

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ À

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

PROTOCOLE D'ENTENTE UQAC-UNEB

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION (M.A.)

PAR

Ferreira dos Santos, Alayde

**Analyse de l'enseignement de l'algèbre élémentaire : conceptions des enseignants
et des élèves sur le langage algébrique et ses implications dans la pratique**

FÉVRIER 2004



Mise en garde/Advice

Afin de rendre accessible au plus grand nombre le résultat des travaux de recherche menés par ses étudiants gradués et dans l'esprit des règles qui régissent le dépôt et la diffusion des mémoires et thèses produits dans cette Institution, **l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** est fière de rendre accessible une version complète et gratuite de cette œuvre.

Motivated by a desire to make the results of its graduate students' research accessible to all, and in accordance with the rules governing the acceptance and diffusion of dissertations and theses in this Institution, the **Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** is proud to make a complete version of this work available at no cost to the reader.

L'auteur conserve néanmoins la propriété du droit d'auteur qui protège ce mémoire ou cette thèse. Ni le mémoire ou la thèse ni des extraits substantiels de ceux-ci ne peuvent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

The author retains ownership of the copyright of this dissertation or thesis. Neither the dissertation or thesis, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.



Université du Québec à Chicoutimi

Chicoutimi, Québec, Canada



UNEB – Universidade do Estado da Bahia

Campus VII – Senhor do Bonfim – Ba – Brasil

**ANÁLISE DO ENSINO DA ÁLGEBRA ELEMENTAR: CONCEPÇÕES DE
PROFESSORES E ALUNOS SOBRE A LINGUAGEM ALGÉBRICA E SUAS
IMPLICAÇÕES NA PRÁTICA**

Por

Alayde Ferreira dos Santos

Senhor do Bonfim – Bahia - Brasil

Outubro de 2003.

**Université du Québec à Chicoutimi
UNEB – Universidade do Estado da Bahia**

**ANÁLISE DO ENSINO DA ÁLGEBRA ELEMENTAR: CONCEPÇÕES DE
PROFESSORES E ALUNOS SOBRE A LINGUAGEM ALGÉBRICA E SUAS
IMPLICAÇÕES NA PRÁTICA**

Dissertação apresentada à Université du Québec à Chicoutimi - UQAC, como exigência parcial do Mestrado em Educação oferecido em Senhor do Bonfim, Bahia, Brasil, em virtude de convênio estabelecido com a Universidade do Estado da Bahia – UNEB, sob orientação da Professora Josinalva Estácio Menezes.

Por

Alayde Ferreira dos Santos

OUTUBRO DE 2003

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO.....	vi
RÉSUMÈ.....	vii
INTRODUÇÃO.....	01
CAPÍTULO I – APRESENTANDO UMA LINGUAGEM	04
I.1. O Problema e a Construção do Presente Estudo.....	04
I.2. Questões de Estudo e Objetivos.....	12
CAPÍTULO II - FUNDAMENTOS PARA UM REPENSAR A LINGUAGEM ALGÉBRICA	17
II.1. A álgebra elementar na Educação Matemática como objeto de pesquisa e suas concepções.....	18
II.2. Concepções: pesquisas realizadas e significados do termo escolhido.....	36

II.3. Algumas abordagens teóricas no contexto do ensino-aprendizagem da álgebra elementar.....	42
CAPÍTULO III - PARA O ENTENDER DESSA LINGUAGEM.....	61
III.1. Pressupostos teórico-metodológicos.....	61
III.2. Os instrumentos e os sujeitos da pesquisa.....	64
III.3. A análise dos dados.....	68
CAPÍTULO IV: AS VOZES DAQUELES QUE VIVENCIAM A LINGUAGEM ALGÉBRICA	73
IV.1. Questionando quem ensina.....	73
IV.1.1. Transcrevendo e Analisando.....	76
IV.2. Questionando quem aprende.....	89
IV.2.1. Transcrevendo e Analisando.....	92
IV.3. A Linguagem Algébrica em evidência.....	100
IV.3.1. Na voz de Alfa.....	103
IV.3.2. Na voz de Beta.....	107
IV.3.3. Na voz de Gama.....	113
IV.3.4. Na voz de Sigma.....	118
CAPÍTULO V: CULMINÂNCIA DOS DISCURSOS APRESENTADOS	125
CONCLUSÕES.....	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
ANEXOS.....	148

R E S U M O

Este estudo teve como objetivo investigar as concepções de professores e alunos sobre a linguagem algébrica e comparar com a prática do processo de ensino e aprendizagem da álgebra. Baseamo-nos em estudos anteriores sobre concepções, para caracterizarmos as concepções de linguagem algébrica. Nessa investigação, fundamentamos a abordagem metodológica nos pressupostos da pesquisa qualitativa com análise de conteúdo. Participaram da amostragem professoras de 7^a e 8^a séries da rede pública de ensino do Município de Senhor do Bonfim (Bahia) e alunos da 8^a série, mediante um questionário aberto inicial, e posteriores entrevistas semi-estruturadas. A análise das respostas foi feita à luz da perspectiva teórica sócio-histórica, fundamentada em Vygotsky, Bachelard, com obstáculos didáticos e epistemológicos, e em Vergnaud, com a teoria dos campos conceituais. A partir desse quadro teórico pudemos relacionar as concepções de linguagem algébrica apresentadas pelas professoras com a prática pedagógica vigente, buscando a compreensão dos significados dessa área do conhecimento matemático, expressos por aqueles que o vivenciam e apontando possíveis caminhos para um melhor ensino de álgebra através das concepções sobre sua linguagem. Nesse sentido, lança luz à compreensão do papel da linguagem algébrica para o ensino-aprendizagem da matemática, ao mesmo tempo em que aponta para uma mudança não só quanto à perspectiva da educação matemática, mas principalmente quanto à postura do professor.

Palavras-chave: Linguagem algébrica – Educação matemática – Concepções de professores e estudantes

RÉSUMÉ

Le but de cette recherche était de vérifier les conceptions des professeurs et étudiants sur la langage algébrique et comparer avec les pratiques de l'enseignement et apprentissage de l'algèbre en école. Nous avons basé sur les études antérieures au sujet de conceptions pour nous caractériser les conceptions de la langage algébrique. Dans cette enquête, nous avons basé l'approche méthodologique dans les présuppositions de la recherche qualitative avec analyse de contenu. Ils ont participé aux professeurs de l'échantillonnage de 7^e et 8^e séries des écoles publiques du district de Senhor do Bonfim (Bahia) et étudiants des 8^e séries, par un questionnaire initial, et entrevues structurées semi subséquentes. L'analyse des réponses a été faite sous les orientations de la perspective théorique, basé dans Vygotsky, Bachelard, avec des obstacles didactiques et epistemológicos et dans Vergnaud, avec la théorie des champs conceptuels. Partir de cette image théorique nous pourrions raconter les conceptions de la langage algébrique présentées par les professeurs avec pratique pédagogique courante, en cherchant la compréhension des significations de cette région de la connaissance mathématique, a exprimé par ceux qui vivants et pointant routes possibles pour une meilleure algèbre qui apprend à travers les conceptions sur sa langage. Dans ce sens, cette recherche amener à lance compréhension du papier de la langage algébrique pour l'enseignement érudition des mathématiques, en même temps dans cela il paraît pas seul pour un changement comme pour la perspective de l'éducation mathématique, mais principalement comme car l'attitude du professeur.

Mots-clé : Langage algébrique - Éducation mathématique - Conceptions des professeurs et étudiants

DEDICATÓRIA

A meu pai, Manoel, hoje ausente, mas eternamente em meu coração!

**A meus filhos, Lucas e Gabriel, razão maior de todos os sacrifícios e lutas, e onde
concentro todo o meu amor!**

À minha mãe, Jacira, pelo apoio e compreensão às minhas necessidades!

A João Pedro, pelo amor que compartilhamos!

A G R A D E C I M E N T O S

A Deus, o Princípio da sabedoria.

A meus pais, que me deram o dom da vida.

A todos que me auxiliaram, embora cite apenas aqueles a quem deva mais diretamente estímulo e incentivo:

- À minha orientadora Prof^a Josinalva Estácio Menezes, pela confiança e entusiasmo, pela dedicação e segurança que me transmitiu durante a realização deste trabalho;
- À Prof^a Marta Anadon, pela orientação, críticas e sugestões concedidas;
- A João Pedro, pela ajuda e incentivo constantes;
- À amiga de todos os momentos, Annakele Nunes, pelo apoio e ajuda de sempre;
- A José Bites de Carvalho e Valdízio Almeida, pela leitura crítica e imensa ajuda na organização de algumas idéias;
- Aos participantes desta pesquisa, professores da rede pública de ensino de Senhor do Bonfim – Bahia - Brasil, especialmente àqueles que se dispuseram a serem entrevistados, pela disponibilidade e pela atenção, sem as quais este trabalho não teria se realizado.

SONHOS

Primeiro, é preciso sonhar,
Depois acreditar,
Acreditar muito
No sonho que sonhar.
E de repente...
Acontecerá,
O sonho se realizará!
Chegará, assim, sem anúncio,
Com prenúncio de quem quer ficar,
E ficará!
Mas primeiro, é preciso
Sonhar,
Depois acreditar no sonho,
Investir nele,
Para que ele possa vir a ser
Um sonho real.
Porque ser é ainda melhor,
Muito melhor do que apenas
Sonhar.
E é por sonhos que nos
tornamos vida.
E é por sonhos que
Construímos realidades.

(Do livro de Edmar Henrique Rabelo – Textos Matemáticos)

INTRODUÇÃO

“O que eu vi, sempre, é que toda ação principia mesmo é por uma palavra pensada. Palavra pegante, dada ou guardada, que vai rompendo rumo”.

(Guimarães Rosa)

No decorrer dos anos, muitos pesquisadores têm se dedicado a investigar as relações entre concepções e práticas dos professores. Os resultados nem sempre coincidem: enquanto alguns apontam a influência direta das concepções sobre as práticas, outros consideram a existência de vários fatores que relativizam a importância das concepções. No entanto, a maioria deles concorda em que o tema é importante e que outras investigações deveriam ser feitas para tentar esclarecer os principais aspectos dessas relações.

O interesse pelo tema advém da experiência como professora de Matemática no Ensino Fundamental e Álgebra Abstrata em Curso de Licenciatura em Ciências / Matemática. Algumas questões se formaram com a observação e a experiência da prática docente diária que suscitaram uma série de preocupações

a respeito da forma como o ensino e aprendizagem da álgebra vêm sendo desenvolvidos.

Esse interesse nos levou ao estudo das concepções dos professores e alunos do ensino fundamental sobre a linguagem algébrica e suas implicações na prática, com o objetivo de buscar responder à questão central: quais as concepções dos professores e alunos sobre a linguagem algébrica no que diz respeito à teoria e prática?

Inicialmente, apresentamos no **primeiro capítulo** a problemática, bem como as questões e objetivos da pesquisa. No **segundo capítulo** foram levantados os pressupostos teóricos referentes às concepções de álgebra e de educação algébrica, as principais pesquisas realizadas sobre as concepções de professores e alunos e os significados dos conceitos utilizados. Para essa reflexão/análise buscamos apoio teórico, junto à perspectiva sócio-histórica do conhecimento que tem como um dos principais interlocutores Vygotsky (1996), à teoria dos campos conceituais proposta por Vergnaud (1990), e aos obstáculos didáticos e epistemológicos, em Bachelard (1972).

O **terceiro capítulo** desta dissertação refere-se à metodologia que orientou esta pesquisa. Nele, assumimos a metodologia qualitativa, procedendo nessa análise, segundo a análise de conteúdo (Bardin, 1991). Realizamos a pesquisa de

campo através da aplicação de questionários aos professores da Rede Estadual de Ensino de Senhor do Bonfim e aos alunos dos docentes escolhidos para fazerem as entrevistas. Optamos pela investigação com os professores do ensino fundamental, 7ª e 8ª séries, pela maior quantidade de conteúdos algébricos.

No **quarto e quinto capítulos**, transcrevemos e analisamos os dados, tendo em vista as concepções de professores e alunos, sujeitos desta pesquisa, sobre a linguagem algébrica, identificando-as e comparando-as com a prática efetiva do processo de ensino-aprendizagem de álgebra.

Finalmente, a partir da análise e discussão dos resultados, apresentamos na **conclusão**, a contribuição deste estudo para a nossa prática pedagógica e daqueles que atuam diretamente com o ensino da álgebra, área da matemática que, conforme nos apontava Miorim (1993), e mantida até o presente momento, desde há muito tem sido relegada ao anonimato nas pesquisas em Educação Matemática.

CAPÍTULO I

APRESENTANDO UMA LINGUAGEM

**“Estar vivo é estar em conflito permanente, produzindo
dúvidas, certezas sempre questionáveis.
Estar vivo é assumir a educação do sonho cotidiano.
Para permanecer vivo, educando a paixão, desejos de
vida e de morte, é preciso educar o medo e a coragem.
Medo e coragem em ousar.
Medo e coragem em assumir a solidão de ser diferente.
Medo e coragem em romper com o velho.
Medo e coragem em construir o novo”.**

(Madalena Freire)

I.1. - O PROBLEMA E A CONSTRUÇÃO DO PRESENTE ESTUDO

Queremos sintetizar angústias e interrogações presentes nas pesquisas e reflexões atuais sobre a álgebra, área do conhecimento matemático, importante nos currículos e textos escolares, cuja inserção no sistema escolar de ensino é fonte de dificuldades de compreensão para os alunos, refletindo a nossa experiência acadêmica que singulariza de forma particular tentativas para superar os problemas no ensino da matemática, especialmente com referência à álgebra.

Em primeiro lugar, esta experiência resulta da formação em licenciatura em matemática e de experiência como professora de matemática no ensino fundamental e de álgebra em curso de licenciatura em matemática, e em segundo, por identificar no ensino atual de matemática um “arremedo” de escola, praguejada por reprovações e deserções, e que dá a essa disciplina, da forma como é ensinada, com um caráter “embrutecedor” de alunos e professores e que a toma, quando não nefasta, praticamente inútil no contexto atual.

Quando o conteúdo específico de matemática é a álgebra, as situações sobre o seu ensino parecem agravar-se. Pesquisadores em educação matemática têm concordado em que o ensino dessa álgebra representa obstáculos ao sucesso em matemática. House (1995, p. 7), afirma que *“a álgebra muitas vezes é um ponto crítico na decisão tomada pelo aluno de continuar ou não estudando matemática. A qualidade do ensino dessa matéria pode influir decisivamente na escolha do aluno”*. Em sua opinião, o ensino de álgebra encontra-se bastante vulnerável, com resultados insatisfatórios em termos de aprendizagem, embora possua grande força e presença no currículo de matemática, apresentando como uma das causas desse quadro a pouca qualificação e o despreparo dos professores de matemática. Lins e Gimenez (1997) declararam que um fracasso em álgebra significa um fracasso absoluto na escola e que um dos principais obstáculos a este aprendizado, deve-se à ruptura que ocorre na passagem da aritmética para a álgebra. Segundo estes autores, os professores não percebem

que ocorre uma ruptura epistemológica, nessa passagem do raciocínio aritmético para o algébrico, o que exige uma transição para a introdução de uma nova linguagem e forma de raciocínio lógico-matemático.

A linguagem da álgebra na matemática do ensino fundamental é utilizada para expressar fatos matemáticos genéricos, visto que fatos gerais são expressos pela lógica das proposições. Como toda linguagem, a álgebra possui seus símbolos, que são as letras e os sinais da aritmética e suas regras, que são as mesmas da aritmética e que nos permite manipular os símbolos assegurando o que é ou não é permitido. Enquanto a aritmética trata de números, operações e de suas propriedades, visando a resolução de problemas ou de situações que exigem uma resposta numérica, a álgebra procura expressar o que é genérico, aquilo que se pode afirmar para vários valores numéricos independentemente de quais sejam eles exatamente, segundo Souza & Diniz (1996).

No sentido epistemológico, a álgebra caracteriza-se por um duplo status: ela é um objeto de estudo em si mesma, enquanto objeto matemático descontextualizado, e é igualmente uma ferramenta de trabalho a serviço de outros domínios do saber, a exemplo da física, ou mesmo na solução de problemas práticos do dia-a-dia.

