isto é, o modelo, as idéias etc...”.*

*Aluno “B”, anexo I ,p.2-3*

*“A gente não tem a construção do raciocínio, nós não temos a noção intuitiva pra você formar onde quer chegar”.*

*“A disciplina Cálculo Diferencial e Integral é altamente mecânica, nós somos obrigados a decorarmos tabelas de integrais e derivadas, nós não sabemos como se chegou àquilo ali. Nós perguntamos para o professor da disciplina e ele respondeu que era uma coisa muito complexa e que não havia necessidade. Eu quero saber onde há necessidade? Se não há necessidade no nosso curso, que é de Matemática, em qual curso haverá mais necessidade de aprender como se chegou na integral ?”.*

*Aluno “C”, anexo I ,p.3*

*“Para ir para uma sala de aula, eu tenho que mostrar para o aluno que a Matemática é uma linguagem, mas para eu fazer o aluno ver que a Matemática é uma linguagem e ler os fenômenos que acontecem no nosso cotidiano, a gente deveria ter essa preparação nas nossas disciplinas específicas que trabalham a Matemática, o que não acontece!”.*

*Aluno “D”, anexo I ,p.3*

*“Deveriam pelo menos tentar adotar novas metodologias, porque na verdade, aqui na Universidade do Estado do Pará, é mais giz e quadro e não fazem relações, isto é, aplicações com outras áreas de conhecimento; principalmente na matéria de Álgebra e Cálculo, eles não fazem essa ponte”.*

*Aluno “E”, anexo I ,p.4*

*“Definitivamente a Matemática que a gente aprende nas disciplinas específicas é a Matemática de calcular e não a Matemática das idéias, isto é, a Matemática das idéias, se existe, é passageira. Quando o professor começa a dar o assunto ele dá a idéia e depois a idéia se perde no meio de tanto cálculo que a gente faz, é conta pra cá é conta pra lá, isto é, a idéia só nasce no momento em que se está introduzindo o assunto e logo depois ela se fragmenta; tanto que depois, quando a gente parte para as resoluções dos problemas não sabemos por onde começar, isto é, você tem que aplicar os conceitos matemáticos para interpretar o problema e aí vem a dificuldade, porque os conceitos não ficaram solidificados, às vezes é a chave para a resolução de muitos problemas!”.*

*“As disciplinas específicas estão deixando a desejar no sentido das idéias matemáticas! As coisas estão muito algébricas!”.*

Aluno “F”, anexo I ,p.5

*“A gente usa mais a manipulação da Matemática sem saber o quê e nem o porquê? Só aprende a manipulação, isto é, o **abc** da Matemática e não sabe para que ela serve, em que caso ela vai servir. Difícilmente a gente vê isso! As aplicações dos conteúdos da disciplinas específicas tem grande importância, pelo fato de que é dessas aplicações que saem outros campos da Matemática. Quando a Universidade promove palestras ou seminários a gente fica na expectativa de encontrar essas aplicações, mas muitas das vezes elas não acontecem”.*

Aluno “G”, anexo I ,p.5

*“A aprendizagem é insuficiente, porque aquilo que nos foi apresentado, acredito que poderia ter sido muito mais explorado, isto é, não conseguimos relacionar os conteúdos aprendidos com atividades práticas. Eu não sei como trabalhar o que aprendi no meu curso de Matemática para a sala de aula! A não ser que eu venha reproduzir todo aquele conhecimento em sala de aula, mas não como recurso, algo mais interessante para passar para meus alunos. As disciplinas específicas não foram interessantes para minha formação de professora de Matemática, elas deixaram a desejar. Se tivesse que apresentar os conteúdos aprendidos nas disciplinas específicas eu teria que recorrer aos livros e estudar tudo novamente, por que não lembro quase nada! ”.*

Aluno “H”, anexo I ,p.6

*“Está fraco! Alguns conteúdos não são trabalhados, os professores passam por cima, nas disciplinas específicas e quando chega mais na frente a gente precisa desses conteúdos mas não chegamos a vê-los e aí complica. A gente não consegue relacionar os conteúdos e sim somente calcular! Não sabemos pra que servem estes conteúdos”.*

*“As disciplinas específicas estão centradas mais nas resoluções de listas de problemas e não nas aplicações desses conteúdos, o que faz com que a gente fique sem nenhuma visão dessas aplicações. A gente está quase se formando e vem a seguinte pergunta: por que a gente teve que estudar limite, derivada, integral, seqüências e todas as demonstrações no nosso curso se não vamos usar estes conteúdos no ensino fundamental e médio ”.*

*“Em algumas disciplinas os professor só copiam o livro no quadro e trabalham as mesmas questões do livro sem explicar pra que serve aquele conteúdo “.*

Aluno “I”, anexo I ,p.6-7

*“Eu acho que precisam melhorar, não todas é claro! A disciplina Cálculo principalmente, por ter sido trabalhada de uma forma mecanizada e não permitiu o entendimento dos conteúdos que nos ajudariam principalmente na disciplina Física Geral”.*

Aluno “J”, anexo I ,p.7

*“Na preparação do professor de Matemática elas deixam a desejar ao meu ver, por centralizarem o conteúdo matemático pelo conteúdo matemático e não na forma de nos orientar como trabalhar a Matemática, isto é, como a Matemática serve para entender diversos fenômenos, aplicando a sua lógica”.*

Aluno “K”, anexo I ,p.7

*“As disciplinas específicas não são exploradas para dar uma visão ampla da Matemática na formação do professor de Matemática, uma vez que nós estamos em uma universidade e mais tarde estaremos no ensino fundamental e médio, e assim, explorar e discutir a Matemática para essa tarefa; como nós não somos estimulados por pessoas que teoricamente têm um maior embasamento, no caso, Mestres e Doutores a gente acaba tendo essa deficiência nessas disciplinas e que com certeza a gente vai levar para o ensino fundamental e médio”.*

Aluno “L”, anexo I, p.7

*“A Matemática trabalhada nas disciplinas específicas continua presa naquele modelo tradicional, onde o professor usa o quadro para fazer demonstrações de teoremas puramente matemática, não fazendo o aluno pensar, raciocinar e sim somente aquela coisa mecânica mesmo, Cálculo mesmo! Não existe a preocupação de mostrar esses conteúdos na prática; mesmo pra quem pensa fazer uma Pós-Graduação, já vai com essa dificuldade em pensar matematicamente nas atividades que virá desenvolver em sua pesquisa, por não termos sido acostumado em nossa vida acadêmica pensar matematicamente”.*

Aluno “N”, anexo I, p.8

Mesmo com as deficiências que os alunos apresentam na sua formação de ensino fundamental e médio, não há um trabalho direcionado a eles, nem mesmo nas disciplinas básicas do curso. A grande preocupação é o repasse de conteúdos visando um raciocínio abstrato dos alunos, isto é, basta os alunos aprenderem a Matemática do 3º grau, que eles poderão compreender com facilidade, os conteúdos trabalhados no ensino fundamental e médio; simplesmente pelo fato de conhecer uma Matemática superior, ficará mais fácil compreender e trabalhar com esses conteúdos.

*“A gente tem de correr atrás do que a gente quer, porque muitos professores, dentro do curso de Matemática da Universidade do Estado do Pará, não dão suporte necessário para o aluno, porque muitas vezes você deixa de se aperfeiçoar numa coisa pela questão da nota, pois eu já fiz muitas provas aqui, com aquela agonia de ter que estudar para atingir uma boa nota e no final você nem acaba aprendendo aquilo. Fica uma coisa muito vaga! Outras já são vagas! Porque são coisas bem abstratas e a gente fica relacionando com a nossa formação. Por que a gente está estudando aquilo ali, se não vamos usar na sala de aula com os alunos, a não ser se a gente fosse fazer um estudo muito profundo de Matemática?.”*

Aluno “M”, anexo I, p.7

*“Elas são deficientes, tanto em quantidade como em qualidade. Elas estimulam a Matemática como técnica de fazer conta, poucos são os professores que trabalham a Matemática como linguagem expressa do cotidiano ou de um fenômeno. Na disciplina **Fundamentos da Matemática Elementar I** o que se viu foi mero cálculo e não aplicações no cotidiano, que os PCNs e alguns livros estão abordando; e assim foi **Fundamentos da Matemática Elementar II.**”*

Aluno “O”, anexo I, p.8-9

## **- Dificuldades Encontradas na Disciplina Física Geral e Avaliação dessas Dificuldades;**

Em suas falas, os alunos entrevistados expuseram que as disciplinas de conhecimento matemático não estão sendo desenvolvidas numa abordagem para uma Matemática viva; não provocando ligações com outras áreas de conhecimento, principalmente com situações da Física Clássica, de onde surge o Cálculo, tornando os conteúdos mais ricos e evidenciando os conceitos matemáticos tão necessários no

entendimento dos mesmos. Por ser o Cálculo pré-requisito para a disciplina Física Geral, em nenhum momento os professores utilizam o Cálculo como instrumento de análise dos fenômenos físicos, isto é, a Matemática trabalhada se afasta de sua característica como linguagem de leitura e entendimento de realidades, causando um grande problema para os alunos quando se faz necessário o uso dessa linguagem matemática em disciplinas que procuram modelar realidades, como é o caso da Física Geral no entendimento de fenômenos da natureza. Evidenciam-se deficiências no ensino da Matemática à formação do licenciando Pleno em Matemática, nesta instituição, pois em suas práticas os professores das disciplinas de conhecimento matemático não desenvolvem a Matemática como linguagem na leitura e entendimento de realidades, o que leva o aluno a ter que vencer um obstáculo epistemológico, criado por estes professores no ensino da Matemática, dificultando a transferência desta para o universo fenomenológico da Física Clássica na disciplina Física Geral.