A álgebra tem inúmeras aplicações práticas, mas mesmo assim, é apresentada apenas como manipulação simbólica e uso de procedimentos que, na maioria das vezes, parece muito abstrato para o aluno da sexta a oitava série do ensino fundamental. Com o tempo, este mesmo aluno terá consciência da importância da álgebra, mas não questionará o porquê de determinados procedimentos, argumentando que foi assim que o professor ensinou, e se preocupará com os testes obrigatórios para passar de ano, julgando que não havia outra aplicação para a álgebra.

A álgebra é um campo vasto e com aplicações em todos os ramos da matemática, e que nos fascina pelas propriedades e regularidades que apresenta. Porém, professores e alunos parecem não compreender o significado real da álgebra, qual seja, a de comunicar idéias gerais envolvendo vários possíveis valores numéricos. Baseado nisto, ouviremos as concepções que os alunos trazem de anos letivos anteriores sobre álgebra, ao começar a 8ª série do ensino fundamental, além das concepções apresentadas por seus professores, para verificar as implicações práticas de seu ensino.

No início da sexta série, as equações se constituem em importante tópico a ser aprendido. Em geral, os alunos não conseguem resolver nenhuma equação que, não seja semelhante ao protótipo previamente ensinado pelo professor. A experiência em sala de aula e o diálogo com profissionais da área mostram que a

dificuldade não está na resolução da equação, mas na ausência de conexões com outros conceitos estudados anteriormente como frações, números decimais, polinômios (operações, produtos notáveis, fatoração), operações e suas inversas, e o fato de terem esquecido o que estudaram após terem “passado de ano”.

Os professores parecem concordar que os alunos não têm aparentemente um aprendizado eficaz dos conteúdos citados acima. “Decoram” os procedimentos para efetuar as operações e não conseguem aplicá-los para resolver as equações. Faz-se necessário levar os alunos a reconhecerem suas dificuldades e propor-lhes situações-problema que façam sentido para eles, proporcionando-lhes o prazer da descoberta matemática e um real aprendizado.

A álgebra, depois do Movimento da Matemática Moderna, passou a ter grande força no currículo escolar de matemática no Brasil, o qual propõe a introdução e desenvolvimento dos seus conteúdos posteriormente à assimilação da aritmética, quando os conteúdos desta estiverem aprendidos. A organização dos conteúdos é rigidamente hierarquizada a forma de fazê-la, dominada pela idéia de pré-requisito, cujo único critério é a estrutura lógica da matemática. Nessa visão, a aprendizagem ocorre como se os conteúdos se articulassem na forma de uma corrente, cada conteúdo sendo um pré-requisito para o que vai sucedê-lo. É o que acontece com a aritmética e a álgebra. Observa-se que há um descompasso entre o sistema legal, onde os conteúdos são apenas um meio para atingir os

objetivos educacionais, através da Lei de Diretrizes e Bases, dos Parâmetros Curriculares Nacionais e as Diretrizes do Ministério da Educação e Cultura, e a realidade de sala de aula.

Tradicionalmente, o ensino de álgebra no ensino fundamental, é marcado pela complexidade e, no entanto, abstrai-se para simplificar os conceitos e algoritmos envolvidos nos domínios matemáticos. A generalização e a abstração da álgebra apresentam-se através de muita dificuldade de aprendizagem pelo aluno e angústia de alguns professores em não conseguirem atingir os objetivos de ensino. Isso se agrava com o fato de não trabalharem com conteúdos que pareçam significar algo para os alunos, buscando uma maior aproximação com situações concretas de vida, possibilitando um caminhar mais efetivo rumo à abstração requerida pela álgebra. Também a importância de levar em conta o conhecimento prévio dos alunos na construção de significados geralmente é desconsiderada.

Na maioria das vezes, subestimam-se os conceitos desenvolvidos no decorrer das vivências práticas dos alunos, de suas interações sociais imediatas, e parte-se para um tratamento escolar, de forma esquemática, privando os alunos da riqueza de conteúdos provenientes da experiência pessoal. Quando as situações se dão ao nível da linguagem cotidiana, acabam provocando reações de profundo envolvimento dos alunos. Assim, acreditamos que o trabalho do

professor deva estar ligado a situações concretas voltado para as manifestações dos alunos e preocupado com a qualidade e não com a quantidade de matéria dada. A participação efetiva dos alunos não significa somente abertura de espaço para discussões, mas também espaço para manifestações dos conhecimentos que trazem de outras esferas. A partir desses conhecimentos, em situações de negociação de significados, é que os conhecimentos matemáticos, em especial os algébricos, serão construídos.

A prática docente comum aos professores que ensinam a álgebra elementar mostra-se contaminada por um ensino tradicionalista, sem muita preocupação para com o contexto dos alunos, com as suas experiências e sem levar em conta, principalmente, o apelo a situações do cotidiano no desenvolvimento dessa aprendizagem. Importa apenas o acúmulo de conteúdo para cumprir um programa extenso. Diante disso, a reprovação às vezes chega a ser em massa, não dando chance ao aluno de perceber/estabelecer relações entre os conteúdos assimilados, ou simplesmente aprendidos para fazer as avaliações exigidas no dia-a-dia da sala de aula.

Mizukami (1986) discute as possíveis práticas encontradas em alguns educadores e, dentre as diversas abordagens apresentadas pela autora, encontramos a sócio-cultural. Essa abordagem nos faz perceber que ser um educador vai muito além de ser um bom conhecedor dos conteúdos de sua

disciplina, e há que se refletir sobre o tipo de homem que se está educando, pois em suas próprias palavras:

O homem se constrói e chega a ser sujeito na medida em que, integrado em seu contexto, reflete sobre ele e com ele se compromete, tomando consciência de sua historicidade. O homem é desafiado constantemente pela realidade e a cada um desses desafios deve responder de uma maneira original. Não há receitas ou modelos de respostas, mas tantas respostas quanto forem os desafios, sendo igualmente possível encontrar respostas quanto diferentes para um mesmo desafio. A resposta que o homem dá a cada desafio não só modifica a realidade em que está inserido, como também modifica a si próprio, cada vez mais e de maneira sempre diferente...(MIZUKAMI, 1986, p.90)

Com esta citação podemos observar que o professor deveria considerar outros fatores que não são percebidos em sua prática, como fazer o aluno ter uma aprendizagem mais reflexiva e significativa, o que requerirá uma mudança de postura por parte do docente.

Portanto, observa-se que diante de um conteúdo que é tão presente nos currículos escolares de matemática é necessário investigar as concepções que os professores e os alunos apresentam sobre a linguagem algébrica. Trataremos “concepção” aqui como *ato de conceber mentalmente, de formar idéias, especialmente abstrações: a concepção ... de uma teoria matemática* (Ferreira, 1986, p. 445).

Trata-se de uma pesquisa basicamente qualitativa, onde tentamos conhecer as concepções que professores e alunos do ensino fundamental têm sobre a linguagem algébrica e como a utilizam, pois o estudo dessas concepções associado à análise da prática do ensino da álgebra pode contribuir para a compreensão de alguns aspectos subjacentes ao ensino que possam vir a ajudar na formulação de uma intervenção didática no sentido indicado pelos nossos resultados iniciais: estabelecer uma relação entre os aspectos mais teóricos da matemática e suas aplicações na resolução de problemas cotidianos que tenham sentido para o sujeito, no tocante à álgebra.

II.2. QUESTÕES DE ESTUDO E OBJETIVOS

Mais do que investigar a linguagem algébrica em si mesma (o que certamente exigiria um estudo de seus estilos e formas discursivas), nossa intenção é investigá-la no contexto de seu uso na sala de aula. No que diz respeito, à compreensão da linguagem algébrica, observamos que o raciocínio neste domínio se desenvolve gradualmente e depende fortemente da estrutura das atividades em que os estudantes estão engajados. Neste sentido, é importante que o ensino inclua a reflexão sobre os significados de representações matemáticas, tanto em relação às situações quanto às atividades onde tais representações são necessárias. Assim, o ensino de álgebra deve considerar a construção guiada de ferramentas conceituais e representacionais que permitam

ao estudante usar a álgebra como instrumento de resolução ou reconstrução de problemas.

O fenômeno, aqui estudado constitui-se numa parte da matemática de fundamental importância, a álgebra elementar, ou seja, aquela desenvolvida no ensino fundamental. Interessou-nos saber então:

- Quais as concepções dos professores e alunos do ensino fundamental sobre a linguagem algébrica?
- Quais as relações existentes entre tais concepções e a prática do ensino da álgebra?
- Como se apresentam as incoerências, convergências e divergências entre a prática dos professores de álgebra, suas concepções e as de seus alunos?

Objetivo Geral:

Analisar o ensino da álgebra a partir das concepções de professores e alunos sobre sua linguagem e suas implicações na prática.

Objetivos Específicos:

- a) Identificar as concepções de professores e alunos sobre a linguagem algébrica;

- b) Comparar as concepções apresentadas por professores e alunos com a prática efetiva do processo de ensino e aprendizagem de álgebra.

O interesse desta pesquisa é compreender as concepções de linguagem algébrica apresentadas por professores e alunos e as formas como os professores professam essas concepções em sala de aula e na sua prática docente. No entanto, acreditamos, preliminarmente que alguns professores têm concepções mais compreensíveis e integradas da álgebra e de seu ensino e parecem aderir a suas crenças e visões com mais consistência que outros. Conseqüentemente, queremos examinar as relações entre a reflexão dos professores e a consistência em suas crenças e visões, assim como entre estas e a sua prática pedagógica.

Para tanto, utilizamos elementos das teorias de Vygotsky, Bachelard e Vergnaud sobre o papel do sentido e do significado na aprendizagem, discutidos na fundamentação teórica, tentando mostrar a importância do conhecimento elaborado com base em situações práticas de vida na resolução de problemas algébricos. A pesquisa foi desenvolvida com quatro professoras de 8ª série, da Rede Pública de Ensino do Município de Senhor do Bonfim - Bahia. Como instrumentos para a pesquisa, foram utilizados o questionário e a entrevista semi-estruturada, para tentar identificar outras dimensões relevantes do fenômeno em questão, sobretudo as concepções da linguagem algébrica.

Os termos utilizados nesta pesquisa serão listados a seguir, com os seus respectivos significados:

1) **RELAÇÕES**: ligações entre duas ou mais opiniões expressas pelos professores ou pelos alunos, ou correspondências entre discurso e prática;

2) **CONCEPÇÃO SOBRE A ÁLGEBRA**: idéias expressas por professores e alunos, relativas à natureza da álgebra e ao ensino e aprendizagem dessa parte da matemática;

3) **PROFESSORES DE ÁLGEBRA**: Os professores de Matemática que desenvolvem o ensino da álgebra. Nesta pesquisa, são os docentes lotados nas escolas estaduais do Município de Senhor do Bonfim – Ba;

4) **ALUNOS**: São os alunos das escolas estaduais, nas 8ª séries, cujos professores participaram das entrevistas da pesquisa;

5) **PRÁTICA DO PROFESSOR DE ÁLGEBRA**: exercício de todas as atividades inerentes ao desempenho da função de professor de matemática no tocante à álgebra: estabelecimento de objetivos, escolha dos conteúdos a serem trabalhados, e seleção de determinadas estratégias de ensino e avaliação da aprendizagem.

Do ponto de vista sócio-educacional, acredita-se que esta pesquisa terá sua importância na medida em que permitirá compreender quais as concepções que professores e alunos têm sobre a linguagem da álgebra, valorizando-as, permitindo ao professor repensar sobre as tentativas de diminuir o quadro de fracasso instalado no contexto do ensino da matemática, além de estar envolvendo professores e alunos numa busca de melhores alternativas para o seu ensino. O presente trabalho tem relevância em educação matemática, visto que estuda as relações entre a linguagem algébrica, o professor e os alunos, relações essas que se expressam nas suas concepções e nas formas de agir sobre a realidade.

Cientificamente, acreditamos que é relevante porque é um estudo que poderá ajudar na didática da matemática no tocante à álgebra. Com este trabalho, esperamos poder contribuir para que ocorram reflexões sobre novas formas de intervenções pedagógicas que auxiliem o ensino de álgebra e a superação das possíveis falhas na sua aprendizagem, levando em consideração, principalmente, a opinião, concepções e práticas daqueles que estão envolvidos diretamente no processo: os alunos e os professores.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS PARA UM REPENSAR A LINGUAGEM ALGÉBRICA

“O que passou não conta? Indagarão as bocas
desprovidas.
Não deixa de valer nunca.
O que passou ensina com sua garra e seu mel.”

(Thiago de Melo)

No primeiro capítulo, para constituir a nossa problematização, fizemos algumas considerações acerca da álgebra, sua importância e sua utilidade, até chegarmos ao problema e construção do presente estudo que é a análise do seu ensino, através das concepções sobre linguagem algébrica.

Neste capítulo, descrevemos e refletimos sobre a álgebra elementar na educação brasileira nos últimos tempos, as pesquisas realizadas nessa área e as concepções que os professores apresentam sobre a matemática. Além disso, apresentamos as abordagens teóricas do conhecimento que darão suporte ao nosso estudo, no contexto do ensino-aprendizagem da álgebra.

Não é nossa intenção fazer resumos das teorias, mas apenas citar idéias mais relevantes de algumas delas que mais influenciaram esse trabalho, principalmente pelo que representam na proposta da escola e da pesquisa. E faremos isto porque concordamos com Agnes Heller (1982) quando afirma que “... *não há nada mais belo e sábio do que poder escolher numa teoria o que é mais necessário.*”

II.1. A ÁLGEBRA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA COMO OBJETO DE PESQUISA E SUAS CONCEPÇÕES

A educação matemática é muito debatida atualmente nos cenários das universidades e das entidades educacionais. É uma área de investigação em construção e na maioria das vezes é vista como subárea das duas categorias mais amplas, Educação e Matemática.

Segundo Bicudo (1999, p.10) “*há uma forte preocupação com os aspectos filosóficos, epistemológicos, sociais e históricos presentes na construção da matemática, no ensino e na aprendizagem dessa ciência*”, e é a educação matemática a área de investigação que busca estudar estes aspectos analisando-os de modo crítico, sistemático e reflexivo.

A disciplina matemática está relacionada com os mais variados campos do ensino e essas relações são importantes para a prática educativa docente. Necessário se faz relacioná-la com outras disciplinas e com o contexto político-sócio-econômico, que sempre pareceu muito desvinculado da matemática propriamente dita. Além disso, estabelecer uma relação dos conteúdos estudados com as questões sociais e políticas, sobretudo com relação ao uso social da matemática, o que constitui uma finalidade da educação matemática.

Entre 1972 e 1990, dos cerca de 200 trabalhos produzidos no Brasil, entre teses e dissertações relacionadas à educação matemática, nenhuma abordava o problema do ensino da álgebra elementar (Miguel et all, 1992). Segundo estes autores, esse descaso pela álgebra em educação matemática confirma-se nos programas e resumos dos primeiros Encontros Nacionais de Educação Matemática (ENEM) que mostram pouca análise e discussão sobre o ensino da álgebra elementar em relação às outras áreas do conhecimento matemático.

A falta de estudos na área da álgebra talvez resulte da ausência de reflexão crítica sobre esse ensino, onde o conteúdo algébrico, é desenvolvido de forma mecânica e automatizada, dissociada de qualquer significação social e lógica, enfatizando simplesmente a memorização e a manipulação de regras, macetes, símbolos e expressões, mostrando que o seu ensino não tem recebido a devida atenção, o que é válido não apenas em álgebra, mas para toda matemática.

Uma possível justificativa refere-se à gênese do conteúdo algébrico, dado o seu caráter abstrato que se apresenta como uma dificuldade para a compreensão/assimilação e repasse dos conteúdos pelos professores, além da pouca importância dessa temática nas pesquisas realizadas no Brasil. Dentre alguns trabalhos brasileiros atuais pesquisados que têm a álgebra elementar como objeto de pesquisa, a maioria se refere a problemas de aprendizagem ou investigam a forma como é tratada e concebida pelos livros didáticos. Este é o caso dos estudos de Nogueira (1996) e Neves (1995).

O trabalho desenvolvido por Oliveira (1997), através da história oral, procurou responder como o professor de matemática relata sua prática educativa em álgebra elementar, historicamente produzida, e quais as percepções/reflexões que ele faz sobre isso. Os resultados da pesquisa mostraram que o professor produz reflexões e saberes sobre o ensino da matemática e, dependendo de sua formação continuada, percebem com mais clareza tanto as mudanças curriculares ocorridas no ensino da álgebra como as transformações de suas próprias práticas pedagógicas.