*“Eu diria que o problema não é tanto a Física e sim a própria Matemática trabalhada nas definições e demonstrações, isto é, de termos que abstrair muitas coisas para entendermos a estrutura das mesmas. A gente percebe que as definições e demonstrações são baseadas no Cálculo, e a gente não sabe Cálculo! Aquilo que eu havia falado anteriormente, não temos a idéia abstrata do Cálculo! Somente aquela conta mecânica. Entender as demonstrações na disciplina Física Geral para nós tornou-se um terror, o que não deveria ser, pois estamos no curso de Matemática!”*

*“Nas demonstrações a gente tinha que raciocinar em cima de teorias, o que agente não estava acostumado, tínhamos que trabalhar raciocinando em cima do modelo físico. O problema é com a nossa base de Cálculo!”*

*Aluno “A”, anexo I, p.9*

*“Deficiência em Cálculo, por exemplo: a parte inicial da disciplina Física Geral, isto é, Mecânica exigia um domínio de Cálculo, era derivada daqui era integral de lá e assim por diante. Talvez se eu tivesse essa idéia antes na disciplina de Cálculo, pra que servia a derivada e a integral eu não teria sentido tanta dificuldade de entender o que estava se fazendo.”*

*Aluno “B”, anexo I, p.9-10*

*“Por causa da deficiência do ensino hoje no fundamental e médio, o porquê das coisas não está inserido. O aluno para construir alguma coisa precisa ser preparado desde o ensino fundamental, passando pelo médio e continuando no ensino superior e nós não fomos preparados para tal tarefa.”*

*“Nas demonstrações de acordo com o desenvolvimento aqui eu fui aprendendo, lógico! Mas eu fui aprendo a raciocinar na disciplina Física Geral e não porque me ensinaram como raciocinar na disciplina Cálculo e no ensino médio. O Cálculo ele dá dentro de uma cúpula! Ele fica só naquela particularidade, ele não mostra relação com as outras ciências, é só Matemática só Matemática, eu estou vendo aplicação agora na disciplina Física Geral!”*

*Aluno “C”, anexo I, p.10*

*“Foi a linguagem Matemática, logo no início pra eu poder entender aquelas demonstrações, eu tive que estudar novamente o Cálculo, porque eu não me lembrava, coisas que a gente viu ano passado, eu já não me lembrava, por que não teve uma aplicação um significado aquilo, e assim fica muito mecânico.”*

*“A base de Cálculo que eu não tive no primeiro e segundo ano no curso de Matemática, a parte de Cálculo senti dificuldade de trabalhar na Física, porque na disciplina Cálculo ficou faltando aquele elo de ligação, isto é, existe, mas não está fechando entre os tópicos.*

*Aluno “D”, anexo I, p.10*

*“Eu particularmente senti dificuldade de entender a Matemática até na metade do ano na disciplina Física Geral, foi quando comecei a perceber melhor isso.”*

*“Eu atribuo essa dificuldade principalmente à disciplina Cálculo que não nos ajudou muito para a disciplina Física Geral.”*

*“Fazendo uma comparação de como estava aprendendo a Matemática, como aprendi (assimilei) esse ano na disciplina Física Geral; esse ano foi muito mais proveitoso do que os dois anos atrás”*

*Aluno “E”, anexo I, p.10*

*“Dificuldades em aplicar os conceitos da Matemática como: limite, derivada, integral, gradiente, divergente e rotacional, isto é, de jogar em cima dos fenômenos físico esses conceitos. (por exemplo, na disciplina de Cálculo a gente tem a definição de limite, derivada e outros conceitos matemáticos com suas principais regras mas, fazemos contas sem sabermos o que elas representam).”*

*“Quando chega na Física a gente tem que saber o que os conceitos e as contas representam para poder continuar operando, porque na Física uma coisa depende da outra, isto é, se você chegou a um resultado e não sabe interpretar o que é aquilo, você não sabe o que fazer com aquele resultado, você não vai saber pra onde ir! (por exemplo, na disciplina Cálculo a gente faz a conta e chega a um resultado que é um número, faz o que com esse número? o que ele representa? O que importa é saber pra que serve e onde vou usar essa Matemática!”*

*Aluno “F”, anexo I, p.11*

*“Sinceramente, foi a linguagem matemática, apesar de eu estar no curso de Matemática, pelo fato da gente manipular as coisas isoladas e quando chega na disciplina Física Geral as coisas estão ligadas; a gente sente dificuldade.”*

*“Eu entendo a parte teórica! Isto é, a parte física, mas não a Matemática que representa o que está acontecendo.”*

*Aluno “G”, anexo I, p.11.*

*“As dificuldades, acredito que foram conseqüências da deficiência das disciplinas específicas do curso de Matemática, o Cálculo principalmente que foi muito trabalhado na Física. Levar a Física para a linguagem matemática, isto é, traduzir na linguagem matemática os fenômenos que foi o problema! Não deveríamos ter demorado tanto para entender as relações matemáticas desenvolvidos na disciplina Física Geral, isto é, saber empregar a linguagem matemática na Física, afinal de contas nós já estamos no 3º ano e estes assuntos, trabalhados na Física, já havíamos visto em **Cálculo I e II.**”*

*Aluno “H”, anexo I, p.11.*

*“A Física o que deu para absorver bastante foi a parte teórica, já na parte prática voltada ao cálculo feito nas demonstrações tive grande dificuldade. Porque no Cálculo a gente*

*estava viciado a enxergar a Matemática através do cálculo vetorial, cálculo integral e derivada só numa perspectiva. A Física veio mostrar pra gente as mesmas integrais, derivadas de cara nova, de outra forma. Então aí foi a dificuldade que a gente sente de se adaptar a essa nova realidade, que não é nova na realidade mas, a forma em que a gente estava encarando era diferenciada; no meu entender, correta de empregar a Matemática e que não estávamos sendo trabalhado em nossa formação, e somente naquela padronização de livros de Cálculo que é aquilo e somente aquilo!*

*“Os professores nas disciplinas específicas não nos mostraram na prática para que servia os conteúdos e aplicar na Física fica difícil quando não se tem essa prática. A Matemática Pura trabalhada nessas disciplinas não nos permite esse direcionamento para trabalhar a Matemática em fenômenos, parece um curso de Bacharelado e não de Licenciatura em Matemática.*

*“A gente sabe calcular, por exemplo o gradiente, mas não o seu significado e quando foi estudar em Física a gente não sabia relacionar, isto é, a gente sabia calcular mas não relacionar com a teoria que estava por trás. Não fomos preparados nas disciplinas de Matemática para fazermos essa ponte”,*

*Aluno “I”, anexo I, p.11-12*

*“Sem dúvida é a parte de Cálculo, nas disciplinas não há essa ligação que temos que fazer na Física e sim, somente mecanizada, naquela forma onde só há preocupação com as listas de exercícios e nenhuma aplicação”.*

*“A gente consegue acompanhar os raciocínios em cima das teorias mas, quando chega na hora de entender as demonstrações é o maior desespero. Abrir as contas e entender a forma Matemática de analisar um fenômeno fica complicado para nós, apesar de estarmos num curso de Matemática! Não deveria ser mas, acaba sendo a Matemática nossa maior dificuldade”.*

*Aluno “J”, anexo I, p.12.*

*“Foi o Cálculo, devido uma grande deficiência na disciplina Cálculo, pois da forma como foi trabalhado o Cálculo não acrescentou nada naquilo que já havia aprendido no ensino médio; as regras de limite, derivada e integral e resoluções de exercícios para por em práticas essas regras”.*

*Aluno “K”, anexo I, p.12*

*“As demonstrações devido dificuldade na nossa base de Cálculo. A Física é uma aplicação diária da Matemática, só que a Matemática é uma ferramenta para construir e passar os fenômenos que a gente enxerga para a realidade Matemática e fazer essa transferência foi a minha maior dificuldade. Se o professor de Cálculo soubesse fazer essa ponte entre a Física e a Matemática creio que as dificuldades seriam bem menores”..*

*Aluno “L”, anexo I, p.13*

*“Foi a base de Cálculo, por que a base de Cálculo foi mais mecânico, tipo assim, decorava como era que se procedia numa demonstração, mas eu não sabia como utilizá-la, só sabia que servia naquilo que o professor pedia na prova, e não sabia o que estava por trás daquilo, e já na Física, já deu para perceber melhor, isto é, ligar com a realidade e que a Matemática está ligada com um fenômeno. Que a Matemática é uma ferramenta pra entender o fenômeno que ocorre no cotidiano, isto é, na realidade”.*

*Aluno “M”, anexo I, p.13*

*“Pensar matematicamente nos fenômenos e demonstrar essas relações. Uma vez eu lembro, que o tema da aula envolvia o vetor gradiente e nós estávamos trabalhando o mesmo*

vetor paralelamente em **Cálculo II** puramente dada matematicamente, e quando começou a explicação da sua representação na Física senti muita dificuldade de entender de início, por não ter tido esta noção em **Cálculo II**”.

Aluno “N”, anexo I, p.13

“A dificuldade foi de entender o cálculo nas demonstrações, devido a gente não ter uma boa base de Cálculo! Na parte de campo vetorial e vetor gradiente havia necessidade de interpretar o significado desses conceitos, o que não estávamos acostumados a fazer nas disciplinas específicas de **Cálculo II**, isto é, tínhamos somente “ matematicamente” esses conceitos.”

Aluno “O”, anexo I, p.14

A carga horária da disciplina Física Geral foi alvo de descontentamento, pois apesar de serem 180 horas distribuídas em 6 horas semanais o ementário é equivalente a 360 horas.

“ Muito conteúdo para pouco tempo.”

Aluno “B”, anexo I, p.9.

## **- Relevância da Física Clássica para a Formação do Professor de Matemática.**

Em suas falas, os alunos entrevistados expuseram que as disciplinas de conhecimento matemático precisam estar vinculadas a conteúdos de Física Clássica, discutindo pontos históricos e analisando as relações existentes nessas áreas; por ser a Matemática uma linguagem que não se expressa num vazio de significados, aí reside a relevância da Física Clássica para esta contextualização da linguagem matemática; assim, teríamos as aplicações dos conceitos matemáticos tão almejados pelos alunos em sua formação. Com esse tipo de formação, o futuro professor de Matemática poderá desenvolver um trabalho semelhante, através da Modelagem Matemática em situações-problema, buscando despertar a criatividade dos alunos em busca de soluções reais no ensino da Matemática no nível fundamental e médio. "Uma Matemática interessante, exploratória, divertida e desafiadora, não como mera manipulação de técnicas, mas sim pela criatividade" (D' Ambrosio, 1996, p. 16).

“Com certeza! A Física permite fazer as aplicações tão desejadas, isto é, sairmos somente da coisa mecânica, em que se manipula somente os **números** e as **letras** sem nenhum modelo, isto é, somente trabalhar com  $x$  e com  $y$  e resolver problemas sem saber o que eles representam.”

“Para nós, que vamos trabalhar no ensino fundamental e médio é muito importante, porque a Física da maneira como ela foi vista nos possibilitará fazer o aluno raciocinar, fazer o aluno entender o problema (situação-problema) e a partir daí extrair a Matemática. É muito mais fácil entender o mecanismo da Matemática! Por que a gente usa função? Por que a gente

*usa equação? Por que isso tudo? Fica muito mais simples para o aluno entender a partir das situações físicas, do que simplesmente manipular letras e números que ele não sabe para que serve e onde é que vai aplicar.”*

*“As questões analisadas na disciplina Física Geral estão presentes no nosso dia-a-dia, e a gente nem se dá conta, tudo o que a gente faz, desde ao levantar, ao deitar, está envolvido com a Física e a gente não usa isso para nada.”*

*“Tudo está relacionado com a Física e com a Matemática! Elas andam juntas! Só que a gente não consegue enxergar extra classe. Da maneira como a gente vê a Matemática, é difícil de percebê-la extra-classe. Às vezes nós poderíamos ter visto situações bem simples do nosso dia-a-dia com os conhecimentos de Física e a gente acaba se perguntando porque não se tem essa prática no curso de Matemática.”*

*Aluno “A”, anexo I, p.14-15*

*“A Física tem os modelos que ajudarão o professor de Matemática na construção de referenciais para prática da Matemática. A Física e a Matemática elas andam de mãos dadas! Então seria muito estranho se o professor de Matemática não tivesse essa disciplina. Por exemplo: muitas coisas de Cálculo, como definição de derivada e integral, essas coisas eu só fui entender melhor quando vi em Física, porque em Cálculo eu só aprendi como calcular a derivada de uma função mas não a interpretar, a idéia de limite, derivada e integral. Se alguém chegar agora e me perguntar sobre derivada e integral eu já tenho uma idéia e vou explicar que a derivada é uma coisa pontual e integral é a somatória desses valores pontuais.”*

*Aluno “B”, anexo I, p.15*

*“De acordo com o seminário que eu apresentei sobre Crônica do Cálculo, uma parte ínfima da História da Matemática, eu averigüei que uma tem tudo a ver com a outra! Nenhuma vive sem a outra! É uma só! Na verdade é uma mesclagem. A Física depende da Matemática e vice-versa! Não dá pra você separar de forma alguma! Então a disciplina Física Geral no nosso curso de Matemática, eu acho que foi a única disciplina que veio pra mostrar onde é que eu posso aplicar a Matemática e sair da parte mecânica. E não na disciplina Cálculo! Que é uma das nossas principais.”*

*“Eu que já trabalho no ensino fundamental e médio e que já usava questões físicas, de queda livre, para construir uma função matemática de um fenômeno físico, a disciplina Física Geral veio me ajudar mais nesse sentido.”*

*Aluno “C”, anexo I, p.15-16*

*“É importante, pelo fato de mostrar a relação da Matemática com a natureza, principalmente. Muitos fenômenos acontecem na natureza e o método, a linguagem para estudar esses fenômenos é a Matemática.”*

*Aluno “D”, anexo I, p.16*

*“Sem dúvida! Hoje em dia a Matemática tem que ser trabalhada de forma interdisciplinar e a Física, assim com as outras ciências que tratam dos fenômenos da natureza, são importantes. Se eu tiver um domínio considerado dos fenômenos físicos vou tentar fazer uma relação com a Matemática, para fazer com que esse aluno veja no seu dia-a-dia a Matemática, isto é, para que ele possa assimilar melhor a Matemática usando esse fenômenos, que com certeza estarão na realidade dele.”*

*Aluno “E”, anexo I, p.16*

*“Definitivamente ela é importante, porque na Física é que a gente aprende as aplicações do que se vê em Matemática, o que a gente tem em Matemática é a linguagem e a Física é um dos campos onde atua essa linguagem. A Física nos ajuda a entender melhor essa linguagem!”*

ALUNO “F”, ANEXO I ,P.16

*“É IMPORTANTE, PORQUE FOI NA FÍSICA QUE A GENTE COMEÇOU A PERCEBER A MATEMÁTICA VIVA E NÃO SOMENTE AQUELA MATEMÁTICA ABSTRATA. A GENTE COMEÇOU A VER QUE A MATEMÁTICA TEM UMA LINGUAGEM LÓGICA MAS, ELA EXPRESSA O QUE É VIVO, ISTO É, O QUE ESTÁ LIGADO DIRETAMENTE COM O PROFESSOR, COM O ALUNO E COM A NOSSA VIDA, E É ISSO QUE A GENTE TEM QUE FAZER NA SALA DE AULA COM NOSSOS ALUNOS. MOSTRAR QUE EXISTE A MATEMÁTICA E QUE É UMA LINGUAGEM RIGOROSA MAS, QUE EXISTE UMA ATIVIDADE PRÁTICA QUE ENVOLVE ESTA LINGUAGEM; E FOI A FÍSICA QUE TROUXE ESSA ROUPAGEM PRÁTICA! E ISSO QUE É NECESSÁRIO PARA NOSSA FORMAÇÃO DE PROFESSOR DE MATEMÁTICA.”*

*“A FÍSICA VEIO PREENCHER A DEFICIÊNCIA QUE O CÁLCULO NÃO CONSEGUIU EXPRESSAR, ISTO É, ELE FICOU ISOLADO”.*

*Aluno “H”, anexo I ,p.17*

*“A Física ajuda a abstrair ainda mais, é um outro tipo de visão; a gente tem a oportunidade de lidar com a aplicabilidade, com exemplos em que a Matemática está presente e não se tinha essa visão nas disciplinas específicas e nem sabia que ela existia. Parecia que o curso de Física era teoria e prática, só que a prática Matemática utilizada ela ajudou a dar uma maior compreensão de mundo e da própria Matemática, como instrumento de entendimento desse mundo.*

*Aluno “J”, anexo I ,p.18*

*“Sim, porque não dá mais pra você lidar com a Matemática pela Matemática, tem que ligar a Matemática com as outras matérias, os livros de ensino fundamental e médio já vêm trazendo história da Matemática e falando sobre isso. Então, hoje nós estamos buscando esse elo, porque a criança, o adolescente ou o jovem que venha estudar a Matemática, têm que ver que a Matemática não é só número, assim como as outras matérias, não é só a matéria que elas trabalham e que estão ligadas, para o aluno ter uma base de tudo. Nesse sentido, a Física, assim como as outras matérias são muito importantes.”*

*Aluno “M”, anexo I ,p.18-19*

*“Sem dúvida nenhuma, porque a forma até de compreender e entender bem melhor a Matemática seria essa, vendo de que forma ela pode ser utilizada em leitura de fenômenos, principalmente, aqueles que estão no dia-a-dia da gente. Fica interessante de compreender o que ocorre até matematicamente. Assim, a Física é de suma importância na nossa formação. Deveriam ser trabalhadas mais disciplinas que abordam fenômenos na nossa formação. Fica mais prazeroso e mais compreensivo e que a gente, mais tarde, no nosso dia-a-dia de sala de aula, vamos poder trazer isso para o aluno e tornar nossas aulas mais interessantes para os alunos e mostrar que a Matemática não é somente Cálculo no quadro e que ao nosso redor estão fenômenos que são compreendidos a partir da linguagem matemática.*

*“Como aluno de Licenciatura Plena em Física da Universidade Federal do Pará - UFPA e por ter estudado alguns fenômenos consegui enxergar muitas coisas mas, comecei a perceber melhor o raciocínio matemático para decifrar os fenômenos, na Física Geral. Como professor de Matemática essa visão está sendo muito importante de entender o máximo possível a Matemática que me cerca”.*

*Aluno “N”, anexo I ,p.19*

Há necessidade de se implementar o estudo da Física logo nos primeiros anos de contato com o conhecimento matemático desenvolvidos pelas disciplinas específicas.