No campo da Psicologia da Educação Matemática Brito Lima et alli (1996) buscaram apresentar uma mudança no currículo no sentido de que a álgebra venha a ser apresentada aos alunos posteriormente ou durante o ensino da aritmética. Investigar a resolução de problemas algébricos por crianças de 1ª a 6ª

série do ensino fundamental, com idades entre 6 e 13 anos, onde um dos aspectos de interesse central é a representação dos dados do problema apresentado às 72 crianças para resolver 12 problemas algébricos, como estórias curtas durante uma única seção conduzida como uma entrevista clínica. Os resultados sugerem que o ensino da álgebra informal pode ser iniciado bem antes do momento curricular tradicional, envolvendo um contexto sócio-cultural nas salas de aula de matemática, onde aspectos do campo conceitual¹ da álgebra podem ser explorados, entendidos e incorporados.

Nesta pesquisa, o tema da anterioridade possível da álgebra contraria o que o currículo oficial em matemática elementar propõe, ou seja, uma espera da álgebra, que deve ser formalmente apresentada apenas após alguns princípios aritméticos estarem bem estabelecidos. Por causa desta ordem de apresentação, os autores colocam que existe uma

... transposição didática da matemática, onde a passagem da aritmética para a álgebra tem se tornado um importante domínio de interesse e pesquisa no campo da psicologia da educação matemática devido a esses obstáculos didáticos e epistemológicos. (BACHELARD, 1975, apud FALCÃO & BRITO LIMA, 1994, p. 3)

¹ Teoria apresentada por Gerard Vergnaud. É uma teoria cognitivista, que tem por objetivo fornecer um quadro coerente e alguns princípios de base para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem das competências complexas, em especial, daquelas que se referem às ciências e à tecnologia. (Vergnaud, 1990, p.135).

Mas alguns livros textos já trazem atividades envolvendo raciocínios algébricos (desenvolvimento de padrões, operações inversas, notação) são postas desde a 5ª série, a exemplo de autores como Imenes e Lelles.

Um estudo de caso fazendo conexão entre álgebra e geometria apresentou uma experiência realizada durante o período de agosto de 1996 a julho de 1997, em duas escolas da rede municipal de ensino de Goiânia localizadas na periferia, na 7ª série, nos períodos matutino e noturno (Varizo, 1997). A pesquisa buscou o desenvolvimento da habilidade do aluno de perceber padrões, fazer generalizações e estabelecer relações entre álgebra e geometria, que permitiu a reflexão quase simultânea dos resultados que iam sendo obtidos e sua adequação à realidade da sala de aula. Considerando que um dos obstáculos para a aprendizagem de expressões algébricas é a falta de referencial numérico no uso de letras, os pesquisadores partiram da concepção da álgebra como uma generalização da aritmética na qual a variável x significava um número qualquer.

Os modos de ver e conceber a matemática no Brasil foram identificados a partir de algumas categorias como a concepção de matemática, a crença de como se dá o processo de obtenção/produção/descoberta do conhecimento matemático e a concepção de ensino e de aprendizagem (Fiorentini, 1995). Os resultados foram agrupados em seis tendências, que aparecem sintetizadas a seguir:

1) A *tendência formalista clássica* caracterizada pela ênfase nas idéias e nas formas da matemática clássica (modelo euclidiano e ligado à concepção platônica da matemática) e esteve presente até o final da década de 50. A aprendizagem do aluno era considerada passiva e consistia na memorização e na reprodução precisa dos raciocínios e procedimentos ditados pelo professor, considerado o centro do ensino, cujo papel era transmitir o conteúdo;

2) A *tendência empírico-ativista* surge em oposição à escola clássica e passa a considerar a natureza da criança em desenvolvimento, suas diferenças, as características biológicas e psicológicas, e o currículo deve atender a essas características. O professor torna-se facilitador da aprendizagem, cujo centro ativo é o aluno;

3) A *tendência formalista moderna* ligada ao Movimento da Matemática Moderna (MMM), promoveu um retorno ao formalismo matemático, agora ligado às estruturas algébricas e à linguagem formal da matemática contemporânea. Com relação aos processos ensino-aprendizagem, pouco se diferenciou da tendência clássica. As primeiras propostas surgiram no início da década de 60;

4) A *tendência tecnicista* e suas variações, presente do final da década de 60 até o final da década de 70, foi considerada a pedagogia “oficial” do regime militar pós-64. Pretendia-se tornar a escola eficiente, funcional e, para isso, centrada nos

objetivos instrucionais e nas técnicas de ensino. Apoiava-se no behaviorismo, para o qual *a aprendizagem consiste em mudanças comportamentais através de estímulos. A técnica de ensino desenvolvida e privilegiada por essa corrente psicológica é a instrução programada dando início à era da informática aplicada à educação, às máquinas de ensinar* (p.16).

5) A *tendência construtivista* surge a partir dos estudos de Jean Piaget sobre epistemologia genética, tendo a psicologia como núcleo central e fornecendo subsídios para a educação. Esta tendência influencia fortemente as inovações do ensino da matemática a partir da década de 70 até os dias atuais, priorizando mais o processo que o produto do conhecimento; e,

6) A *tendência sociocultural*, que tem sua atenção voltada aos aspectos socioculturais do processo de produção do fracasso escolar. Para ela, o ponto de partida do processo ensino-aprendizagem é: os problemas da realidade, ligados ao cotidiano e à cultura, e o método de ensino preferido que é a problematização. Nesse contexto, segundo esta tendência, o aluno terá uma aprendizagem mais significativa e efetiva da matemática.

Verifica-se que estas tendências não esgotam a diversidade de modelos, mas estiveram e continuam presentes no ensino da matemática, refletindo-se, inclusive, ou mesmo principalmente, no ensino da álgebra. Possivelmente, isso se

deve ao fato de as concepções dos professores serem formadas, através da anterior experiência deles enquanto alunos. Sendo estas as mesmas tendências que estão presentes na disciplina matemática nos cursos de formação de professores, elas podem estar influenciando a forma como o professor concebe o ensino e a aprendizagem de matemática.

Os problemas referentes ao ensino-aprendizagem da álgebra, até a metade da década de noventa, foram pouco estudados em educação matemática. Dentre esses, o tema envolvendo concepções é o que motivou maior número de autores. Apresentaremos aqueles que mais interessa a nossa pesquisa.

Ao contrário da aritmética ou da trigonometria, a álgebra do ensino fundamental geralmente não possui uma definição precisa e única entre os professores da área de matemática. Usiskin (1995) afirma que não é fácil definir precisamente o que seja a álgebra, e que ela apresenta conotações diferentes nos diferentes níveis de ensino. É possível relacionar as concepções de álgebra à compreensão dos significados atribuídos às letras nas expressões algébricas e das operações com elas. E, analisando os determinantes dessas concepções, Usiskin (1995, p.13) afirma: *“... minha tese é que as finalidades do ensino da álgebra, as concepções que tenhamos dessa matéria e a utilização de variáveis estão intrinsecamente relacionadas. As finalidades de álgebra são determinadas*

por ou relacionam-se com, concepções diferentes da álgebra...” E, partindo desse critério identifica quatro concepções de álgebra:

- 1) *Como aritmética generalizada*, onde as variáveis são generalizadoras de modelos, padrões e propriedades numéricas, usadas como instrumentos para descrever números matematicamente, fundamentais em modelagem matemática. Segundo este autor a descrição algébrica assemelha-se à descrição numérica, onde as instruções-chave para o aluno são *traduzir* e *generalizar* ;
- 2) *Como estudo de procedimentos para resolver problemas*, onde as variáveis são incógnitas ou constantes e as instruções-chave passam de *traduzir* e *generalizar* para *simplificar* e *resolver* e o aluno a obter respostas a problemas padronizados com o uso exclusivo das letras;
- 3) *Como estudo das relações entre as grandezas*, onde os símbolos algébricos são usados para exprimir a forma como as grandezas matemáticas se relacionam. Nessa concepção, variável é um argumento, representando os valores do domínio de uma função, ou um parâmetro, representando um número do qual dependem outros números, aparecendo nesse contexto noções de variável independente e variável dependente; “as funções surgem quase imediatamente, pois necessitamos de um nome

para os valores que dependem do argumento ou parâmetro x " (Usiskin, 1995, p. 16);

- 4) *Como estudo das estruturas*, onde a álgebra reduz-se ao estudo das propriedades estruturais estabelecidas entre os objetos matemáticos e as propriedades atribuídas às operações com números reais e polinômios. Quando enfatizada no ensino da álgebra, *"... o aluno tende a tratar as variáveis como sinais no papel, sem nenhuma referência numérica. Na concepção da álgebra como estudo de estruturas, a variável é pouco mais que um símbolo arbitrário"* (Usiskin, 1995, p.18). Segundo ele, essa concepção algébrica pressupõe que os objetos matemáticos são explicados por meio do uso da lógica axiomática implícita no simbolismo e os símbolos algébricos dizem respeito a uma linguagem formal que expressa a existência de certas propriedades dos objetos matemáticos.

Usiskin conclui seu estudo afirmando que estas concepções configuram a importância da álgebra como área de estudo da educação matemática e demonstram o seu leque de aplicações, destacando que:

Já não cabe classificar a álgebra como aritmética generalizada, pois ela é muito mais que isso. A álgebra continua sendo um veículo para a resolução de certos problemas, mas também é mais que isso. Ela fornece meios para se desenvolverem e se analisarem relações. É a chave para a caracterização e a compreensão das estruturas matemáticas (1994, p. 21).

Este estudo não teve a intenção de verificar as concepções algébricas de professores e alunos, mas em analisar as concepções de álgebra expressas no campo da educação matemática, apontando suas importâncias e estaremos usando essa abordagem por acreditarmos que ela parte de elementos internos aos conteúdos e atividades matemáticas, o que nos ajudará a melhor identificar as concepções de linguagem algébrica de professores e alunos.

Numa abordagem semelhante, mas partindo de uma análise sob o prisma da linguagem, e destacando as concepções de álgebra a partir de seus aspectos lingüísticos que se manifestam na atividade matemática, chamando a atenção para o reducionismo que está presente em cada uma delas, quando consideradas isoladamente como expressão do pensamento algébrico, Fiorentini et alli. (1993) identificaram quatro concepções de álgebra presentes ao longo do seu desenvolvimento: processológica, lingüístico-estilística, lingüístico-sintático-semântica e lingüístico-postulacional.

Relacionadas às concepções anteriormente apresentadas, Fiorentini et alli. (1993) apresentam três concepções de educação algébrica presente entre os professores, onde enfatizam a necessidade de repensar a educação algébrica a partir de um exame das concepções existentes sobre álgebra e sobre educação algébrica: lingüístico-pragmática, fundamentalista-estrutural e fundamentalista-analógica.

Procurando caracterizar as atividades algébricas do professor de matemática, Lins e Gimenez (1997) afirmam que essas atividades são fundamentais em pressupostos relativos à natureza dos objetos que ali são apresentados ou relativos a concepções de conhecimento que determinam as concepções de educação algébrica do professor. A preocupação principal desses educadores matemáticos refere-se ao corte didático estabelecido na passagem da aritmética para a álgebra e apresentam três concepções de educação algébrica: semântico-conceitual, letrista-facilitadora e de modelagem.

No contexto desta pesquisa, destacaremos a seguir as concepções de educação algébrica apresentadas por Fiorentini et alli (1993) e Lins (1997):

1) *A lingüístico-pragmática*, praticamente hegemônica durante todo o século XIX e até metade do século XX, prevalece a crença de que as técnicas requeridas, mesmo que mecanicamente pelo transformismo algébrico seriam necessárias e suficientes para que o aluno adquirisse a capacidade de resolver problemas. Nesta concepção, a álgebra não necessita de objetos concretos como pré-requisitos, é uma álgebra puramente aplicada à resolução de problemas tendo a finalidade de levar o aluno a realizar operações como um especialista. O veio lingüístico emerge da ênfase que se dá ao domínio das técnicas de manipulação dos símbolos algébricos;

2) *A fundamentalista estrutural*, datada da segunda metade do século XX, surgiu com o movimento da matemática moderna, e vem contrapor à concepção lingüístico-pragmática da educação algébrica. Nesta concepção, a álgebra passa a ter a função de fundamentar e articular os vários campos da matemática escolar. Prevalece a crença de que a introdução de propriedades estruturais das operações justificadoras de cada passagem presente no transformismo algébrico capacitaria o estudante a identificar e aplicar estas estruturas nos diferentes contextos em que estivessem subjacentes;

3) *A fundamentalista-analógica* é o resultado de estudos que, com o fracasso do movimento da matemática moderna no ensino - por exagerar o enfoque estrutural em detrimento de um ensino mais instrumental - tentam contestar os aspectos internalistas, efetuando uma síntese entre as anteriores, procurando recuperar o valor instrumental da álgebra e mantendo o caráter fundamentalista. Esta nova forma de justificar baseia-se, na maioria dos casos em recursos analógicos geométricos, visuais. Acredita-se que uma álgebra geométrica, “... *por tornar visíveis certas identidades algébricas, será didaticamente superior a qualquer forma de abordagem estritamente lógico-simbólica*” (Miguel et alli, 1993, p.84). Essa concepção pressupõe uma abordagem do ensino da álgebra a partir do uso de recursos didáticos ou situações que permitam torná-lo menos abstrato para o aluno.

Segundo os autores, essas três concepções partem da existência de uma álgebra simbólica já constituída e, conseqüentemente reduzem o ensino a um transformismo simbólico que deve ser repassado do professor para o aluno, sendo criticado o fato de darem ênfase ao aspecto sintático e simbólico como eixo do pensamento e da atividade algébrica. (Miguel et alli, 1992).

4) A *modelagem* é a abordagem que tem o concreto como ponto de partida. As atividades propostas referem-se a investigações de situações reais e a álgebra é vista como instrumento de organização e leitura do mundo e não como objeto primário de estudo, de modo que os resultados do processo ensino-aprendizagem não são imediatamente visíveis, nem diretamente dirigido às técnicas algébricas sofisticadas. Entende-se que a adoção dessa abordagem no ensino da álgebra pode vir a fazer diminuir a distância entre a matemática da vida e a matemática escolar, ou mesmo integrá-las entre si, pois "*... a educação algébrica se dá na medida em que a produção de conhecimento algébrico serve de propósito de iluminar ou organizar uma situação, como ferramenta e não como objeto de estudo*" (Ibdem p.109);

5) A *semântico-conceitual*, que parte do modelo de campo conceitual elaborado por Vergnaud (1990) no qual a noção de conceito (isolado) é substituída pela de campo conceitual. Nessa abordagem a principal característica é que uma situação é inicialmente proposta e, em seguida, as pessoas falam sobre ela (uma balança

de dois pratos, cálculo de área, tanques, números, operações). E há dois pontos importantes: primeiro é possível produzir significados distintos para uma mesma crença-afirmação e segundo, a produção de significados envolve núcleos, que são situações do conhecimento de todos os envolvidos no processo, uma vez que nessa abordagem o conhecimento é crença-afirmação mais justificativa dentro e limitada a esse núcleo que as origina.

6. A *letrista-facilitadora* vê o ensino da álgebra como sendo muito abstrato necessitando desenvolver situações facilitadoras que o torne mais concreto e fácil de apreender pelos alunos. Essa abordagem, tornaria explícito os significados dos objetos algébricos, pois acreditam que “... o que se dá no ‘concreto’ é alguma forma implícita do que se dá no ‘formal’. Como consequência, o trabalho no ‘concreto’ deve preceder necessariamente o trabalho no ‘formal’” (Lins e Gimenez, 1997, p. 108).

Observamos que as três últimas concepções apresentadas vêm as atividades de ensino como possibilidade de desenvolvimento da linguagem algébrica, atividades essas que propiciam que a álgebra seja conhecida em suas dimensões, ou seja, enquanto ferramenta para a resolução de problemas e enquanto objeto de estudo e campo da matemática. E estas, serão as concepções adotadas nesta pesquisa.

Feito este levantamento dos estudos sobre as concepções de álgebra e educação algébrica existentes na educação matemática, para uma compreensão mais detalhada de como se encontra o ensino da álgebra julgamos ser indispensável tecer algumas considerações sobre as formas de se encarar esse ensino em um dos momentos mais significativos da história da educação matemática brasileira: o Movimento da Matemática Moderna (MMM).

As primeiras ressonâncias do chamado MMM no Brasil se deram a partir da década de 70, quando começaram a se fazer presentes no interior de nossas escolas. O MMM tentou superar o dualismo metodológico (álgebra-geometria), através da unificação dos diferentes campos da matemática, com base na concepção epistemológica do formalismo estrutural, rompendo o equilíbrio enciclopédico existente entre a álgebra e a geometria, no plano legal e na prática escolar (Miorim, 1993). O MMM procurou unificar o ensino da matemática a partir da teoria dos conjuntos e das estruturas algébricas. Em virtude disso, a álgebra passou a adquirir uma posição privilegiada no âmbito do currículo escolar. Então, provocou mudanças profundas na concepção de educação algébrica, passando de uma concepção “lingüístico-pragmática”, durante o M.M.M., à “fundamentalista-estrutural” e a “fundamentalista analógica” vivenciada atualmente. Essas concepções produziram mudanças significativas no âmbito das propostas curriculares oficiais da álgebra e dos livros didáticos.

Apesar da importância adquirida nos diversos campos da matemática, seu ensino ficou prejudicado, pois ao tentar superar o algebrismo acabou imprimindo-lhe *“um caráter austero, formal e estéril aos olhos dos alunos”* (Fiorentini, 1993: p. 52), Perdendo, inclusive, *“o seu valor instrumental para a resolução de problemas”* (Ibid., p. 52).

Antes do MMM o ensino da álgebra, comparado ao da geometria, era visto no país, como um “equilíbrio enciclopédico no ensino dos ramos fundamentais da matemática” oscilando levemente para a geometria (Miorin et alli 1993, p.51). Duas razões são apontadas pelos autores: 1) *“o ensino da álgebra era menos favorecido uma vez que os professores até o início deste século pouco a conheciam”*; e 2) o *“pensamento pedagógico racionalista dominante nesta época no Brasil, era de que o ensino da geometria desempenhava um papel mais nobre que o da álgebra e da aritmética”*.

Atualmente o ensino de álgebra nas escolas é no sentido de treinar os alunos, de forma mecânica, enfatizando a resolução repetitiva de exercícios. Esse ensino pode ser caracterizado como “tecnicista-mecânico”, e é definido como um método que:

Procura reduzir a álgebra a um conjunto de técnicas, regras, macetes e algoritmos, sem grande preocupação em fundamentá-los ou justificá-los. Onde se procura o fazer mecânico e repetitivo em detrimento de uma prática

pedagógica que priorize a compreensão, a reflexão, a análise, a justificação, isto é, a problematização das idéias matemáticas em álgebra. (FIORENTINI, 1995: p.17).

Um outro ponto de partida será o uso da álgebra como estudo de processos para resolução de problemas; neste caso, as variáveis serão incógnitas, isto é, valores numéricos desconhecidos que serão descobertos através da resolução de uma equação ou de um sistema de equações. O que se espera do aluno é que ele descreva simbolicamente, através de uma equação, a situação que envolve a incógnita de um problema para, depois disso, simplificar a equação e resolvê-la.

A história se renova e a sociedade muda e os alunos que fazem parte de cada um desses momentos, na sua grande maioria, têm dificuldades em se relacionar adequadamente com esse currículo, que aparentemente não acompanha as evoluções e transformações que vêm ocorrendo em nossa sociedade.

Dominar apenas tecnicamente um conhecimento específico é muito pouco para um aluno atuar de forma crítica em nossa sociedade, como também é muito pouco para um professor acreditar que isso seja suficiente. O domínio do conhecimento específico, em sua dimensão epistemológica, significa ter presente sua relevância social na formação do pensamento crítico do cidadão como também no desenvolvimento da capacidade de ler e compreender o mundo, além de resolver problemas.

A atividade algébrica na prática escolar, para grande parte dos professores se resume a *cálculos com letras* e em sala há duas práticas: 1) a '*letrista*' tradicional (Fundamentalista-Estrutural), seguindo a proposta da maioria dos livros didáticos, que trazem desde cedo o uso de letras em seus textos, a seqüência técnica (algoritmos) e a prática (exercícios); 2) a '*facilitadora*' (Fundamentalista-analógica) que, apesar de '*letrista*', incorpora outros elementos, na maioria recursos analógicos geométricos.

Segundo Barbosa (1998), a atividade algébrica possui dois objetivos centrais: permitir que os alunos sejam capazes de produzir significados para a álgebra e fazer com que eles desenvolvam a capacidade de pensar algebricamente. O desenvolvimento das habilidades "técnicas" deve ser uma consequência desses dois tópicos.

II.2. CONCEPÇÕES: PESQUISAS REALIZADAS E SIGNIFICADO DO TERMO UTILIZADO

O termo "concepção" e o sentido utilizado neste trabalho serão apresentados através das definições, às vezes discordantes, de vários pesquisadores. Para tomar isto mais explícito faremos uma revisão bibliográfica de alguns autores que tratam da concepção, sobretudo da concepção que os

professores apresentam na sua prática. A partir dessa revisão buscaremos explicitar o sentido que atribuímos à concepção da linguagem algébrica.

O interesse pelas concepções e crenças dos professores de matemática a respeito dessa disciplina e a influência que tais concepções têm sobre suas práticas tiveram origem no início do século XX, a partir das preocupações dos psicólogos sociais que procuravam entender a influência das crenças sobre o comportamento das pessoas.

A partir da década de 70, quando a educação matemática começou a formar-se como disciplina autônoma, principalmente nos Estados Unidos e Inglaterra, houve um aumento do número de pesquisas, agora com novos instrumentos metodológicos, cujos resultados inúmeros autores têm relatado em artigos publicados nos principais periódicos especializados Thompson (1992).

A influência das concepções sobre as práticas dos professores e sobre o desempenho dos alunos em matemática parece ser aceita pela maior parte dos que pesquisaram o assunto. Alguns apontam uma influência direta das concepções sobre as práticas, outros consideram a existência de outros fatores sobre os trabalhos docentes, mas todos se preocupam em salientar a necessidade de realização de pesquisas sobre o tema, necessidade que, no tocante à álgebra, consideram premente.

As relações entre as concepções e as práticas assumidas por professores do 2º grau (atual ensino médio), mostram aspectos da matemática que a caracteriza como um sistema organizado, preciso e rigoroso, com os conteúdos inter-relacionados e conectados logicamente (Thompson, 1984). Outros aspectos relacionados com a natureza da matemática apresentaram diferenças que possibilitaram a identificação de três concepções: 1) a platônica; 2) a instrumental e 3) resolução de problemas. As duas primeiras são visões absolutistas, e a terceira concepção é mais dinâmica, aceitando a matemática em constante mudança, aponta para uma possível opção pelo falibilismo. A pesquisadora afirmou ainda que há uma relação complexa entre as concepções dos professores e suas decisões e comportamentos instrucionais.

As concepções e práticas de quatro professores de Matemática do ensino secundário, em Portugal, foram analisadas a partir da diversidade de termos utilizados pelos investigadores como: (concepções, crenças, convicções, perspectivas, pontos de vista, preferências e princípios) e apresentada a seguinte definição do termo concepção:

... um esquema teórico, mais ou menos consciente, mais ou menos explícito, mais ou menos consistente, que o professor possui, que lhe permite interpretar o que se lhe apresenta ao seu espírito, e que de alguma maneira o predispõe, e influencia a sua ação, em relação a isso. (GUIMARÃES, 1993, p.20).

Sobre concepções filosóficas da matemática e/ou concepções e percepções que são atribuídas à matemática e ao seu ensino, podemos citar, entre outras, as dissertações de Carvalho (1989) e Medeiros (1985). A primeira pesquisadora realiza um trabalho com professoras de séries iniciais, objetivando analisar as concepções de Matemática por elas assumidas. Mesmo não tendo um roteiro diretivo para a entrevista, a pesquisadora preocupa-se em abordar o tema da concepção de Matemática, colocando a pergunta: “*o que é a Matemática para você?*”. As respostas das quinze entrevistadas são apresentadas, resumidamente em quadro, com resultados pertinentes e, em anexo, aparecem os textos completos. Por sua vez, Medeiros (1985) entrevista professores de Matemática que são, também, pesquisadores em educação matemática; ela não classifica as concepções expressas pelos entrevistados, mas faz uma análise e interpretação dos depoimentos, buscando a ideologia subjacente aos discursos.

Na análise das atitudes positivas de professores de educação infantil em relação à matemática possuem concepções sobre o seu ensino diferentes daqueles com atitudes negativas. Mostra que não foram determinantes para diferenciar as concepções que os professores possuem sobre o ensino da matemática na educação infantil (Moron, 1998).

Ponte (1992) afirma que conhecer as concepções não é tarefa fácil, pois estas não se revelam facilmente através de comportamentos observáveis. As

concepções têm uma natureza essencialmente cognitiva, portanto associadas ao pensar, que atuam como um filtro, dando sentido às coisas ou atuando como um elemento bloqueador para novas situações. O interesse pelo estudo das concepções dos professores baseia-se no pressuposto de que *“existe um substrato conceptual que joga um papel determinante no pensamento e na ação... mas constitui uma forma de os organizar, de ver o mundo, de pensar”* (Ponte, 1992, p.185). E esse autor, entende que é muito difícil que professores não possuam concepções em relação à matemática por tratar-se de uma ciência muito antiga e de amplo uso social ao longo da história.

Entre as diversas definições de concepções, Canavarro (1994) mostra que:

podemos considerar as concepções de um professor como um sistema organizativo algo difuso que opera tácita e permanentemente sobre um conjunto de componentes que constituem as referências do professor – crenças, valores, conhecimento de várias naturezas e elementos afetivos – gerando e suportando os seus modos de ver e atuar” (p.28).

Cury (1994) confirma a idéia de Canavarro quando coloca que concepção... *“engloba toda filosofia particular de um professor, quando ele concebe idéias e interpreta o mundo a partir dessas idéias”*.

Segundo Ferreira (1986: p, 445), entre os vários significados de concepção, podemos citar:

O ato de conceber ou criar mentalmente, de formar idéias, especialmente abstrações: A concepção de um princípio filosófico, de uma teoria matemática. **Noção, idéia, conceito, compreensão:** Sua concepção de autoridade está baseada nos moldes tradicionais. Modo de ver, ponto de vista; opinião, conceito. (grifo nosso).

Em termos filosóficos, encontramos em Japiassu (1990), dois significados para concepção:

1. Operação pela qual o sujeito forma, a partir de uma experiência física, moral, psicológica ou social, a representação de um objeto de pensamento ou conceito. O resultado dessa operação também é chamado concepção, praticamente sinônimo de teoria (ex.: concepção platônica do Estado, concepção liberal da economia, etc.). 2. Operação intelectual pela qual o entendimento forma um conceito (ex.: o conceito de triângulo). (p. 78)

Ainda em termos filosóficos, encontramos no Vocabulário Técnico y Crítico de Filosofia, de Lalande, três significados para a palavra concepção:

1. Todo ato de pensamento que se aplica a um objeto. 2. Mais especialmente, operação da inteligência, oposta às da imaginação, seja reprodutiva, seja criadora (concepção de uma diferença; concepção do mundo). 3. Mais especialmente ainda **operação que consiste em tomar ou em formar um conceito.** (LALANDE, 1966, p. 165). (grifo nosso)

Com base nos autores citados, definimos concepção neste estudo como uma maneira própria de cada indivíduo ou de cada professor ou aluno, elaborar,

interpretar e representar suas idéias. É construída a partir das experiências individuais, que são influenciadas por uma série de variáveis do ambiente (conhecimentos, valores, experiência prática, componente emocional). Esta característica nos parece a mais adequada ao trabalho que pretendemos desenvolver.

II.3. ALGUMAS ABORDAGENS TEÓRICAS NO CONTEXTO DO ENSINO-APRENDIZAGEM DA ÁLGEBRA.

Tendo em vista contribuir na organização de um fazer pedagógico que vise à construção do conhecimento, discutiremos a teoria vygotskyana, no que concerne à relação entre desenvolvimento e processo de ensino-aprendizagem, para apresentá-la como uma possibilidade de ruptura com os paradigmas tradicionais de construção de conhecimento, que privilegiam uma relação monológica entre professor e alunos. Considerando que os estudos de Vygotsky podem explicar não apenas os processos de construção da criança, mas de qualquer indivíduo, esteja ele inserido ou não no sistema formal de educação, utilizaremos esse aporte não só para analisar os dados referentes às interações de sala de aula, mas também aqueles que correspondem às sessões reflexivas em relação às concepções de professores e alunos.

A teoria sociopsicológica do desenvolvimento elaborada por Vygotsky contrapõe-se aos estudos do desenvolvimento realizados pela psicologia tradicional, que insiste em analisar as funções psíquicas de forma isolada. Nela, cumpre-se explicar o funcionamento e desenvolvimento da mente humana em suas relações com as situações culturais, institucionais e históricas em que o homem está envolvido.

As concepções alternativas dos alunos, como também a interpretação de sua natureza, origem e lógica interna, além do impacto delas na aprendizagem formal, vêm recentemente fazendo parte das grandes preocupações pedagógicas. Nos últimos anos, numerosas investigações têm sido realizadas com o objetivo de saber o que e como pensam os alunos sobre alguns tópicos científicos, como salienta Santos (1991, p. 51),

Apesar desse interesse pedagógico ser recente, as representações do mundo na criança já eram objeto de estudo teórico e empírico, em psicologia, há algumas décadas. Remontam aos anos 20 os primeiros trabalhos de Piaget naquele âmbito. Surpreendentemente, porém, os resultados desses estudos foram ignorados pela pedagogia durante cerca de quatro décadas. Nos anos 60, outro psicólogo – Ausubel – centrou a sua reflexão nas concepções prévias dos alunos e nas suas possíveis conseqüências para a aprendizagem. Ao contrário de Piaget, não as estudou independentemente de situações didáticas, o que, eventualmente, terá contribuído para despoletar o interesse da pedagogia pelas concepções alternativas.

Para Vygotsky, o significado é sempre um conteúdo generalizante que reflete uma realidade conceitualizada, socialmente construída. Ao longo do

processo de desenvolvimento o indivíduo vai deixando de necessitar de marcas externas e vai passando a utilizar signos internos - representações mentais que substituem os objetos do mundo real. Os signos internalizados são elementos que representam objetos, eventos, situações. E por não se manterem como marcas externas, isoladas, nem como símbolos usados por indivíduos isolados, passam a ser signos compartilhados pelo conjunto dos membros de um grupo social, permitindo o aprimoramento da interação social.

A incorporação dessa base sociocultural será permitida à criança pela linguagem. Esse status de mediador entre a criança e o mundo transforma a linguagem na base da consciência, num processo que Vygotsky (1993) denomina de *internalização*. Sua explicação está contida na análise que ele realiza acerca do desenvolvimento da fala e do pensamento na criança. Essa análise parte dos estudos de Piaget, para quem, segundo Vygotsky, o desenvolvimento do pensamento destaca uma idéia de polaridade, podendo ser categorizado em dois tipos: o autístico ou não-dirigido e o dirigido. O autístico caracteriza-se por uma forma de pensamento extremamente individualista em que a criança, ainda não adaptada à realidade externa, não consegue trazer ao nível da consciência os problemas e os objetivos de sua atividade. Por outro lado, quando a criança, movida por uma força social, consegue agir segundo os objetivos propostos em sua mente, num esforço de adaptar-se à realidade e influenciá-la, atinge o pensamento dirigido. Para Piaget, o pensamento é originalmente autístico; são as

pressões sociais que o transformam em pensamento socializado, mediante uma forma de pensamento a que ele nomeia de pensamento egocêntrico. Correspondentes a essas formas de pensamento estão a fala egocêntrica e a fala socializada. A fala egocêntrica manifesta-se quando a criança descreve sua ação, falando de si própria, sem nenhuma preocupação com seu interlocutor, portanto, é uma fala destituída de sua função comunicativa. A fala socializada objetiva comunicar-se com o outro, de forma a influenciá-lo. Para Piaget, a fala egocêntrica não cumpre nenhuma função e por isso tende a desaparecer à medida que a fala se socializa. Considerando essas formas de pensamento e de fala como estágios do desenvolvimento, é possível afirmar que Piaget associava-se à corrente da psicologia tradicional que concebia o desenvolvimento como um processo que partia do individual para o social, isto é, de dentro para fora. As pesquisas de Vygotsky tendem a provar o contrário.