*“Se a Física fosse trabalhada desde o primeiro ano, ela nos ajudaria melhor a entender a Matemática no nosso Curso, isto é, se ela fosse dividida e não todos esses conteúdos em um ano. Seria uma coisa muito mais interessante, porque nós teríamos muitos mais aplicações”.*

*Aluno “D”, anexo I, p.16*

*“Antes da disciplina Física Geral eu não sabia para que servia os conceitos de derivada, integral, gradiente, divergente e até mesmo o rotacional que a gente viu no curso de Cálculo.”*

*Aluno “F”, anexo I, p.16*

*“ Não só a Física mas também como todas as outras ciências, porque a Matemática está ligada com todas elas. O matemático na verdade ele tem saber um pouco de tudo, isto é, Biologia, Química, Física, Geografia etc., para que ele possa fazer relações e facilitar para o aluno o aprendizado da Matemática”*

*“ A Física é a mais importante, por que são situações muito mais corriqueiras, como na Mecânica. Pegando a Mecânica e olhando a Matemática que está por trás, o aluno vai entender com certeza a Matemática, porque tem quase tudo de Matemática”.*

*Aluno “G”, anexo I, p.17*

*“A Física deveria ser dada desde do início do nosso curso de Matemática, para gente ir acompanhando os cálculos matemáticos com a Física e não no terceiro ano, porque a Física está relacionada direto com o cálculo, só que antes a gente não tinha essa visão!”.*

*Aluno “I”, anexo I, p.17*

*“Com certeza! acho que ela é importantíssima, porque é a Física que liga a Matemática com o cotidiano, por permitir uma roupagem prática pra todas essas contas que nós fazemos com os alunos no ensino fundamental e médio”.*

*“Acho que é uma pena a Física ser vista só no 3º ano e em um ano, melhor seria se fosse fragmentada pra que a gente tivesse um maior aproveitamento tanto da Física com da parte Matemática”.*

*“Se não fosse a disciplina Física Geral, eu não teria uma noção exata para que iria servir a Matemática desse terceiro grau!”*

*Aluno “J”, anexo I, p.18*

*“Claro! Por que a Física basicamente ela acontece na tua vida, sempre, e te dá o suporte para trabalhar a Matemática no cotidiano; Muitas vezes os alunos perguntam por que eu tenho estudar um determinado conteúdo da Matemática e o professor pode usar a Física para mostrar essa importância do conteúdo”.*

*Aluno “K”, anexo I, p.18*

*“Lógico! Porque é na Física que a gente encontra o significado daquilo que a gente estuda na Matemática, isto é, as idéias Matemáticas tão necessárias à nossa formação”.*

*Aluno “L”, anexo I, p.18*

*“Sim, por que não dá mais pra você lidar com a Matemática pela Matemática, tem que ligar a Matemática com as outras matérias, os livros de ensino fundamental e médio já vêm trazendo história da Matemática e falando sobre isso. Então hoje, nós estamos buscando esse elo, porque a criança, o adolescente ou o jovem que venha estudar a Matemática, tem que ver que a Matemática não é só número, assim como as outras matérias não é só a matéria que elas trabalham e que elas estão ligadas, para o aluno ter uma base de tudo. Nesse sentido a Física, assim como as outras matérias são muito importantes.”*

*Aluno “M”, anexo I, p.18-19*

*“A Física foi o termômetro! Foi quando a gente percebeu a dificuldade que temos no nosso curso devido a essa quebra que existe nas disciplinas específicas. A Física conseguiu mostrar essa nossa dificuldade e a importância que ela tem; foi quando a gente percebeu que estávamos diante de coisas da vida natural e moderna e não conseguia compreender aplicando a Matemática. A partir da Física a Matemática passou a ter maior responsabilidade e valor para mim. Consegui ver a importância e o que de fato é a Matemática.*

*Aluno “N”, anexo I, p.19*

*“É importante, porque ela está no nosso cotidiano, isto é, tudo que você vê na natureza tem uma explicação Física, através de leis e princípios que vão ser representados através da Matemática; então: você precisa da teoria para desenvolver a parte do Cálculo, e é aí que entra a Matemática.”*

*Aluno “O”, anexo I, p.20*

## **4.2 - A Prática Pedagógica na Sala de Aula**

O objetivo desta seção é apresentar os resultados do processo de observação, como parte desta pesquisa, sobre o desempenho dos alunos em sala de aula. O relato leva em consideração as observações e a análise dos dados a partir do referencial teórico, organizado de forma mais sistematizada em categorias.

No processo de síntese, meu objetivo foi também relacionar as situações observadas com as categorias de análise eleitas anteriormente e as entrevistas realizadas.

Quando realizei as observações, defini a sala de aula como *locus* importante para a formação dos futuros professores, pois, segundo Coelho (1993,p.118.)

*"a sala de aula não é, pois, um espaço físico, uma realidade formal burocrática em que, de um lado, o professor 'ensina', expõe, impõe, repassa, socializa o saber já acumulado e sistematizado pela humanidade e de outro, os alunos 'aprendem', assimilam, absorvem, aceitam, engolem o que lhes é apresentado". O que constitui a sala de aula e a "faz existir com **realidade acadêmica** é o trabalho de professores e alunos, ou seja, a rigorosa elaboração teórica que aí se constrói; a busca, a dúvida e o questionamento que se cultiva; o saber vivo com o qual se confronta e cuja compreensão e superação se persegue"*

É com esse sentido que acredito, especialmente, na sala de aula como o espaço próprio da definição das competências de um futuro professor, razão pela qual foi o local escolhido para realizar as observações.

Observei durante o semestre, em sala de aula, as aulas de Física Geral e seminários realizados pelos alunos, insegurança e angústia por parte dos mesmos quanto ao tratamento matemático desenvolvido na leitura e interpretação de situações da Física Clássica.

Nesta seção, relato o trabalho desenvolvido pelos alunos observados. A partir dos registros nos protocolos, elaborei uma primeira seleção e posterior análise de dados e, em seguida, construí quadros que sintetizam esse processo inicial.

Na análise dos dados observados, considerei que "o homem compreende a natureza por intermédio das categorias (ou conceitos) que constituem o seu concreto pensando" e que essas categorias "são pontos de apoio do conhecimento e da prática" (Freitas, 1996, p. 79). Tais concepções já explicadas nos capítulos anteriores, deram sustentação ao agrupamento dos conteúdos que retratam as situações observadas em sala de aula.

Para agrupar as observações foram selecionados os conteúdos que surgiram no curso do conhecimento, ao mesmo tempo que, como observador pude identificá-lo com maior clareza.

Assim, formei os seguintes grupos de situação observadas:

- 1) procedimentos dos alunos nas aulas de Física Geral;
- 2) procedimentos dos alunos em seus seminários;

Com base nessa organização metodológica passo ao relato do presente Capítulo que tentará ser o mais fiel possível às observações efetivadas.

## **1) Procedimentos dos alunos nas aulas de Física Geral.**

Observar e estudar os procedimentos desenvolvidos pelos alunos durante as aulas é uma tarefa que requer planejamento, organização, paciência, atenção e principalmente, um conhecimento efetivo de práticas pedagógicas, a fim de que o investigador possa

"desvelar os encontros e desencontros que permeiam o dia-a-dia da prática escolar" (André, 1995, p. 41).

Neste primeiro grupo de situações observadas, procurei reunir os registros referentes à atuação dos alunos do Curso de Matemática da UEPA com relação à dinâmica das aulas de Física Geral; identificar as dificuldades, dos alunos, com a linguagem matemática na leitura e entendimento de fenômenos da Física Clássica e de que modo elas interferem na produção de conhecimento. Assim, foi possível identificar os itens a seguir.

### **- Dinâmica das aulas**

As aulas ministradas foram expositivas, com ênfase no entendimento de conceitos e relações entre eles; começavam com a apresentação de situações-problema, para que os alunos debatessem em busca de soluções para as mesmas, evidenciando os conceitos presentes e relações existentes. A partir desse envolvimento do aluno, desenrolavam-se as interpretações das soluções apresentadas e suas coerências para os problemas, dando início à leitura e entendimento dos fenômenos presentes e algumas considerações sobre os conteúdos a serem desenvolvidos na disciplina Física Geral; após, iniciava-se a exposição dos assuntos, fazendo uso da linguagem matemática, como instrumento de leitura e entendimento dos fenômenos e propondo questões para serem debatidas em sala de aula.