Para Vygotsky, o fundamento do funcionamento psicológico é social e, portanto, histórico. As origens das funções psicológicas superiores devem ser buscadas nas relações sociais. Segundo Oliveira:

Os elementos mediadores na relação entre homem e mundo – instrumentos, signos e todos os elementos do ambiente humano carregados de significado cultural – são fornecidos pelas relações entre os homens. Os sistemas simbólicos, e particularmente a linguagem, exercem um papel fundamental na comunicação entre os indivíduos e no estabelecimento de significados partilhados que permitem interpretações dos objetos, e situações do mundo real. (OLIVEIRA, 1993, p. 40).

A noção de fala socializada, usada por Piaget, é evitada por Vygotsky que prefere o termo fala comunicativa, por entender que toda fala é social. Segundo Vygotsky, a maior mudança na capacidade das crianças em usar a linguagem como instrumento para a solução de problemas se dá num estágio do desenvolvimento em que a fala social é internalizada. Assim, além do seu uso interpessoal, a linguagem passa a ser utilizada também em sua função intrapessoal:

No momento em que as crianças desenvolvem um método de comportamento para guiarem a si mesmas, o qual tinha sido usado previamente em relação a outra pessoa, e quando elas organizam sua própria atividade de acordo com uma forma social de comportamento, conseguem, com sucesso, impor a si mesmas uma atitude social. (VYGOTSKY, 1998, p. 37)

Vygotsky opõe-se a Piaget ao afirmar que seguindo a idéia de internalização da fala social, ela se transforma na fala interior, no pensamento verbal propriamente dito. É nessa defesa que embasa seu pressuposto de que o caminho do desenvolvimento do pensamento e da fala percorre uma trajetória inversa da proposta por Piaget: vai do social para o individual.

O pensamento verbal não é uma forma de comportamento natural e inata, mas é determinado por um processo histórico-cultural e tem propriedades e leis específicas que não podem ser encontradas nas formas naturais de pensamento e fala. (VYGOTSKY, 1996, p.44).

Vygotsky com sua teoria do desenvolvimento tem suscitado profícuas discussões no campo educacional. Inúmeros são os teóricos que se servem de seus pressupostos para fundamentarem uma nova concepção do processo pedagógico. Para ele, o processo de aprendizagem é um processo de internalização que capacita a criança a efetuar transferências de um aprendizado para novas situações. Isso requer uma capacidade de generalização e de abstração que percorreria um processo que seus estudos descreveram.

A função sistematizadora da escola impõe para ela a tarefa de contribuir na formação de *conceitos científicos*² na mente da criança. A aquisição de conceitos científicos envolve operações lógicas e sua apreensão ocorre de maneira discursiva e lógico-verbal através de generalizações em elaborações sempre mediadas por novos conceitos a serem adquiridos. Nas palavras de Rossi:

Dessa forma, a constituição do conceito científico desenvolve-se através de um movimento no qual o sujeito procura significar um conceito, relacionando-o com outros signos adquiridos anteriormente. Assim, tenta ancorar na experiência imediata, concreta, o novo conceito a ser aprendido. Conceitos espontâneos e conceitos científicos articulam-se e transformam-se reciprocamente, sendo que os conceitos sistematizados estabelecem condições para o desenvolvimento dos conceitos espontâneos. (ROSSI, 1993, p.17).

² Vygotsky fala em dois tipos de conceitos: os cotidianos e os científicos. O primeiro refere-se àqueles adquiridos na experiência cotidiana da criança, em seus próprios esforços mentais, enquanto o segundo diz respeito àqueles adquiridos no aprendizado sistemático, com forte influência dos adultos.

Conceitos espontâneos e científicos se sustentam num imbricamento; através do conceito científico se desenvolvem a conscientização e o domínio e através dos espontâneos ocorre o confronto dos conceitos sistematizados com uma situação concreta.

Para a aquisição de conceitos, uma questão importante colocada por Vygotsky é a que diz respeito ao significado das palavras que, segundo ele, se transforma, tomando cada vez mais próximo dos conceitos culturalmente estabelecidos. Uma outra questão importante nos trabalhos de Vygotsky é o conceito de *zona de desenvolvimento proximal (ZPD)*, elaborado para ampliar a idéia de que aprendizagem deve preceder o desenvolvimento. Para Vygotsky, uma criança, para ser considerada como possuidora de uma certa capacidade, tem que demonstrar poder cumprir uma tarefa sem nenhum tipo de ajuda externa, ao que chamou de *nível de desenvolvimento real*. Para ele, no entanto, há tarefas que uma criança não será capaz de realizar sozinha, sem a ajuda de alguém, mas tomar-se-á capaz de concretizá-la se lhe forem dadas instruções, demonstrações, pistas e assistência adequadas. A essa capacidade de realizar tarefa com a ajuda de alguém Vygotsky chamou de *nível de desenvolvimento potencial*. Esta capacidade de alteração de desempenho pela interferência de alguém é fundamental na sua teoria. Segundo ele:

A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de

maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de 'brotos' ou 'flores' do desenvolvimento ao invés de 'frutos' do desenvolvimento. O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto que a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivo. (VYGOTSKY, 1998, p. 97).

Tendo em vista esses dois níveis de desenvolvimento, Vygotsky elabora o seu conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZPD) como sendo a "distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes" (Vygotsky, 1998, p. 112). Vygotsky acredita que os problemas resolvidos em colaboração estimulam a criança a encontrar as inter-relações entre os conceitos e a situação vivida, definindo um sistema que, ao ser internalizado, torna-a independente e a prepara para o desenvolvimento de novas funções psíquicas.

Para o campo da educação é valiosíssimo o conceito de zona de desenvolvimento proximal, pois permite não só identificar os processos já efetivados na mente da criança, como também os processos que ainda estão em estágio de maturação, auxiliando na organização de atividades escolares que propiciam à criança acesso a novos níveis de desenvolvimento. Isso significa transformar a perspectiva do processo-aprendizagem numa direção prospectiva,

voltada para o futuro e não mais para o passado, como determina uma concepção com base no nível de desenvolvimento real:

(...) o único tipo positivo de aprendizado é aquele que caminha à frente do desenvolvimento, servindo-lhe de guia; deve voltar-se não tanto para as funções já maduras, mas principalmente para as funções em amadurecimento. Continua sendo necessário determinar o limiar mínimo em que, digamos, o aprendizado da aritmética possa ter início, uma vez que este exige um grau mínimo de maturidade das funções. Mas devemos considerar, também, o limiar superior: o aprendizado deve ser orientado para o futuro, e não para o passado. (VYGOTSKY, 1996, p.89).

Portanto, na formação da ZPD está o traço fundamental do ensino. Para Vygotsky, o espaço escolar é propício à sua criação, pois pressupõe uma interação que favorece a cooperação entre adultos e crianças empenhados no objetivo primeiro da construção do conhecimento. Na escola, a mediação do professor já é pressuposto e, numa perspectiva vygotskyniana, deve ser dirigida no sentido de formar nas crianças as bases dos sistemas de concepções científicas, levando a criança a desenvolver capacidades de generalização que lhe permitam transferir um aprendizado específico para novas situações.

Concluimos então, que o conceito de ZPD, ao destacar a importância de uma ação colaborativa entre aluno e professor, coloca a interação como aspecto central do processo ensino-aprendizagem, pois é por meio dela que serão negociados os significados. A aproximação dessa teoria no ensino da álgebra é devido à ênfase dada no social, uma vez que faz relação entre os níveis social e

individual. Isso pode ser percebido nas aulas de matemática, onde se percebe a diferença com que um aluno consegue desenvolver sozinho em suas atividades, e o que ele realiza quando da ajuda do professor ou dos colegas. As dificuldades de resolução de um problema feito sozinho, poderá ser muitas vezes, superada ao ser resolvido ao engajar-se no trabalho conjunto com os colegas. Podemos dizer que também a aprendizagem da linguagem algébrica se alicerça na interação social, antes de internalizar-se no indivíduo.

No entanto, poucos são os professores que levam em conta os processos utilizando interação social em sua sala de aula, principalmente do ponto de vista avaliativo, onde se considera muito mais o individual, em detrimento do social. O que é um erro, pois, segundo Vygotsky (1998: 97), a zona de desenvolvimento proximal *“define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário”*.

Conhecendo a zona de desenvolvimento proximal do aluno, o professor bem preparado saberá fazer as perguntas que irão provocar o desequilíbrio na sua estrutura cognitiva fazendo-a avançar no sentido de uma nova e mais elaborada reestruturação.

Tendo concluído a discussão sobre a teoria de Vygotsky, queremos, agora, partir para a Teoria dos Campos Conceituais, proposta por Vergnaud, que tem por projeto o estudo das representações que tornam a ação operacional, em especial, aquelas que se referem à ciência e à tecnologia.

A proposta a que nos referimos em outro momento - de levamos em conta o conhecimento de senso comum com o qual o aluno chega à escola - poderá ser realizada a partir de uma análise conceitual das representações trazidas pelo aluno, a partir da teoria de Gerard Vergnaud. Através dessa análise conceitual, teremos por objetivo específico a identificação dos elementos do conhecimento científico que estão presentes, ou não, nas representações de professores e alunos e de que maneira esta dimensão do saber, na sua versão científica ou popular, é particularmente veiculada na prática pedagógica.

Tendo Vergnaud elaborado seu modelo teórico no domínio da Didática da Matemática, sua utilização na análise da prática pedagógica tem sido considerada como bastante operacional, em particular, no que se refere ao ensino da Matemática. O que motiva o desenvolvimento da Teoria dos Campos Conceituais é a questão de como se desenvolvem as competências.

Pais apresenta uma definição de Didática da Matemática, relativa ao contexto brasileiro:

A didática da matemática é uma das tendências da grande área de educação matemática, cujo objeto de estudo é a elaboração de conceitos e teorias que sejam compatíveis com a especificidade educacional do saber escolar matemático, procurando manter fortes vínculos com a formação de conceitos matemáticos, tanto em nível experimental da prática pedagógica, como no território teórico da pesquisa acadêmica. (2001, p.11).

A teoria dos campos conceituais é uma teoria cognitivista que tem por objetivo fornecer um quadro coerente e alguns princípios de base para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem das competências complexas, em especial daquelas que se referem à ciência e à tecnologia. (Vergnaud, 1990, p.135). Nessa teoria, o comportamento cognitivo dos sujeitos em situação de aprendizagem é modelado por Gerard Vergnaud em termos de *esquemas*. O esquema é “a organização invariante do tratamento de dado tipo de situações. É nos esquemas que devemos procurar os conhecimentos-em-ação do sujeito, quer dizer, os elementos cognitivos que permitem para a ação do aprendiz de ser operatória” (Vergnaud, 1990). A reprodução das ações reforça os esquemas e o processo da assimilação favorece sua generalização. O processo da acomodação permite fazer diferenciações e coordenações.

A noção de esquema está associada à forma invariante como as atividades são estruturadas ou organizadas diante de uma classe de situações voltadas para a aprendizagem específica de um conceito. Dessa forma, cada esquema é relativo a uma classe específica de situações, envolvendo necessariamente tanto a dimensão experimental quanto racional vivenciada pelo aluno. Conforme

descrição de Vergnaud, Piaget foi quem primeiro trabalhou com o conceito de esquema, ampliando a concepção hegemônica até então, prevendo situações mais dinâmicas e incorporando várias componentes que intervêm na conceitualização.

Uma das diferenças entre a proposta original de Piaget e a formalização de Vergnaud se deve ao fato da especificidade com que a noção de campos conceituais foi tratada na área de Educação Matemática, na qual recebeu uma formalização mais nítida de acordo com invariantes próprios desta área de conhecimento.

Para Vergnaud, grande parte de nossos conhecimentos, são competências, ou seja, capacidades de que o sujeito dispõe para enfrentar e resolver um determinado problema. Apesar de inteiramente operacionais, muitas delas são pouco explicitadas, ou explicitáveis, o que pode ser entendido como um obstáculo à sua transferência.

Por ser uma das funções da formação o ampliar o campo do conhecimento do formando, ter em mãos um instrumento que permita a explicitação do funcionamento das competências disponíveis e daquelas a serem adquiridas só pode ser de grande utilidade para o professor. Vergnaud propõe então um referencial que dê acesso, sobretudo, à parte submersa do *iceberg*. É importante

lembrar que, embora este autor reconheça a importância da explicitação no processo de aquisição do conhecimento, seu interesse vai se voltar, de maneira particular, para o estudo do não dito, da ação, fato este que reafirma sua adesão aos princípios fundamentais do modelo piagetiano, onde a ação do sujeito é determinante na construção do conhecimento.

A teoria dos campos conceituais foi desenvolvida para *“estudar as condições de compreensão do significado do saber escolar pelo aluno. Trata-se de buscar as possibilidades de filiações e rupturas entre as idéias iniciais da matemática, levando em consideração as ações realizadas e compreendidas pelo aluno”* (Pais, 2001, p. 51-52). Como esclarece Vergnaud (1990), essa teoria não foi criada para ser aplicada somente na Educação Matemática, mas ela foi desenvolvida tendo em vista respeitar uma estrutura progressiva de elaboração de conceitos, daí a razão da pertinência com que se aplica à matemática, em especial na álgebra. Assim, um campo conceitual é o *“espaço de problemas ou situações-problema cujo tratamento envolve os conceitos e processos de vários tipos em estreita conexão”* (Vergnaud, 1996). Por exemplo, o campo conceitual das estruturas aditivas é ao mesmo tempo, o conjunto das situações (tarefas) cujo tratamento envolve uma ou várias adições ou *subtrações*, e o conjunto de conceitos e teoremas que permitem analisar essas situações como tarefas matemáticas. Assim, fazem parte das estruturas aditivas, os conceitos de cardinal e de medida, de transformação temporal por aumento e diminuição (perda e

gasto), de relação de comparação quantificada, de composição de transformação e relações, de operação unitária, da inversão, de número natural e de número relativo, de coordenadas, de deslocamento orientado e quantificado. Esses conceitos são fundamentais ao “campo conceitual” da álgebra, cujos elementos principais são: generalização e abstração.

Segundo Vergnaud (1990):

Um conceito é uma tríade que envolve um conjunto de situações que dão sentido ao conceito; um conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito e um conjunto de significados que podem representar os conjuntos e as situações que permitem aprendê-los.

Dessa forma, a teoria dos campos conceituais propõe estudar o processo de conceitualização do mundo pelo sujeito. Para Vergnaud, a constituição de um conceito depende da inter-relação entre três dimensões do conhecimento. O conceito é então definido por,

$$C = \{ S, IO, \& \}$$

onde, S é o conjunto de situações que dão sentido ao conceito (a referência); I.O. é o conjunto de invariantes operatórios, mecanismos utilizados pelo sujeito na resolução de problemas, sobre os quais se apóia a operacionalidade dos esquemas (variável psicológica), e & é o conjunto de representações simbólicas utilizadas/possíveis tanto para apresentação quanto para resolução do problema (possibilidade de representação simbólica do conceito).

Essa é uma teoria que além da simbologia usa as representações, entretanto, pelo fato de esse autor se interessar, particularmente, pelos conhecimentos científicos e tecnológicos; ao abordar a questão da competência, Vergnaud introduz a discussão sobre a ação e operacionalização da representação com a questão: que tipo de representação torna a ação operatória? Pois é próprio do científico e do tecnológico tornar a ação do sujeito sobre o mundo a mais eficaz possível. Para Vergnaud, é o processo de conceitualização do conhecimento que permite que o comportamento seja eficiente.

Recorremos então, a esse referencial teórico para análise das escolhas didáticas do professor, tanto a nível, do que se passa diretamente na sala de aula, quanto no material por ele utilizado. Ele nos permite vislumbrar que dimensões do conhecimento são tratadas em sala de aula que se aproximam, por um lado, do conhecimento de senso comum e, por outro, do conhecimento científico, o que deverá ser feito pelo professor através da utilização de problemas práticos em sala de aula. No caso específico da álgebra, averiguar o processo de conceitualização do conhecimento da linguagem algébrica que permita que o comportamento para a utilização dessa linguagem seja eficiente, através do estudo do processo de conceitualização do mundo pelo sujeito.

Ainda sobre a construção do conhecimento científico, temos as contribuições de Bachelard, que entende que a mesma não se dá de maneira

cumulativa, pelo contrário: *“o espírito científico deve formar-se contra a natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a instrução da natureza, contra a corrente natural, contra o fato colorido e diverso. O espírito científico deve formar-se reformando-se”*. (Bachelard, 1986, p.23)

Na obra *“A Formação do Espírito Científico”*, publicada em 1938, Bachelard propôs a noção de *obstáculo epistemológico*, fruto de uma reflexão sobre a psicologia do espírito científico, onde põe em evidência as dificuldades encontradas durante o processo de elaboração do conhecimento científico. Essa teoria, *“tem exercido considerável influência na área educacional devido à sua originalidade, clareza literária e bom humor”* (Pais, 2001, p. 39).

Ainda em Pais,

“a análise dos obstáculos no contexto da matemática deve ser realizada com uma atenção particular, pois, segundo argumentou Bachelard, a evolução dessa ciência apresentaria uma maravilhosa regularidade em seu desenvolvimento, conhecendo períodos de paradas, mas não etapas de erros ou rupturas que se destruíssem o saber estabelecido anteriormente. Dessa forma, é conveniente estudar esse destaque, analisando o sentido da mencionada regularidade e sua relação com a aprendizagem.” (2001, p. 40).

Embora tenha analisado alguns processos eminentemente matemáticos, como o conhecimento quantitativo, onde a busca do que chama um falso ou excessivo rigor pode tornar-se um obstáculo (Bachelard, 1993), comenta que

suas considerações tratam do confronto com o mundo objetivo, excluindo, portanto o conhecimento matemático. Considera a história da matemática *“uma maravilha de regularidade. Ela conhece períodos de parada. Ela não conhece período de erros”*. (Bachelard, 1993, p 22).

Do ponto de vista pedagógico, a visão epistemológica de Bachelard implica a análise crítica do processo de aprendizagem, considerando as dificuldades, erros e falhas como parte deste processo. Alerta também para o modo habitual de se ensinar ciências desconsiderando o processo histórico de construção desse conhecimento, a experiência inicial do aluno e as dificuldades que este enfrentaria na aprendizagem, abrindo caminhos para a utilização da noção de *“obstáculo epistemológico”* em didática da ciência. No *“campo conceitual”* da álgebra, um dos obstáculos mais importantes, enfrentados pelos alunos, é a transposição representacional da linguagem natural (em que palavras e problemas são expressos) para a representação algébrica-formal, ou seja, para a utilização de letras e números na resolução de problemas.

Diversas pesquisas têm identificado obstáculos em matemática, tanto no processo histórico quanto em situações de aprendizagem, evidenciando em ambos os casos um processo descontínuo de construção do conhecimento. Vergnaud (1990), por exemplo, identifica na álgebra uma ruptura em relação à aritmética, no que se refere não ao conhecimento em si, mas à forma de controle

do resultado durante a resolução de um problema, ruptura a ser vivenciada também pelo aluno.

A partir da teoria dos campos conceituais, Falcão (1992) em suas análises, defende a idéia de que seja levado em conta que é na passagem do ensino da aritmética para o ensino da álgebra que se apresentam aspectos que revelam tanto uma ruptura, quanto uma continuidade epistemológica. A consideração desses aspectos pode possibilitar um ensino significativo, pois traz à tona um sério problema na relação ruptura/continuidade: ao requerer uma formalização prévia ao cálculo, a álgebra requer elementos de continuidade, visto que muitos dos problemas enfrentados no ensino da álgebra se originam no ensino da aritmética.

É nossa convicção que a cada uma dessas abordagens correspondem concepções diferenciadas de escola, de processo de ensino-aprendizagem, de sociedade e de homem. As concepções que fundamentam a ação do professor em uma abordagem mais tradicional, por possuírem uma longa história de construção, já solidificaram uma certa cultura escolar, enquanto que aquelas que se associam a uma abordagem mais dialógica da ação pedagógica nascem de críticas recentes à pedagogia tradicional e ainda não conseguiram se estabelecer como cultura. Encontramos, assim, no espaço escolar um território de lutas e resistências entre velhas e novas concepções acerca do ato pedagógico.

CAPÍTULO III

PARA O ENTENDER DESSA LINGUAGEM

“Construir o possível significa explorar os limites, para reduzi-los, e as alternativas de ação, para ampliá-las. (...) A realidade não é sim ou não – ela é sim e não!”

(Terezinha Rios)

III.1. PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Nas últimas décadas, sob influência da fenomenologia e do interacionismo simbólico da Escola de Chicago a pesquisa em ciências humanas passou a ter um caráter metodológico de natureza qualitativa. A análise qualitativa na pesquisa é a forma de trabalho metodológico das ciências humanas onde o recurso básico e inicial é a descrição (Martins, 1989).

A pesquisa qualitativa ou naturalística envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada,

ênfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes (Bogdan e Biklem, 1982, apud, Ludke e André, 1986, p.13)

Os dados descritivos *“são as próprias palavras das pessoas, faladas ou escritas e a conduta observável”* (Taylor e Bogdan (1986, p.20) observado que, *“a descrição não se fundamenta em idealizações, imaginações, desejos e nem é um trabalho que se realiza na subestrutura dos objetos descritos”*. Martins (1989, p.58),

Discorrendo sobre as origens histórico-filosóficas da metodologia qualitativa, Patton (1986), Ericksin (1989) e Taylor e Bogdan (1986) situam os primeiros trabalhos de cunho qualitativo entre o final do século XIX e o início do século XX, com pesquisas sociológicas e antropológicas. (apud, Cury, 1994).

Patton (1986), considera a noção de *“verstehen”* o tema integrador entre as várias vertentes da pesquisa qualitativa. O termo, no sentido empregado por Weber, significa a *“compreensão, em um nível pessoal, dos motivos e crenças que estão por trás das ações das pessoas”*. (Taylor e Bogdan, 1986, p.16) (apud, Cury, 1994, p.101).

Quem fornece uma descrição muito esclarecedora sobre a perspectiva qualitativa, baseada também em Paton, é Mazzotti (1998) onde afirma que

... a principal característica dessa abordagem é que ela segue a tradição compreensiva ou interpretativa, isto é, sua abordagem parte do pressuposto de que as pessoas agem em função de suas crenças, valores, sentimentos, percepções, etc. e que seu comportamento tem sempre um sentido, um significado que não se dá a conhecer de modo imediato, precisando ser desvelado (p. 131).

A colocação acima justifica, em si, a opção por uma metodologia qualitativa, ao abordar o tema da presente pesquisa. Queremos entender as concepções dos professores que ensinam a álgebra elementar e verificar como elas influenciam o seu comportamento em termos didático-pedagógicos, e como se comparam às concepções apresentadas por seus alunos.

A escolha foi devido ao fato da pesquisa qualitativa ou naturalística, segundo Bogdan e Biklem (1972), envolver a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatizar mais o processo do que o produto e se preocupar em retratar a perspectiva dos participantes (Ludke e André, 1986, p.13).

Também aceitamos a diferenciação proposta por Haguette, segundo a qual:

... os métodos quantitativos supõem uma população de objetos de observação comparável entre si e os métodos qualitativos

ênfatizam as especificidades de um fenômeno em termos de suas origens e de sua razão de ser. (HAGUETTE,1992, p. 63)

Neste trabalho, não tivemos uma população de observação comparável, pois cada professor tinha sua filosofia particular da álgebra que norteava sua prática. As especificidades de cada um, em termos de concepções e práticas docentes, comparadas às concepções de seus alunos, foram salientadas e analisadas para detectar as possíveis interações entre essas concepções e as ações desenvolvidas em sua prática pedagógica.

A análise do discurso se apresentou, como uma possibilidade de realizar a pesquisa pelo método qualitativo, a partir da perspectiva acima enunciada, com base nas orientações metodológicas de Bardan (1977) e Spink (1993). Esse tipo de pesquisa enfatiza o processo e não os resultados finais, porque, mais do que testar teorias, interessa-se em buscar novas formas de entender a realidade.

III.2. OS INSTRUMENTOS E OS SUJEITOS DA PESQUISA

As técnicas de investigação utilizadas na presente pesquisa foram adotadas tendo em vista o enfoque interpretativo na abordagem do tema. Foram utilizados questionários, entrevistas semi-estruturadas e fichas de dados pessoais além de observações em sala de aula. Assim, neste trabalho, os dados constituem-se de todas as informações obtidas, através das respostas ao questionário, dos

depoimentos dos professores e alunos, das fichas de dados pessoais e das observações.

Inicialmente foi aplicado um questionário³, aos professores, buscando a visão geral das concepções sobre a linguagem algébrica e posturas pedagógicas do professor. Posteriormente, foi aplicado com os alunos um questionário⁴, que subsidiou as entrevistas com seus professores.

Thiollent (1987) considera que as perguntas do questionário correspondem a uma tradução das hipóteses de pesquisa e observa que os questionários e as entrevistas são técnicas que se complementam. Com o objetivo de aprofundar os aspectos mais relacionados às questões de pesquisa realizamos entrevistas com quatro professoras, para identificar outras dimensões relevantes do fenômeno em questão, sobretudo as concepções algébricas e as relacionadas à prática pedagógica. A abordagem desses aspectos através dos questionários não foi suficiente para uma análise consistente, fez-se necessário o debate entre entrevistador e entrevistado, de forma que se possa partir das respostas escritas e esmiuçar todos os aspectos, todas as idéias a eles associadas, todas as possíveis ligações dessas respostas com outras que tenham sido, também, apresentadas.

³ Ver anexo 1

⁴ Ver anexo 2

A entrevista foi baseada na definição de Taylor e Bogdan:

Por entrevista em profundidade, entendemos reiterados encontros face a face entre o pesquisador e os informantes, encontros estes dirigidos para a compreensão das perspectivas que os informantes têm à respeito de suas vidas, experiências ou situações, tais como as expressam com suas próprias palavras. (TAYLOR e BOGDAN, 1986, p.101)

Os métodos de iniciar e manter a conversação com pessoas, assim como as respectivas interpretações teóricas apresentadas pelos pesquisadores sociais, constituem os fundamentos das entrevistas, definidas como:

Encontros entre um pesquisador e um entrevistado, a quem são colocadas uma série de questões sobre o sujeito da pesquisa. As respostas do entrevistado constituem um conjunto de dados analisados posteriormente pelo pesquisador”(Ackroyd & Hughes, 1983, p.66, apud CURY, 1994).

A entrevista se desenvolveu a partir de um esquema básico, um roteiro de perguntas⁵ não aplicado rigidamente, permitindo que o entrevistador faça as necessárias adaptações, definida como entrevista semi-estruturada. Como salientam Ludke e André, não havendo

...uma ordem rígida de questões, o entrevistado discorre sobre o tema proposto com base nas informações que ele detém e que no fundo são a verdadeira razão da entrevista. Na medida em que houver um clima de estímulo e de aceitação mútua, as informações fluirão de maneira notável e autêntica. (LUDKE e ANDRÉ, 1986, p. 33-34).

⁵ Ver anexo 3

Essa modalidade de entrevista situa-se entre o método focalizado e o método estruturado, utilizando as técnicas de ambos (May, 1993). As questões são normalmente especificadas, mas o entrevistador está mais livre para investigar além das respostas. Este tipo de entrevista é utilizado:

para permitir que as pessoas respondam mais em seus próprios termos, do que em uma entrevista padronizada, mas, se comparada a entrevista focalizada, ainda se baseia em uma grande estrutura ... o entrevistador deve estar atento não apenas ao conteúdo da entrevista, mas também ser capaz de registrar a natureza da entrevista e a forma como foram colocadas as questões. (MAY, 1993, p. 94).

Seguimos também o padrão de Thiollent (1987) que, sobre entrevistas semi-estruturadas, coloca *"...esse tipo de pergunta não predefine a resposta. Em geral, as respostas a perguntas livres são processadas por técnicas de análise de conteúdo"*(p. 35).

Os dados do questionário foram utilizados para estruturar as entrevistas, objetivando o esclarecimento de ações docentes no contexto do ensino e na busca de argumentos dos professores a cerca de suas ações e concepções, fornecendo dados gerais das suas idéias, que subsidiariam a análise da sua prática.

De posse dos instrumentos que seriam utilizados na pesquisa, partimos para a escolha dos sujeitos e usamos critérios para ter uma representatividade: 1)

a capacidade de expressão escrita daqueles que esclareceram suas opiniões sobre álgebra com exemplificações de sua prática em sala de aula; 2) a disponibilidade de tempo para as entrevistas; 3) a formação acadêmica e 4) a vontade de participar da pesquisa.

Assim, os **sujeitos** desta pesquisa foram os docentes que atuam no ensino fundamental, na disciplina matemática. Fizeram parte das entrevistas quatro professoras das 8ª séries do Ensino Fundamental da Rede Pública de Ensino do Município de Senhor do Bonfim.

III.3. A ANÁLISE DOS DADOS

O estudo das concepções sobre um dado objeto, possibilita aproximar do movimento pelo qual o homem vai construindo continuamente sua forma de ser, de agir, de pensar e de estar no mundo. Tal posicionamento exige que se considerem as concepções como processo em contínua construção, e não como produto a ser isolado.

A importância que têm as concepções dos professores para a prática docente de matemática, no tocante à álgebra, evidencia-se, em face às idéias expostas nos capítulos anteriores. Por isso, esse trabalho poderia ser feito em

qualquer nível de ensino, mas o interesse primordial foi o ensino fundamental, em especial, à álgebra elementar da 7^a e 8^a séries.

Por ser esta pesquisa de cunho qualitativo, não considerou uma amostragem probabilística, nem utilizou critérios estatísticos para a escolha dos professores entrevistados. Considerou-se o interesse daqueles que queriam participar e estavam de acordo com os critérios estabelecidos, conforme Michelat:

Numa pesquisa qualitativa, só um pequeno número de pessoas é interrogado. São escolhidos em função de critérios que nada têm de probabilistas e não constituem de modo algum uma amostra representativa no sentido estatístico (MICHELAT, 1987, p. 199).

Para avançar na busca das respostas às questões de pesquisa, tanto os questionários como as entrevistas foram objeto de sucessivas leituras interpretativas. Seguimos, então, a indicação de Ludke e André onde colocam que

É preciso que a análise não se restrinja ao que está explícito no material, mas procure ir mais a fundo, desvelando mensagens implícitas, dimensões contraditórias e termos sistematicamente 'silenciados'" (LUDKE e ANDRÉ, 1986, p. 48).

Tive-se diversos momentos de análise dos dados, desde o referencial teórico, até o contato com os professores participantes da investigação. A análise sistematizada ocorreu ao final da coleta de dados. Nesta fase, formulou-se as categorias baseadas no referencial teórico, possibilitando um confronto entre as

concepções apresentadas sobre álgebra e as detectadas pelos depoimentos apresentados.

Procedemos, nessa análise, em linhas gerais, segundo a metodologia da análise de conteúdo que se caracteriza pela investigação do conteúdo simbólico das mensagens, em que as mesmas podem ser abordadas de diferentes formas e diferentes pontos de vistas (Bardin, 1977). Essa técnica deve ser adaptada ao conteúdo existente e ao objetivo pretendido pelo investigador, pois *“... a técnica de análise de conteúdo adequada ao domínio e ao objetivo pretendido, tem que ser reinventada a cada momento... ”*.

Para Bardin (1977), na análise de conteúdo, o analista deve fazer um trabalho de arqueólogo, trabalhar sobre os “traços” e os “indícios” constantes no discurso analisado. A descrição dos dados é considerada como a enumeração das características do texto e deve preceder à interpretação. A passagem da descrição à interpretação é camada de inferência, um procedimento intermediário. Este processo permite ao analista atingir seu fim principal que é a *“inferência de conhecimentos relativos às condições de produção com a ajuda de indicadores (quantitativos ou não)”* (Bardin, 1991, p. 43).

O trabalho de análise de conteúdo é organizado em torno de três pólos cronológicos sugeridos por Bardin (1991): 1) A pré-análise; 2) A exploração do material; 3) O tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Na fase da pré-análise, organizam-se sobretudo os dados, em vista à segunda etapa. Tal implica em organização dos registros; familiarização com o conteúdo; transcrição dos conteúdos do discurso; leitura flutuante, até que a leitura se torne mais precisa, com domínio do referido discurso; definição das categorias emergentes.