Os alunos sentiam dificuldades nas interpretações das questões apresentadas mas, conseguiam chegar, com a ajuda do professor, às possíveis respostas. Quando a resposta não era a esperada, o professor geralmente transferia a pergunta à turma inteira. Segundo Cunha (1989), "com o estímulo verbal, o professor (expressa) a sua crença no aluno, na sua capacidade de contribuir para a aprendizagem que estava a produzir" (p. 141).

O professor exigia a participação dos alunos nas atividades teóricas desenvolvidas em suas aulas, estimulando o raciocínio lógico no entendimento dos fenômenos analisados. Como regra geral, os alunos, de início, foram assistentes passivos das aulas e no decorrer do semestre foram adquirindo a habilidade de interpretação e entendimento dos conceitos, leis e princípios da Física Clássica abordados a partir da linguagem matemática.

As observações me permitiram identificar que esses alunos concebem em sua formação uma Matemática que "prepara indivíduos subordinados, passivos, acríticos (e para) uma educação de reprodução (e não) para a formação de um cidadão na sua plenitude" (D'Ambrosio, 1996, p. 9). Tal assertiva confirma os procedimentos adotados pelos alunos diante de situações reais apresentadas nas aulas de Física Geral, pois, este tipo de dinâmica mostra que infelizmente, a Matemática no curso de Licenciatura Plena em Matemática da UEPA, na formação do futuro professor de Matemática, não está sendo trabalhada como linguagem.

Concordo com a afirmação de Franco (1992), que entre outras afirmações, menciona: "a grande maioria dos cursos de Licenciatura se limita a preparar o futuro professor para transmitir conteúdos, executar rotinas, reduzindo a possibilidade de criação do novo" (p.3).

Pela observação feita, tudo comprova que para esses alunos, em sua formação, a "Matemática (é) uma ciência (**linguagem!**) à parte, desligada do mundo real, voltada exclusivamente para a abstração acadêmica, o que estaria de acordo com a concepção platônica de que a Matemática é independente do mundo" (Nameri, 1991, p. 187).

Em um das aulas, quando estava trabalhando com os conceitos de limite, derivada e integral na análise dos movimentos, vários alunos perguntaram em que outros fenômenos poderiam utilizar esses conceitos matemáticos. O professor, por sua vez, mostrou aos alunos a maneira de se perceber a utilização dos citados conceitos matemáticos na investigação de fenômenos da Física Clássica.

A situação observada demonstrou que na disciplina Cálculo, os alunos não tiveram uma aprendizagem significativa desses conceitos, pois, apresentaram dificuldades em transferir os conceitos matemáticos trabalhados, nesta disciplina, para uma situação fenomenológica. Evidencia-se que na disciplina Cálculo, a Matemática não está sendo trabalhada como linguagem.

A dinâmica mostrou-se interessante, pois, houve a participação dos alunos de forma espontânea e significativa, evidenciando a busca pelo aprender a Matemática e pelo aprender a aprender ensinar Matemática. Minha afirmativa tem respaldo em depoimentos que ouvi durante as entrevistas com os licenciandos sobre expectativa quanto à situação no ensino fundamental e médio; como este já apresentado anteriormente:

*“Com certeza! A Física nos permite fazer as aplicações tão desejadas, isto é, sairmos somente da coisa mecânica, em que se manipulam somente os **números** e as **letras** sem nenhum modelo, isto é, somente trabalhar com **x** e com **y** e resolver problemas sem saber o que eles representam.”*

*“Para nós, que vamos trabalhar no ensino fundamental e médio é muito importante, porque a Física da maneira como ela foi vista nos possibilitará fazer o aluno raciocinar, fazer o aluno entender o problema (situação-problema) e a partir daí extrair a Matemática. É muito mais fácil entender o mecanismo da Matemática! Por que a gente usa função? Por que a gente usa equação? Por que isso tudo? Fica muito mais simples para o aluno entender a partir das situações físicas, do que simplesmente manipular letras e números que ele não sabe pra que servem e onde é que ele vai aplicar.”*

*“Tudo está relacionado com a Física e com a Matemática! Elas andam juntas! Só que a gente não consegue enxergar extra classe. Da maneira como gente vê a Matemática, é difícil de percebê-la extra classe. As vezes nós podíamos ter visto situações-problema bem simples do nosso dia-a-dia com os conhecimentos de Física e a gente acaba se perdendo por que não se tem essa prática no curso de Matemática.”*

*Aluno “A”, anexo I, p.14-15*

Estes e outros já transcritos indicam que os alunos, futuros professores desejam aulas cuja dinâmica seja diferente, para levar os educandos em busca de uma prática dentro da Matemática, na qual essa disciplina se torne mais "viva", mais atraente e interessante.

## **- Identificação das dificuldades dos alunos**

Durante as aulas ficaram evidentes as dificuldades que os alunos apresentaram com referência à aprendizagem dos conteúdos trabalhados na disciplina Física Geral.

Como identificação das dificuldades entendo o momento em que o professor percebe com, significatividades lógica e psicológica, as condições de aprendizagem a respeito de determinado conteúdo, na sala de aula. O que pressupõe que em sua formação "o principal objetivo do ensino da Matemática é transmitir conhecimentos matemáticos, possibilitando a compreensão da linguagem matemática e desenvolvendo o pensamento lógico" (Vitti, 1995, p. 21).

Os alunos tiveram dificuldade em resolver os problemas propostos em suas avaliações, que se baseavam em demonstrações; bem como no uso da linguagem matemática na construção de Modelos Matemáticos de situações fenomenológicas da Física

Clássica. Os alunos, como vimos, se manifestaram em suas entrevistas sobre o que contribuiu para essas dificuldades.

*“Eu diria que o problema não é tanto a Física e sim a própria Matemática trabalhada nas definições e demonstrações, isto é, de termos que abstrair muitas coisas para entendermos a estrutura das mesmas. A gente percebe que as definições e demonstrações são baseadas no Cálculo, e a gente não sabe Cálculo! Aquilo que eu havia falado anteriormente, não temos a idéia abstrata do Cálculo! Somente aquela conta mecânica. Entender as demonstrações na disciplina Física Geral para nós tornou-se um terror, o que não deveria ser, pois estamos no curso de Matemática!”*

*Aluno “A”, anexo I, p.9*

*“A dificuldade foi de entender o Cálculo nas demonstrações, devido a gente não ter uma boa base de Cálculo!. Na parte de **campo** vetorial e vetor gradiente havia necessidade de interpretar o significado desses conceitos, o que não estávamos acostumados a fazer nas disciplinas específicas de **Cálculo**, isto é, tínhamos somente “matematicamente” esses conceitos.”*

*Aluno “O”, anexo I, p.14*

Tudo leva a crer que os alunos "não conseguem" transferir o conhecimento matemático sem dificuldades. As avaliações e entrevistas demonstram que em sua formação a Matemática não é a mesma proposta no currículo do curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará – UEPA,

Esta pesquisa é importante porque traz a tona a relevância do estudo das dificuldades de aprendizagem na formação do futuro professor de Matemática dentro do curso de Licenciatura Plena em Matemática na UEPA, que não é um problema somente desse futuro professor, que precisava ser realizada para encontrar referenciais que possam minimizá-las nesta formação. Assim, quebra-se um círculo vicioso, que leva o aluno a acumular dificuldades, nunca solucionadas, o que fatalmente vai ocasionar o fracasso escolar e, neste caso específico, o fracasso na formação do futuro professor de Matemática.

Como as dificuldades são rotineiras no curso que forma professores de Matemática, elas passarão à prática desses licenciados no ensino fundamental e médio.

Desta forma, esta pesquisa com base nessas dificuldades, pretende estar contribuindo para a formação de licenciandos nesta instituição de ensino superior, superando os obstáculos evidenciados em algumas das entrevistas, como podemos perceber nas transcrições abaixo, já apresentada antes.

*“A gente não tem a construção do raciocínio, nós não temos a noção intuitiva pra você informar onde quer chegar.”*

*Aluno “C”, anexo I, p.3*

*“A gente usa mais a manipulação da Matemática sem saber o quê? e nem o porquê? Só aprende a manipulação, isto é, o **abc** da Matemática e não sabe para que ela serve, em que caso ela vai servir. Dificilmente a gente vê isso! As aplicações dos conteúdos da disciplinas específicas tem grande importância, pelo fato de que é dessas aplicações que saem outros campos da Matemática. Quando a universidade promove palestras ou seminários a gente fica na expectativa de encontrar essas aplicações, mas muitas das vezes elas não acontecem.*

*Aluno “G”, anexo I, p.5*

*“Definitivamente a Matemática que a gente aprende nas disciplinas específicas é a Matemática de calcular e não a matemática das idéias, isto é, a matemática das idéias, se existe, é passageira. Quando o professor começa dar o assunto ele dá a idéia depois a idéia se perde no meio de tanto cálculo que a gente faz, é conta pra cá é conta pra lá, isto é, a idéia ela só nasce no momento em que se está introduzindo o assunto e logo depois ela se fragmenta; tanto que depois, quando a gente parte para resoluções dos problemas não sabemos por onde começar, isto é, você tem que aplicar os conceitos matemáticos para interpretar o problema vem a dificuldade porque os conceitos não ficaram solidificados, as vezes é a chave para a resolução de muitos problemas!.”*

*Aluno “F”, anexo I, p.4-5*

As dificuldades apontadas interferem na aprendizagem da Matemática e constituem-se num desafio a ser vencido pelos Cursos de Licenciaturas. É necessário que os licenciados do Curso de Matemática aprendam as habilidades básicas inerentes a essa linguagem. É necessário que a Física Clássica esteja inserida no ensino da linguagem matemática, por se tratar de uma realidade vivida por todos, e a técnica de resolução de problemas seja referência básica na formação de um professor de Matemática, pois como asseveram Carvalho e Sztajni (1997,p.18).