A segunda fase da análise de conteúdo é a exploração do material. Podemos fazê-lo decompondo cada discurso ou entrevista, reorganizando as frases, formando unidades de sentido segundo as categorias e sub-categorias. Reduzimos assim uma grande quantidade de dados a um pequeno número de unidades analíticas.

A terceira fase sugerida por Bardin (1991) é a fase do tratamento de resultados, da inferência e da interpretação. Para tratar os resultados de forma significativa podemos fazer operações estatísticas simples, inferências e interpretações em função das hipóteses formuladas no momento da pré-análise.

Para a análise, fazemos um exame cuidadoso dos questionários e das entrevistas, pois

... é preciso que a análise não se restrinja ao que está explícito no material, mas procure ir mais fundo, desvelando mensagens implícitas, dimensões contraditórias e temas sistematicamente 'silenciados' (LUDKE e ANDRÉ, 1986, p. 48).

Iniciamos a investigação a partir das análises dos questionários aplicados aos professores e alunos, e após essa análise, fizemos a análise e discussão das entrevistas com as quatro professoras do ensino fundamental de 7ª e 8ª séries. No próximo capítulo apresentamos essas análises.

CAPÍTULO IV

AS VOZES DAQUELES QUE VIVENCIAM A LINGUAGEM ALGÉBRICA

**“Que as ações confirmem as palavras.”
(Gilberto Cury)**

IV.1. QUESTIONANDO QUEM ENSINA

A pesquisa foi desenvolvida com os professores da rede pública de ensino do Município de Senhor do Bonfim – Bahia que possuem Ensino Fundamental II. No primeiro contato, após as apresentações de praxe e explicações dos objetivos da pesquisa, foram entregues os questionários para diretoras ou vice-diretoras, e definidas as datas de recolhimento em cinco escolas da rede estadual de ensino, identificadas neste trabalho, como A, B, C, D e E (Quadro 1). Na escola E, os questionários foram entregues diretamente aos docentes que se encontravam em aula de coordenação e teve o maior número de questionários devolvidos.

QUADRO 1
QUANTITATIVO DE QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTA POR ESCOLA

Escola	Número de questionários entregues	Número de questionários devolvidos	Número de entrevistados
A	06	03	01
B	04	00	00
C	06	02	01
D	04	03	01
E	06	06	01
TOTAL	26	14	04

A relação de questionários entregues e devolvidos (Quadro 1) e os contatos diretos mostraram que os professores com qualificação docente de graduação e/ou pós-graduação tiveram mais interesse e compromisso com esta pesquisa, por exemplo: 1) na escola A, 50% dos questionários foram devolvidos, nesta um docente tem graduação em matemática, um pós-graduação *latu sensu* e outro está em fase de conclusão da graduação; 2) na escola B, nenhum questionário foi devolvido. O docente graduado em matemática ensina Física e Química na 8ª série, e os que ensinam matemática, não têm graduação na área; 3) na escola C, foram devolvidos 50% dos questionários. Dos seis docentes lotados, um tem graduação e pós-graduação em matemática; 4) na escola D foram devolvidos 50% dos questionários. Todos são graduados, um tem pós-graduação *lato sensu* em

outra área e outro está concluindo a pós em matemática. 5) na última, a escola E, 100% dos questionários foram devolvidos. Nesta, todos os docentes têm graduação, com exceção de um, e estão em fase de conclusão da pós-graduação lato sensu.

Os questionários foram entregues e devolvidos no período de abril a julho de 2003. A pesquisa contemplou todas as escolas da rede pública estadual do município, no entanto, é importante destacar dois episódios que contribuíram para uma menor representatividade de duas escolas nos resultados da pesquisa: o primeiro, a escola B ficou sem representatividade, pois em cinco vezes que fomos à escola para recolher os questionários, os professores não haviam respondido ou haviam esquecido em casa. Tal situação estava se tornando constrangedora para os professores, para a direção e para a pesquisadora; segundo, a escola C, uma professora recolheu os questionários e ficou responsável de entregar pessoalmente. A mesma alegou que não nos encontrou e deixou os questionários em uma sala na escola e os mesmos sumiram. Conseqüentemente foram devolvidos apenas dois. Não foi solicitado aos outros professores a responderem novamente, uma vez que, não dispunham de tempo para isso.

Foram entregues 26 questionários e devolvidos apenas 14 (53,8%). Esse total foi considerado significativo para a pesquisa, em função de alguns fatos que podem explicar a obtenção de quase 50% dos docentes: 1) a dificuldade em

responder questões que exijam uma reflexão sobre a sua prática pedagógica, podendo inclusive omitir informações; 2) a falta de tempo, pois trabalham em três turnos; 3) a falta de interesse em participar de pesquisas, por desconhecimento, acreditarem que não vêem resultados das mesmas e medo de que suas identidades sejam reveladas, de constrangimentos, e de que sejam avaliados. Os outros mostraram satisfação, alegando adquirir mais experiência, desta possibilidade de auto-avaliação, compartilhamento de idéias e reflexão com alguém de sua área.

IV.1.1. TRANSCREVENDO E ANALISANDO

Questão 1: Como você caracteriza o ensino da álgebra distintamente às outras áreas da Matemática?

A maioria dos professores que trabalha com a matemática não diferencia suas áreas, apenas desenvolve os conteúdos de forma única, como fazendo parte desta ciência. Com esta questão queríamos que o professor falasse sobre a álgebra, como ele a caracteriza e a diferencia, na matemática, em relação às outras áreas. Tivemos respostas coincidentes, seis docentes, que vêem a álgebra como uma área do conhecimento de difícil acesso ao aluno, com abstrações e generalizações; quatro docentes responderam considerando a aplicabilidade da álgebra; dois não caracterizaram a álgebra, apenas disseram que o seu ensino

não deve ser distinto das outras áreas, talvez estes professores não tenham entendido a pergunta. A resposta de um dos docentes nada tinha a ver com a pergunta e outro disse que a caracteriza de forma diferente, mas não disse como; teve ainda o que a caracterizou como *“uma parte chata da matemática”*, sem justificar o porquê.

Das respostas dadas, três docentes colocaram que *“a álgebra está presente em todo conteúdo matemático... com ela você pode calcular a área de um terreno, o valor dele”*; *“a álgebra ocupa lugar de distinção no currículo, representando para os alunos o fechamento de anos de estudo de aritmética e o início de outros ramos da matemática”*; *“usando álgebra, podemos resolver problemas, expressar fatos aritméticos (números), geométricos (formas) e ciências em geral, trabalhamos com letras que representam números, isso acontece nas fórmulas e equações”*, reforçando, assim, a sua utilidade, enquanto que nove expressaram dificuldades em sua aprendizagem: *“... alunos sentem dificuldade em traduzir para a linguagem algébrica, mostrar que estas letras indicam variáveis, ou seja, um número qualquer”*; *“... só conseguem aprender... por meio de uma grande quantidade de exercícios, uma tarefa quase mecânica”*. Assim, a caracterização que os professores apresentaram sobre a álgebra relativamente a outras áreas da matemática diz respeito à dificuldade de aprendizagem imposta aos alunos pelo nível de abstração e aspectos sobre sua natureza.

Questão 2: Como você vê a distribuição dos conteúdos da álgebra nos currículos oficiais? Como seleciona os conteúdos do programa de matemática no tocante à álgebra?

Questão 3: O ensino da álgebra deveria ser iniciado no tempo que está indicado nos currículos? Justifique.

Colocamos as questões 2 e 3 juntas devido ao fato das mesmas versarem sobre os conteúdos de álgebra, sua distribuição, de acordo com os currículos oficiais e a forma de serem selecionados, além do momento do seu início. Com estas questões tínhamos como objetivo ver se o professor concordava com a distribuição dos conteúdos de álgebra no ensino fundamental, sua apresentação, se poderia ser iniciada mais cedo bem como, na situação ideal dele ser o responsável pela seleção de conteúdos, queríamos saber quais seriam as suas preocupações ao escolhê-los.

Pudemos observar, sobre a questão 2, que seis deixaram claro que concordavam na forma como estavam distribuídos, como mostraram as seguintes respostas:

- *“... selecionados de forma clara, cabendo ao professor adaptá-los à nossa realidade... principalmente a necessidade do aluno”;*
- *“Sim, porque há pré-requisitos necessários”;*

- *“Acho que sim. Nunca ouvi alguém que se posicione contra e mostrasse uma outra proposta que tivesse uma outra colocação”.*

Dentre aqueles que não concordavam com a distribuição, as justificativas foram desde a má distribuição dos conteúdos, sem considerar o desenvolvimento cognitivo do aluno, até a alteração nas estratégias e que os conteúdos de álgebra deveriam ser iniciados mais cedo, desde as séries iniciais. Eis o que colocaram:

- *“O pensamento algébrico pode ser desenvolvido gradativamente a partir das séries iniciais, antes da linguagem simbólica. A introdução da linguagem simbólica dar-se-á gradativamente, sendo ela um instrumento facilitador na simplificação de cálculos, possibilitando as operações com variáveis”;*
- *“... a álgebra ... o seu ensino deveria ser iniciado lá nas séries iniciais.”*

Quanto à seleção dos conteúdos, sabemos que via de regra, não é feita pelo professor. A maioria das escolas apresenta um programa pronto, cabendo ao professor apenas segui-lo. Assim, de acordo com as respostas, tivemos os que se preocupavam com os alunos quando colocaram, por exemplo:

- *“seleciono de acordo com o grau de dificuldade e necessidade”;*

Os respondentes foram quase unânimes em colocar e expressar que a álgebra é importante para o ser humano, que está presente no dia-a-dia, que leva o aluno a pensar, raciocinar, deduzir e concluir, desenvolvendo a capacidade de fazer abstrações e generalizações. Apenas um colocou que não há interferência direta na vida do aluno e que não tem nenhuma relação direta com a álgebra e um outro que não vê importância pela dificuldade de ensiná-la.

Algumas respostas colocaram a álgebra como uma parte da matemática que ajuda a desenvolver certas habilidades nos alunos e a fazer cálculos. Em nossa experiência observamos que se os alunos, em sua maioria, sentem muitas dificuldades com a sua aprendizagem, isso não deveria ser constatado, já que ela é tão importante. Talvez essa seja a visão particular de cada professor, sem considerar a aprendizagem do aluno, suas manifestações em sala, apenas considerando a sua visão, a sua idéia, a sua concepção sobre a álgebra. Expressando-se assim, a maioria mostrou ter uma ótima relação com a álgebra, pois é um conhecimento que ajuda a estabelecer relações com o cotidiano dos alunos e deles mesmos, que atua na sua realidade e que é de fundamental importância na vida do ser humano. Entre estas respostas podemos citar:

- *“A álgebra está presente no dia-a-dia ... o aluno faz uso de forma “gostosa”, brincando e deixando de lado o medo da matemática”;*

- *“O conhecimento algébrico busca o desenvolvimento intelectual dos alunos, promovendo sua autonomia, incentivando estratégias variadas de resolução de problemas, estimulando a argumentação”;*
- *“... permite ao aluno pensar genericamente, perceber regularidade e explicá-las matematicamente.*

Percebemos, pelas respostas, que os professores, em geral, destacaram a relevância da álgebra no desenvolvimento das potencialidades dos alunos sendo de fundamental importância que o professor apresente uma metodologia que desenvolva o poder de interpretação dos mesmos na resolução de problemas práticos. E, é interessante notar ainda que, alguns professores colocaram a importância da álgebra no sentido de resolver os problemas práticos. É como se a importância da álgebra fosse relacionada com as aplicações na vida real.

Questão 6: Qual o significado que o ensino de álgebra possui para o aluno na sala de aula? Justifique.

Observamos que a álgebra não parece ter significado para os alunos, pois eles a estudam para fazer as avaliações, sem saber o seu real significado. Com esta questão tínhamos o objetivo de buscar a opinião do professor quanto a esse fato, que leva, tanto docentes quanto alunos à desmotivação e ao desinteresse, e com isso à não-aprendizagem.

Nas respostas observamos uma contradição em relação às questões anteriores, pois a maioria colocou que não possui significado para o aluno, comprovando nossa análise anterior. Vejamos algumas dessas falas:

- *“Não. Sua abstração além de ser de difícil compreensão, os problemas propostos estão distantes de sua realidade”;*
- *“... é difícil ao aluno conseguir traduzir as expressões algébricas para a linguagem matemática ... com isso perde o sentido de estar estudando álgebra”;*
- *“Não, pois é ensinado de forma abstrata sem conexão com a vida do aluno”.*

Dentre aqueles que consideraram significativo o ensino da álgebra, destacamos as respostas que nos chamaram a atenção, devido ao fato de nele abordarem a resolução de problemas:

- *“De posse desta ferramenta o aluno, irá simultaneamente, resolver novos problemas e rever processos já estudados”;*
- *“Sim, pois ajuda na resolução de diversos problemas que aparecem diariamente na vida de cada um tomando estas situações-problema interessantes e desafiadores”.*

Temos ainda os que expressaram sua opinião sobre a aprendizagem da álgebra: *“O resultado em termos de aprendizagem ... é bastante fraco, a álgebra é uma disciplina fria e técnica”*.

Questão 7: Você emprega contribuições de outras áreas do conhecimento no ensino da álgebra? Se o faz, explique de que forma. Se não, por que acha impraticável?

Com esta questão pretendíamos verificar como o professor se posiciona frente às possíveis aplicações e relações da álgebra com as outras áreas da matemática.

Pelas respostas, a maioria (nove professores) empregava contribuições de outras áreas no ensino da álgebra, como as que fazem uso das fórmulas algébricas em artes, quando confeccionam objetos e trabalham sua forma geométrica, calculam sua área, perímetro, e na língua portuguesa quando traduzem expressões para a linguagem algébrica. Além dessas disciplinas, pudemos notar nas respostas que os problemas das atividades de aprendizagem são feitos com base em situações-problema do cotidiano dos alunos, como por exemplo: *“através da resolução de problemas vinculados a diversos campos da atividade profissional, como: no comércio, nas atividades bancárias, nas medições*

feitas por pedreiros, carpinteiros, na análise e interpretação de dados sobre população de cidades, estados e países...”.

Quanto aos demais sujeitos, quatro declararam não empregar contribuições de outras áreas, justificando sentirem dificuldades para realizarem estas atividades ou que não sabem como fazê-lo, e somente um não escreveu nada.

Questão 8: Descreva detalhadamente uma seqüência didática para um conteúdo de álgebra.

Elaboramos esta questão com o objetivo de verificar como o professor desenvolve um conteúdo de álgebra com seus alunos, ou seja, os passos seguidos para a apresentação de um determinado conteúdo. Nosso foco aqui não foi saber quais os passos seqüenciais de uma aula, mas quanto à observação ou não por parte do professor em relação às dificuldades existentes na passagem da aritmética para a álgebra, a transposição entre estas áreas, e por meio de metodologia empregada observar quais as suas preocupações ao trabalhar um conteúdo de álgebra.

Como colocado em capítulos anteriores, esta passagem já foi objeto de estudo de pesquisadores que afirmam as dificuldades dos alunos em transcorrerem esta barreira.

A maioria (nove professores) fez a exposição de um conteúdo, os passos que seguiriam para dar a aula, sem abordarem a questão metodológica, ou as dificuldades que os alunos apresentam para assimilá-lo. Dois colocaram que iniciam com um problema prático, deixam os alunos responderem e depois estudam as respostas com os mesmos, fazendo relação com conteúdos estudados. Apenas três não responderam a esta questão.

Demonstraram, na maioria, uma postura tradicionalista, onde ao escolher o conteúdo a ensinar utilizam a técnica da aula expositiva em que o professor é o centro das atenções, motiva os alunos, faz a apresentação teórica, relaciona o conteúdo com outros, já estudados, e dá exemplos de aplicações, em exercícios. As aulas, pelo visto, no geral são expositivas e alguns desses professores tentam despertar o interesse dos alunos apresentando um problema real que será equacionado a partir do conteúdo que irá abordar naquela aula. Outros iniciam a aula com a exposição da teoria, pelo exposto no livro, formalizada ou não. Não foi detectado se o professor se preocupa com a dificuldade na transposição da aritmética para a álgebra, nem ao menos a diferença de linguagem utilizada.

Questão 9: Você tem alguma dificuldade quanto ao ensino dos conteúdos relacionados à álgebra? Quais os principais problemas que você encontra no ensino da álgebra?