*"mesmo separando o ensino/aprendizagem da Matemática em básico e superior, mesmo numa visão utilitarista da Matemática, é preciso concluir que, nos dias de hoje, a resolução de problemas faz parte da Matemática fundamental a ser ensinada nas escolas".*

## **- Procedimentos dos alunos em seus seminários**

Em seu livro "O bom professor e sua prática" Cunha (1989), relaciona as habilidades de ensino identificadas nos seus *bons professores*. Uma das habilidades refere-se *ao trato da matéria de ensino*. Nesta habilidade, a autora "inclui o esforço que o professor faz para, no seu discurso, tornar compreensível o conhecimento que põe em disponibilidade para os alunos" (p. 142).

Este é o objetivo do segundo grupo de situações observadas, no qual contemplo a descrição de como os alunos demonstram o domínio de conteúdos e o grau de

complexidade que apresentavam no uso da linguagem matemática nos conteúdos da Física Clássica, isto é, se a trabalhavam numa perspectiva de leitura e entendimento da realidade estudada (fenômeno).

## **- Domínio de conteúdos e uso da linguagem matemática**

Severino (1991) ensina que a qualificação do professor deve realizar-se de maneira que se assente tanto na dimensão dos conteúdos como na dimensão das habilidades didáticas. Para tanto, um curso de formação de professor deve levar em consideração, na preparação dos futuros licenciados, não só o domínio do conteúdo específico da matéria de ensino mas, também, o domínio das habilidades pedagógicas indispensáveis para o trabalho docente, sempre de uma forma interrelacionada, e não dicotomizada, separada, como se as habilidades pedagógicas só pudessem ser conseguidas mediante o trabalho com as disciplinas ditas "pedagógicas".

Considero importante a assertiva, pois é sobre esse domínio específico que faço algumas considerações.

Todos os 15 alunos observados demonstraram insegurança com referência aos fenômenos analisados a partir da linguagem matemática subjacente ao Modelo Matemático que descrevia o mesmo.

Os alunos demonstraram domínio de conteúdos desenvolvidos durante o período observado. No entanto, dificilmente conseguiram articular a linguagem matemática com conteúdo específico da Física Clássica; evidenciam-se dificuldades em habilidades didáticas para possibilitar uma aprendizagem significativa da linguagem matemática, isto é, a partir de um fenômeno aplicar a Matemática na leitura do mesmo, na formação do futuros professores de Matemática. Como podemos exemplificar na fala, já apresentada anteriormente, de um aluno na entrevista:

*“Dificuldades em aplicar os conceitos da Matemática como: limite, derivada, integral, gradiente, divergente e rotacional, isto é, de jogar em cima dos fenômenos físico esses conceitos. (por exemplo, na disciplina de Cálculo a gente tem a definição de limite, derivada e outros conceitos matemáticos com suas principais regras mas, fazemos contas sem sabermos o que elas representam).”*

*Aluno “F”, anexo I, p.10-11*

As dificuldades desses alunos ratificam as afirmações de D'Ambrosio (1986) para quem o ensino de Matemática deveria "ao invés do acúmulo de conteúdo, (...) dar ênfase ao desenvolvimento de atitude científica"<sup>3</sup> (p. 19).

É um fato marcante: em razão de terem um contato puramente técnico nas disciplinas específicas, com os conteúdos matemáticos em sua formação, os alunos não conseguem aplicar esses conteúdos matemáticos numa situação fenomenológica, já que se trata de uma linguagem. Ou seja, ao centrarem suas práticas no domínio dos conteúdos matemáticos, os professores das disciplinas específicas negam a seus alunos "condições para que sejam encontrados, em qualquer nível, os conteúdos e métodos adequados" ao ensino da Matemática. (D'Ambrosio, 1986, p. 15).

Nesta perspectiva, ao possibilitar que os conteúdos de suas disciplinas fossem desenvolvidos sob formas diferenciadas, isto é, análise de fenômenos da Física Clássica e uso da linguagem matemática para leitura e entendimentos dos mesmo, os professores das disciplinas específicas estariam contribuindo para que o conhecimento matemático pudesse ser trabalhado de forma dinâmica, pois, na avaliação que os alunos fazem da prática dos professores (entrevista), encontro, por exemplo, o seguinte comentário também já apresentado antes:

*“Os professores das disciplinas específicas de Matemática eles sabem pra eles, mas não pra passar!”*

*“Nós precisamos de modelos para sermos professores, isto é, referenciais de como trabalhar a Matemática. As disciplinas específicas, elas reforçam as aplicações das técnicas da Matemática e não o significado do que está por de trás dessas técnicas, isto é, o modelo, as idéias e etc...”*

*Aluno “B”, anexo I, p.2-3*

---

<sup>3</sup>Para D'Ambrosio a atitude científica centra-se no trabalho de criação e oferecimento de novas perspectivas de interdisciplinaridade.

## **CONCLUSÃO**

O Curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará, como podemos perceber nas falas dos alunos e observações realizadas no desenvolvimento da disciplina Física Geral, apresenta o obstáculo epistemológico a ser superado para que se tenha um curso realmente direcionado para a formação de professores de Matemática. Essa foi a preocupação, durante todo o desenvolvimento da pesquisa, tentando identificar os elementos que estariam contribuindo para este obstáculo, que envolve também questões pedagógicas a serem superadas para uma possível aprendizagem significativa da linguagem matemática na formação do futuro professor de Matemática, que irá ensinar Matemática no nível fundamental e médio.

A pesquisa aponta os obstáculos a serem considerados nas possíveis modificações a serem feitas no projeto pedagógico na formação do futuro professor de Matemática: As disciplinas específicas de Matemática devem ser contextualizadas em fenômenos da natureza, isto é, a Matemática desenvolvida deve ser trabalhada como linguagem na leitura e entendimento da realidade, fazendo uso da Modelagem Matemática em situações-problema, contribuindo para desenvolvimento da criatividade na construção dos Modelos Matemáticos; os Modelos Matemáticos não devem ser apresentados prontos e isolados de realidades fenomenológicas, deixando de lado o objetivo principal do curso, que é formar

professores capazes de transferir o conhecimento aprendido em qualquer situação fenomenológica.

A estrutura atual do Curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará - UEPA, caracterizada pelas dificuldades de transferência do conhecimento matemático para situações fenomenológicas, em particular da Física Clássica, vem desenvolvendo uma Matemática, em suas disciplinas específicas, que não representa algo à realidade do aluno, isto é, algo significativo à vida deste, sendo assim, não traduzindo nada ao aluno com a utilização desta Matemática, não oferece assim, condições para formar um professor capaz de orientar a construção e aprendizagem significativa da linguagem matemática.

O referencial apontado pela pesquisa está centrado no ensino da Matemática como linguagem na formação deste futuro professor, desde o início até o final de sua vida acadêmica, e não no uso da Matemática como instrumento de “fazer contas”, isto é, técnicas matemáticas para resolver problemas algébricos. Portanto, o obstáculo epistemológico a ser superado pelo Curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará- UEPA, está na não aplicação da linguagem matemática em todo o fazer Matemática; as disciplinas específicas, no Curso de Licenciatura Plena em Matemática, devem ser direcionadas para esta prática. Desta forma, far-se-á necessário o uso da Modelagem Matemática em situações fenomenológicas, que implicará em uma possível aprendizagem significativa da linguagem matemática em sua formação, dando aos alunos condições de estenderem tal processo ao ensino da Matemática no nível fundamental e médio.

Como análise final deste trabalho, apresento as características que considero serem necessárias para superar este obstáculo epistemológico à formação do futuro professor de Matemática na Universidade do Estado do Pará – UEPA, com base nos autores, que tomei como referência, e análise dos dados encontrados durante tal pesquisa, como o objetivo deste futuros professores desenvolverem um trabalho significativo no ensino da linguagem matemática no nível Fundamental e Médio.

O Curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará – UEPA, apresenta uma formação mais direcionada para o desenvolvimento de Matemática Pura e Aplicada, isto é, o referencial está centrado na Matemática e não na Prática do

professor de Ensino Fundamental e Médio. O curso de Licenciatura em Matemática deve ser direcionado para essa prática, isto é, para a formação do futuro professor, pois a estrutura atual do curso não oferece condições para formar um bom professor. Portanto, o Curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Pará - UEPA está dentre os cursos de Licenciatura mencionado por Franco (1992) “a grande maioria dos cursos de Licenciatura se limita a preparar o futuro professor para transmitir conteúdos, executar rotinas, reduzindo a possibilidade de criação do novo” (p.3)

Desta forma, cabe ao Curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade do Estado do Pará – UEPA, superar o obstáculo epistemológico na integração da teoria e prática para formar um bom professor e que segundo Cunha (1989), Em seu livro "O bom professor e sua prática" relaciona as habilidades de ensino identificadas nos seus *bons professores*. Uma das habilidades refere-se *ao trato da matéria de ensino*. Nesta habilidade, a autora "inclui o esforço que o professor faz para, no seu discurso, tornar compreensível o conhecimento que põe em disponibilidade para os alunos" (p. 142). E que se torna necessário, levar os futuros professores de Matemática em busca de uma prática dentro da Matemática, na qual essa disciplina se torne mais significativa, isto é, mais atraente e interessante durante a abordagem de ensino da linguagem matemática

Os professores, que trabalham as disciplinas de conhecimento específico, devem se conscientizarem de que estão trabalhando num curso de formação de professores e precisam desenvolver suas atividades com o objetivo de formar um bom professor. Há também a necessidade de uma aproximação entre os professores das disciplinas de conhecimento específico e professores da Educação, com a apresentação de atividades que envolvam as duas áreas de formação, a Matemática e a Pedagogia.

A disciplinas Cálculo I e II, têm se mostrado ineficazes, pois não levam o aluno a compreender os conteúdos trabalhados, não possibilitando a transferência desse saber para outras áreas do conhecimento; como, por exemplo, na Física Clássica. Evidenciada em algumas falas, já apresentadas anteriormente

*“Foi a base de Cálculo, por que a base de Cálculo foi mais mecânico, tipo assim, decorava como era que se procedia numa demonstração, mas eu não sabia como utilizá-la, só sabia que servia naquilo que o professor pedia na prova, e não sabia o que estava por trás daquilo, e já na Física, já deu para perceber melhor, isto é, ligar com a realidade e que a Matemática está ligada com um fenômeno. Que a Matemática é uma ferramenta pra entender o fenômeno que ocorre no cotidiano, isto é, na realidade”.*

*Aluno “M”, anexo I, p.13*

*“Foi o Cálculo, devido uma grande deficiência na disciplina Cálculo, pois da forma como foi trabalhado o Cálculo não acrescentou nada naquilo que já havia aprendido no ensino médio; as regras de limite, derivada e integral e resoluções de exercícios para por em práticas essas regras”.*

*Aluno “K”, anexo I, p.12*

*“As demonstrações devido dificuldade na nossa base de Cálculo. A Física é uma aplicação diária da Matemática, só que a Matemática é uma ferramenta para construir e passar os fenômenos que a gente enxerga para a realidade Matemática e fazer essa transferência foi a minha maior dificuldade. Se o professor de Cálculo soubesse fazer essa ponte entre a Física e a Matemática creio que as dificuldades seriam bem menores”..*

*Aluno “L”, anexo I, p.13*

As dificuldades desses alunos ratificam as afirmações de D'Ambrosio (1986) para quem o ensino de Matemática deveria "ao invés do acúmulo de conteúdo, (...) dar ênfase ao desenvolvimento de atitude científica" (p. 19). Ou seja, ao centrarem suas práticas no domínio dos conteúdos matemáticos, os professores das disciplinas Cálculo I e II negam a seus alunos "condições para que sejam encontrados, em qualquer nível, os conteúdos e métodos adequados" ao ensino da Matemática. (D'Ambrosio, 1986, p. 15).

Nesta perspectiva, o obstáculo epistemológico a ser superado, também, pelo Cálculo diferencial e integral, no Curso de Licenciatura Plena em Matemática na universidade do Estado do Pará –UEPA estaria, em possibilitar que os conteúdos de suas disciplinas fossem desenvolvidos sob formas diferenciadas, isto é, análise de fenômenos e uso da linguagem matemática para leitura e entendimentos dos mesmos; Assim, os professores das disciplinas específicas estariam contribuindo para que o conhecimento matemático, na formação de futuros professores de Matemática, pudesse ser trabalhado de forma dinâmica, significativa e interdisciplinar.

Tudo indica que há necessidade de reverter este quadro do ensino da Matemática na Universidade do Estado do Pará que forma este profissional. Há necessidade de uma ação (teórico-prática) mais consistente para que o ensino e a aprendizagem da disciplina possam ser significativos, pois segundo Freitas (1992, p.3): "costuma-se dizer que a teoria na prática é outra. Porém, se uma teoria é consistente, na prática ela não é outra, senão ela mesma, já que se originou da mesma prática à qual retorna".

Para melhorar o ensino da Matemática nas Escolas do Estado do Pará, acredito que é necessário rever a formação do professor nos cursos de Licenciatura Plena em Matemática desta e de outras instituições de ensino superior que forma este profissional,

pois cabe ao professor dar condições para que o aluno descubra o que há de realmente significativo na matéria. Assim, outras questões chamaram-me a atenção: se este futuro profissional em Matemática não perceber em sua formação a Matemática como linguagem, como o mesmo poderá trabalhar esta como tal? Isto é, se não houver aprendizagem significativa da linguagem matemática (conceitos matemáticos) em sua formação, isto implicará num obstáculo para sua prática de ensino (obstáculo pedagógico) em Matemática? Talvez, outros pesquisadores ou os responsáveis pela estrutura do Curso de Licenciatura Plena em Matemática possa investigar tais questões e encontrar respostas satisfatórias, que possibilite um complemento ao projeto político pedagógico do Curso de Licenciatura Plena em Matemática da UEPA.

### **Referências**

**AIKEN JR., L.R.** ABILITY AND CREATIVITY IN MATHEMATICS.  
ERIC INFORMATION ANALYSIS CENTER FOR SCIENCE MATHEMATICS  
AND ENVIRONMENTAL EDUCATION, OHION, 1973.

**ANDRÉ**, Marli E.A.D. de A pesquisa no cotidiano escolar. In:  
**FAZENDA**, Ivan (Org.). Metodologia da pesquisa educacional.  
3.ed. São Paulo: Cortez, 1994, 35-45.

\_\_\_\_\_. Etnografia da prática escolar. Campinas:  
Papirus, 1995. 130p.

**ANASTÁCIO**, M.Q. A. CONSIDERAÇÕES SOBRE A MODELAGEM  
MATEMÁTICA E A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. DISSERTAÇÃO DE  
MESTRADO. Unesp, RIO CLARO, 1990.

**AUSUBEL**, David P. e outros. Psicologia Educacional. 2ª Ed,  
Rio De Janeiro, Editora Interamericana Ltda, 1980.

**BACHELARD**, Gaston. Epistemologia: Rio de Janeiro:  
Zahar, 1977. 196p

**BARDIN**, Laurence. Análise de conteúdo, Porto: Edições 70,  
1977. 229p.

**BARON**, Margaret E. BOS H. M.. Curso de História da  
Matemática: Origem e Desenvolvimento do Cálculo. Tradução de  
José Raimundo Braga Coelho e outros. Brasília - Editora  
Universidade de Brasília- 1985. ( 5 volumes. Vol. 1- A  
Matemática Grega; Vol.2 - Indivisíveis e Infinitésimos;  
Vol.3 - Newton e Leibniz; Vol.4 - Cálculo no Século  
XVIII; Fundamentos; Vol.5 - O Cálculo no Século XVIII:  
Técnicas e Aplicações.

**BASSANEZI, R.C.** MODELAGEM COMO METODOLOGIA DE ENSINO DE MATEMÁTICA. PALESTRA PROFERIDA NA VII Ciaem, SANTIAGO, REPÚBLICA DOMINICANA, 1987.

**BASSANEZI, R.C. & FERREIRA, W.C.** EQUAÇÕES DIFERENCIAIS COMO APLICAÇÕES. SÃO PAULO, HARBA LTDA, 1980.

**BEADOUT, ALAIN.** A CRIATIVIDADE NA ESCOLA. TRADUÇÃO DE MARIA S. GUTIERREZ E BERNADET HADJIONNOV. SÃO PAULO, COMPANHIA DE EDITORA NACIONAL, 1976.

**BERRY, J. & O SHEA, T.** ASSESSING MATHEMATICAL MODELLING. IN: INT. J. MATH. ED. SCI., TECHNOL. VOL.13, N° 06, P. 715-724, 1982.

**BICUDO, MARIA A.V.A** EDUCAÇÃO E O ENSINO DA MATEMÁTICA. INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS, Unesp, RIO CLARO, MIMEOGRAFADO.

**BICUDO, M.A.V.& MARTINS, JOEL.** ESTUDO SOBRE EXISTENCIALISMO, FENOMENOLOGIA E EDUCAÇÃO. SÃO PAULO, MORAES, 1983.

**BICUDO, Maria Aparecida V.** O Professor de Matemática nas escolas de 1° e 2° graus. In: \_\_\_\_\_. Educação Matemática. São Paulo: Moraes, 1988, 45-57.

**BOGDAN, Robert e BIKLEM, Sari.** Investigação qualitativa em

Educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Trad. Maria João Alvarez et al. Porto: Porto Editora, 1994. 335p.

**BURAK**, DIONISIO. MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA NA 5ª SÉRIE. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. Unesp, RIO CLARO, 1987.

**CAPRA**, FRITJOF. O TAO DA FÍSICA. SÃO PAULO. CUTRIX, 1983.

**CARAÇA**, BENTO DE JESUS. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA MATEMÁTICA. 3º ED. TIPOGRAFIA ,MATEMÁTICA LTDA, 1958.

**CARRAHER**, David, In: Revista Nova Escola, Fundação Victor Civita, São Paulo, n.º 39, maio, 1990.

**CARVALHO**, João Pitombeira de & SZTAJNI,, Paola. As dificuldades "básicas" em Matemática. Presença Pedagógica, São Paulo: Dimensão,15, vol. 3, mai/jun, p. 15-21, 1997.

**CHAUÍ**, Marilena. Ventos do progresso- A Universidade administrativa. In: PRADO JR. Bento (org.). *descaminhos da Educação pós-1968*. São Paulo: Brasiliense, 1980, 31-56.

**CHILDE**, V. Gordon, A Evolução Cultural do Homem, 2ª edição Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1971.

**CHIZZOTTI**, Antonio. Pesquisa e Ciências Humanas e sociais. São Paulo: Cortez, 1991. 164p.

**COELHO**, Ildeu Moreira. A Importância da sala de aula para uma formação de qualidade. In: **SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE**

**ADMINISTRAÇÃO UNIVERSITÁRIA**,4,1993,Natal, Anais Natal: UFRN-Ed.Universitária,1993.p.115-122.

**COLL**,Cezar et al. Psicologia do ensino. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.408p

**CUNHA**, Maria Isabel da. O Bom professor e sua prática. Campinas: Papyrus, 1989. 128p.

**D'AMBROSIO**, Ubiratan. Da Realidade à ação-reflexões sobre Educação e Matemática 2.ed., São Paulo: Summus; Campinas: Unicamp, 1986. 115p.

\_\_\_\_\_. História da Matemática e Educação. Caderno CEDES (Campinas), n.º 40,p.7-17, 1996.

\_\_\_\_\_Módulos Educacionais não-Formais e Desenvolvimento da Criatividade 10p. Mimeografado.

\_\_\_\_\_ Sócio-Cultural bases for Mathematics Education. UNICAMP, Campinas - SP, 1985.

**DANTE**, Luiz Roberto. Criatividade e Resolução de Problemas na Prática Educativa Matemática. Tese do livro Docência, UNESP, Rio Claro, 1988.

\_\_\_\_\_ Didática da Resolução de Problema de Matemática de Problemas de Matemática. São Paulo, Editora Atica S.A. 1989.

\_\_\_\_\_Incentivando a Criatividade através Dda Educação Matemática. Tese de Doutorado. PUC São Paulo 1980.

**EYSENCK**, Michael W e Keane, MarK.T. Psicologia cognitiva: um manual introdutório; tad.:Wagner Gesser e Maria Helena Fenalti Gesser. - Porto alegre: Artes Médicas, 1994.

**FARR**, Regis. Fracasso do ensino. Rio de Janeiro: Codecri, 1982. 118p.

**FRANCO**, Edson. A Crise das licenciaturas. Belém: 1992. 8p. (Mimeogr).

**FREITAS**, Luiz Carlos de. Em direção a uma política para a formação de professores. Em Aberto (Brasília), ano 12, n.º 54, abr/jun, p.3-22,1992.

\_\_\_\_\_. Crítica da organização do trabalho pedagógico e da didática. Campinas: Papirus, 1996. 228p.

**FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA**. Revista Nóvoa Escola, São Paulo, n.º 39, maio, 1990.

**GASIRE**, Eliane Scheid. Perspectivas da Resolução de Problema em Educação Matemática. Dissertação de Mestrado. UNESP, Rio Claro, 1988.

**GAZZETTA**, Marineusa. A Modelagem como Estratégia de Aprendizagem da Matemática em Curso de Aperfeiçoamento de Professores. Dissertação de Mestrado, UNESP, Rio Claro, 1989.

**GIL**, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 3 ed. São Paulo: Atlas,1991.

**GRANGER**, Gilles-Gaston, A razão, 2ª edição, São Paulo, Difusão Europeia do Livro, 1969.

**GROSS.H.E.** The Importance of Mathematical Modelling for University Education in Mathematics, in: J. Math. Educ. Sci. Technol. 1981, Vol 12, N° 05, P. 549-555, 1981.

**HAYES**, Jonh R. The Complete Problem Solver. Departament of Phsycology Carnegic - Mellon University, 1981.

**KAPUR**, J.N. The Art of Teaching of Mathematical Modelling. In: Int. J. Math. Educ. Sci. Teach. Vol. 13 N° 2 P. 185-192, 1982.

**LEFEBVRE**, Henri. A vida cotidiana no mundo moderno. Trad. A João de Barros. São Paulo: Ática, 1991, 216p.

**LESTER**, Frank K e D'AMBRÓSIO, Beatriz S. Tipos de Problemas para a Instrução Matemática no 1º Grau 8p.Mineografado.

**LIBÂNEO**. J. Henri. Democratização da escola pública - a pedagogia crítico-social dos conteúdos.9.ed. São Paulo: Loyola, 1990, 149p.

\_\_\_\_\_. Profissão professor ou adeus professores, adeus professora? -notas sobre as exigências educacionais contemporâneas e as novas atitudes docentes. Goiânia: 1997. 19p. (Mimeorg.).

**LUDKE**, Menga. Aprendendo o caminho da pesquisa. In: **FAZENDA**, Ivan (Org.). Novos Enfoques da pesquisa Educacional. São Paulo: Cortez, 1992. 35-49.

**LUDKE**, Menga e André, Marli. E.D.A. Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. 99p.

**MEDEIROS**, Cleide Farias de. **Educação Matemática: Discurso Ideológico Que A Sustenta**. Dissertação de Mestrado, São Paulo, Pontifca Universidade Católica De São Paulo, 1985.

**MOREIRA**, Marco Antonio. Aprendizagem significativa e sua avaliação. Trabalho apresentado na conferência de abertura do 1º Encontro de Estudos sobre Avaliação da Aprendizagem Significativa, CESPE/PAS/UNB - Brasília, 17 e 18 de agosto de 1996.

**MOREIRA**, Marco Antonio..Aprendizagem significativa um conceito subjacente. En Moreira. M.A.. Cabaliero, M.C. y Rodríguez, M.L. (orgs.) (1997). Actas dei Encuentro internacional sobre eíAprendizaje Significativo. Burgos. España. pp. 1944.

**MORRIS**, Willian T. On The Art Of modelling. In: Management Science. Vol. 13, Nº 12, 1967.

**MACHADO**, Nilson José. Matemática e realidade.3.ed. São Paulo: Cortez, 1994. 103p.

\_\_\_\_\_. Matemática e educação: alegóricas, tecnológicas e temas afins. 2.ed. São Paulo: Cortez, 1995, 120p. (Questões da nossa época,2).

**MEDEIROS**, Cleide Farias de *por uma educação Matemática*. São Paulo: Moraes, 1998. 13-43.

**NAMERI**, Mirna. O outro lado da matemática. In: VIEGA, Ilma P. A . e CARDOSO, Maria H. F. (Orgs.). Escola fundamental-currículo e ensino, Campinas: Papirus, 1991. 185-199.

**NANO DE MELO**, Guiomar. Educação escolar; paixão, pensamento e prática. São Paulo: Cortez Autores Associados, 1986. 191p.

**NÓVOA**, Antonio. Formação de professores e profissão docente. In \_\_\_\_\_. Os Professores e a sua formação. Lisboa: Nova Enciclopédia,

**OKE**, K.H. E **BAJPAI**, A.G. Teaching the formulation stage of Mathematical Modelling to students in mathematical and physical sciences. In: Int. J. Math. Educ. Sci. Technol. Vol. 13, Nº 06 P. 797 - 814, 1982.

**POLYA**, George. A arte de Resolver Problemas Ed. Interciências, 1977.

**RODRIGUES**, Neidson. Por uma nova escola:- o transitório e o permanente na educação. 8. Ed. São Paulo: Cortez/ Autores Associados, 1992. 120p.

**ROGERS**, Carl. torna-se pessoa. Trad.de Manoel José do Carmo Ferreira. 2ª Ed. Moraes Editores, 1970.

**SAVIANI** , Demerval. Educação: do senso comum à Consciência Filosófica. 3ª ed. São Paulo, Cortez: Autores Associados, 1986.

**SEVERINO**, Antonio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. 20.ed.ver. amp. São Paulo: Cortez, 1996, 272,p.  
\_\_\_\_\_. A formação profissional do educador: pressuposto filosóficos e implicações curriculares. Revista da Associação

Nacional de Educação, São Paulo, ano 10, n.º 17, p. 29-40, 1991.

**SHOENFELD**, Alan H. Heurísticos in the classroom. In: Problem Solving in school Mathematics. Yearbook, NCTM, p. 9-22, 1980.

\_\_\_\_\_ Mathematical Problem Solving. California, Academic Press, 1985.

**TORRANCE**, E.P. Criatividade, Medidas , Testes e Avaliações. Trad. De Aydano Arruda. São Paulo, Ibrasa, 1976.

**TORRANCE**, E.P & **TORRANCE**, J.P. Pode-se Ensinar Criatividade? São Paulo, Editora Pedagógica e Universidade, 1974.

**UEPA**, Projeto Político Pedagógico do Curso de Matemática. Belém: 2003.75p.

**VITTI**, Catarina Maria. Matemática com prazer. A partir da História e da Geometria. Piracicaba: Editora da UNIMEP, 1995. 95p.