Sabemos que a álgebra é um conteúdo árido para muitos professores, por ser chato e difícil para o aluno, pois é abstrato e pouco prático. Queríamos ver a manifestação do professor, que metodologia utiliza em sala de aula para desenvolver um conteúdo algébrico, para revelar aspectos de sua concepção em relação à linguagem algébrica e em relação ao seu ensino. Devido às dificuldades apresentadas para esse ensino, com sua forma abstrata, os professores se vêem sem os seus objetivos atingidos, os alunos em dificuldade de aprendizagem e eles de passarem os conteúdos de forma satisfatória.

Dos respondentes, seis disseram não sentir dificuldade quanto ao ensino dos conteúdos da álgebra, mas quanto à metodologia adequada a ser utilizada. Os demais colocaram que sim, mas as dificuldades são basicamente as mesmas dos que colocaram o contrário. Observa-se que é geral, a dificuldade metodológica para desenvolver em aula estes conteúdos devido ao seu caráter abstrato e generalizado. Os professores não demonstraram conhecimento em relação a novas formas de desenvolver estes conteúdos de forma significativa para seus alunos.

Questão 10: Na sua opinião, o que é aprender? Como o seu aluno demonstra que aprendeu os conteúdos da álgebra?

Esta questão foi feita com a preocupação de entender as concepções de aprendizagem sustentadas pelo professor, e em verificar se há coerência entre essas concepções e as formas de avaliar seus alunos, separando o que é aprender, de como aprenderam.

Relacionado ao que é aprender, selecionamos entre os sujeitos, um grupo de sete professores que usam expressões que caracterizam as suas opiniões a respeito como, *“ter conhecimento”, “entender e compreender”, “interpretar, produzir significados, analisar”* um determinado assunto novo. Outros quatro professores colocaram *“comparar a situações problema...”*, *“entender o que foi passado”, “saber analisar ”* e *“apropriar-se dos conhecimentos”* para aplicá-los no seu dia-a-dia, na vida prática. Dentre as respostas que nos chamaram a atenção, encontra-se a do sujeito que retratou melhor a sua opinião *“a aprendizagem não ocorre apenas quando se apresenta um conteúdo de forma organizada, nem mesmo quando os alunos repetem os modelos estudados; ela é somente completa pela reflexão do aluno em face das várias situações que envolvem uma mesma idéia”*. De todos os professores apenas um não respondeu a esta parte da questão.

No que se refere à forma como o aluno demonstra ter aprendido dos dez professores que responderam, cinco colocaram quando *“solucionam os problemas apresentados”, “quando participam das atividades com entusiasmo e interesse”,*

“quando fazem perguntas com segurança” e “quando utilizam as informações matemáticas no dia-a-dia”.

Pela análise desta questão, consideramos que o professor que concebe a álgebra como um corpo estático e unificado de conhecimentos, em geral, acredita que o aluno aprende passivamente, pelo acúmulo das informações transmitidas em sala. Já aqueles que acreditam no caráter utilitário da álgebra, parecem pensar que o aluno aprende através da repetição de exercícios-padrão, obtendo o domínio da técnica do conteúdo.

Podemos concluir, depois da análise de cada questão, que de forma geral, os respondentes acham esta parte da matemática, a linguagem algébrica, complicada e de difícil acesso para o aluno. Isso dificulta a aprendizagem dos mesmos e o seu trabalho, apesar de procurarem mostrar a sua aplicabilidade, apresentando problemas práticos e de selecionarem os conteúdos de acordo com as dificuldades e necessidades dos alunos.

IV.2. QUESTIONANDO QUEM APRENDE

Observamos que tradicionalmente o ensino da álgebra tem início na sexta série, momento em que as letras são apresentadas aos alunos como substitutas de números, surgindo assim uma nova linguagem que tentará traduzir em

símbolos matemáticos o que lhes é apresentado. As entrevistadas, a exemplo de Gama e Sigma, colocaram isso como o uso da linguagem corrente para a linguagem matemática. Podemos, para ilustrar a colocação das mesmas, usar exemplos que mostram como supomos que isso seja feito: 1) o triplo de um número: $(3x)$; 2) a idade que Maria tinha há 11 anos: $(x - 11)$; 3) a soma de dois números é 37: $(x + y = 37)$.

A maioria dos alunos apresenta dificuldades na tradução de uma linguagem para outra, o que pode ser justificado por uma *“visível falta de rigor”*, para essa relação, que *“pode refletir uma desatenção nas aulas de matemática às afirmações verbais corretas e precisas das idéias”* que a álgebra apresenta na matemática (Booth, 1995, p. 30).

Podemos observar que o trabalho do ensino da álgebra na sexta série é dirigido às equações, onde as letras são apreendidas como um valor numérico que é desconhecido apenas num determinado momento para ser determinado após se fazer alguns cálculos. Já na sétima série, o enfoque dado a estas letras é outro, onde o aluno passará a utilizar as regras da álgebra, com a utilização dos símbolos algébricos, ou seja, as letras e os sinais da aritmética, que são velhos conhecidos dos alunos. Esta se mostra a série em que apresentam maiores dificuldades, devido à abstração e a extensão do currículo oficial, apresentada nesta área da matemática, a álgebra. O conteúdo desta série será aplicado nas

séries seguintes, mas este distanciamento faz com que o aluno muitas vezes não veja significado em aprender tantas regras de manipulação. O que poderá desencadear numa idéia de que a álgebra não serve para nada, resultando na simples memorização e numa baixa aprendizagem.

Já na oitava série é retomado o trabalho com as incógnitas em equações literais, até chegarem à idéia de função. Nessa série o aluno vê a idéia de variável como substituta de vários possíveis valores de uma grandeza relacionada à outra.

Com o questionário discente queríamos subsidiar as entrevistas com as quatro docentes que se propuseram a fazer parte dessa pesquisa. Queríamos que os alunos expressassem suas idéias a respeito da álgebra, como diferenciavam variável das outras idéias que as letras apresentavam, quais sejam, como incógnita e como parâmetro.

Os questionários discentes foram respondidos por cinco alunos de cada um dos docentes que foram entrevistados e escolhidos pelos próprios docentes. A faixa etária dos respondentes está entre 13 e 18 anos, com a maioria em torno de 14 anos. Todos estão cursando a 8ª série do ensino fundamental

IV.2.1. TRANSCREVENDO E ANALISANDO

Questão 1: O que você entende por álgebra?

O ensino da álgebra, como já foi exposto anteriormente, apresenta-se como uma grande dificuldade dos alunos. Pretendíamos com esta questão verificar o grau de entendimento do discente sobre a álgebra. Observamos que quase todos os discentes colocaram que a álgebra é o cálculo que envolve operações matemáticas com letras e números para obter valores desconhecidos. Apenas um estudante deu uma resposta mais completa, no nosso entendimento: *“á álgebra é o ramo da matemática que estuda as quantidades e suas relações por meio de símbolos”*. Tivemos um outro que colocou *“é uma expressão em que um ou mais valores dados podem ser qualquer uma das letras do alfabeto, ou seja, o valor é desconhecido, mas mesmo assim é possível encontrar o seu verdadeiro valor após a resolução”*.

Podemos notar, que genericamente, todos os discentes têm a idéia da álgebra como a parte da matemática que envolve números e letras. O que justifica o que já colocamos anteriormente, mas que não a caracteriza completamente. Para Falcão (1992), a álgebra é um conjunto de procedimentos que servem para representar e resolver certos problemas da matemática que só com a aritmética não se resolveria. Mas que a passagem de uma para a outra traz muitos

desconfortos e problemas para o aluno em geral, chega a colocar como um obstáculo para o aluno em sua aprendizagem. Talvez, pelo fato de trabalhar apenas com os números, o aluno ache que a aritmética é mais fácil. Mas ele precisa compreender as propriedades aritméticas básicas importantes para a aprendizagem da álgebra, como, por exemplo: compreender a ordem das operações é essencial para achar o valor numérico de expressões algébricas, pois uma está relacionada à outra.

Questão 2: O que é variável?

Questão 3: Quais dos itens abaixo fazem parte da linguagem algébrica?

a) () $4 + x = 9$ e $4 + \square = 9$

b) () $8 + \underline{\quad} = 21$ e $8 + ? = 21$

c) () $ax^2 + bx + c = 0$

d) () $\{ x \in R / x \leq 17 \}$

e) () $(w + z)^2$

f) () $S_n = 2 + 4 + 6 + 8 + \dots + 2n$

g) () $(6 + 3)^2$

h) *Qual é o número que adicionando-se 5 ao seu triplo dá como soma o valor 38?*

Por se tratarem de questões que se complementam, analisaremos conjuntamente. A maioria dos discentes considera a variável como uma letra que

representa um número desconhecido. Apenas um aluno colocou que é um termo que pode variar e um outro que colocou que são as letras da expressão algébrica. Os que justificaram a terceira questão, apenas confirmaram a resposta dada na segunda questão. Doze dos alunos não justificaram as suas respostas. O item c e o item e foram os mais assinalados, comprovando que, como já haviam colocado, se aparecer uma letra significa que faz parte da álgebra. Os itens q e b foram colocados propositadamente, pois, a nosso ver, também caracterizam um termo desconhecido, mas, como substituímos por uma letra por um quadrado e uma interrogação, para eles houve diferença.

Isso mostra que a álgebra é apresentada por eles de uma forma bastante simples, sem as funções que apresenta. Mas que ao mesmo tempo, não deixa de ser a forma de identificarem-na, como uma aritmética generalizada (Usiskin, 1995), pois foram categóricos ao afirmarem que são letras representando números, ou seja, as operações que já resolviam na aritmética seriam agora resolvidas de forma a usarem, além dos números, também as letras. Apenas o item h que representava um problema algébrico não foi assinalado, mas teve unanimidade em ser resolvido pelos discentes.

Segundo Booth (1995, p. 30)

Uma das diferenças mais flagrantes entre aritmética e álgebra é, obviamente, a utilização, nesta última, de letras para indicar

valores. As letras também aparecem em aritmética, mas de maneira bastante diferente. A letra m , por exemplo, pode ser utilizada em aritmética para representar “metros”, mas não para representar o *número* de metros, como em álgebra.

Em aritmética, os símbolos que representam quantidades sempre significam valores únicos. Em álgebra isso nem sempre acontece, pois as letras podem representar valores genéricos ou variáveis. Observamos que para os discentes, conteúdos onde aparecem letras, com expressões que precisam ser resolvidas, são mais identificados como de linguagem algébrica.

Questão 4: Você gosta mais de álgebra ou geometria? Por quê?

Questão 5: Você aprende melhor álgebra ou geometria?

Pretendíamos com estas perguntas verificar se a dificuldade de aprendizagem dos discentes seria influência para que gostassem ou não dessa área da matemática, pois o desempenho dos alunos, principalmente na sétima série, é caracterizado pelos docentes como fraco e que apresentam dificuldades no ensino da álgebra. Isso pode ser comprovado pelos depoimentos das entrevistadas nessa pesquisa, mas, a maioria dos discentes colocou que gosta mais e aprende melhor álgebra. Dentre as justificativas para isso podemos citar *“porque faz a pessoa pensar na solução”*; *“porque através dela podemos fazer vários problemas como (produtos notáveis, equações do 2º grau e muito mais)”*; *porque geometria é mais complicado, álgebra é mais lógico*; *“pois usa mais o*

raciocínio”, entre outras. Estas respostas comprovarão, na análise das entrevistas, o que os seus docentes disseram.

Questão 6: Dentre os conteúdos de álgebra que você estudou:

- a) *Qual gostou mais?*
- b) *Qual gostou menos?*
- c) *Tem algum que não serve para nada? Por quê?*

Essa questão foi elaborada no sentido de verificar o interesse dos discentes pelos conteúdos algébricos e se fazem uso dos mesmos. A equação do segundo grau foi a mais indicada como o conteúdo que mais gostam, 50% dos alunos, seguido de fatoração, 20% e produtos notáveis, 15%. Isso pode ser justificado pelo fato de estarem no momento, oitava série, estudando este conteúdo. Os demais, cálculo de área, expressão algébrica e trinômio, tiveram 5% cada um.

Dentre aqueles que menos gostam, se destaca polinômio com 30%, seguido de equação do 2º grau e produtos notáveis com 25% cada um. Fatoração teve 10%, semelhança e fórmulas 5% cada. Apenas uma discente disse gostar de todos os assuntos de álgebra. Quatro dos estudantes colocaram que produtos notáveis não servem para nada, pois *“ainda não vi utilidade”*; *“porque é difícil de entender”*; *“porque não ronda o nosso dia-a-dia”*; *“porque são equações que você não pratica diariamente”*. Os demais alunos colocaram que todos os assuntos são importantes,

considerando a utilidade dos mesmos ou que utilizarão no futuro, servindo para facilitar as suas vidas.

Questão 7: Quais as dificuldades que encontra no estudo da álgebra, na série que está cursando?

Como podemos observar, as respostas dadas até agora envolvem conteúdos das três últimas séries do ensino fundamental II. Queríamos com esta questão observar se esta distribuição de conteúdos tem significado para o aluno, ou se ele identifica qual conteúdo é de que série. Pudemos verificar que a maioria das respostas apontou a dificuldade em fazer interpretação nos problemas de álgebra, capacidade de entender e passar o problema para uma expressão que pudesse ser resolvida. Três dos alunos disseram não sentir dificuldades no estudo da álgebra e apenas um discente colocou *“polinômio e trinômio”* como resposta, e que não é conteúdo de 8ª série, mostrando que, mesmo já tendo passado anos de estudo, eles ainda têm noção, lembrança de quais conteúdos estudaram, que fazem parte da álgebra. As demais dificuldades foram apresentadas a exemplo de *“troca de sinais, raízes de equações, valor do discriminante”*, entre outros.

Se levarmos em conta a utilidade da álgebra, apresentada pelos docentes entrevistados, as dificuldades apresentadas pelos discentes, mostram exatamente na questão da resolução de problemas, vindo a confirmar o que eles colocaram.

Questão 8: Você usa na vida diária alguma coisa que tenha relação com os conteúdos algébricos estudados na escola? E nos problemas práticos?

Queríamos verificar com esta questão se a utilidade dos conteúdos estudados é apresentada aos alunos, o que seria confirmado ou não pelos docentes. Podemos averiguar que 85% dos discentes disseram usar na vida diária os conteúdos da álgebra e exemplificaram assim: *“quando vou ao supermercado, quando preciso pagar as contas”; “... para saber o aumento de produtos e mercadorias”; “... para calcular áreas, resolver desafios...”; “para saber a idade ou o ano em que alguém nasceu, a área ou distância de algum espaço...”* dentre outras.

As respostas confirmam as colocações dos docentes quando dizem procurar fazer relação com a vida diária de seus alunos e ao usarem problemas práticos, que envolvam questões que eles vivenciam. Apenas três alunos disseram não usarem os conteúdos da álgebra, sendo que uma disse que *“certamente no futuro eu usarei a álgebra para várias coisas...”*.

Questão 9: O que significam as letras nos conteúdos que você estuda?

Observa-se que no ensino da álgebra as letras é que caracterizam o seu início no ensino fundamental. Esta letra poderá ter a função de: variável como incógnita, ou seja, como valores desconhecidos, enfatizando a resposta e a técnica

de resolução de equações e sistemas de equações; variável como variável mesmo, ou seja, aqui elas “variam” e espera-se que o aluno relacione quantidades.

Pelas respostas apresentadas, verificamos que 80% dos discentes responderam que as letras são números desconhecidos, ou seja, apenas vêem a letra como incógnita, onde irão resolver o problema apresentado e determinarem o “valor desconhecido”. 10% disseram que as letras são o símbolo da álgebra e 10% colocaram que as letras são variáveis, mas não explicaram nada, podemos deduzir, ou não, que talvez estivessem querendo fazer a relação da letra como aquela que varia.

Observamos que pouca, ou quase nenhuma, relação da variável como variação de grandezas é enfatizado em sala de aula, fazendo com que o aluno apenas registre e veja a álgebra como para resolver problemas, e com isso esqueça a sua função principal, qual seja, comunicar idéias gerais envolvendo vários possíveis valores numéricos. Assim, concordamos com Usiskin (1995) e Booth (1995), de que a álgebra deveria ser apresentada inicialmente através da relação entre grandezas, ou seja, a partir da idéia de função, onde o conceito de variável é absolutamente natural. Segundo Usiskin (1995, p. 12) *“as variáveis comportam muitas definições, conotações e símbolos. Tentar enquadrar a idéia de variável numa única concepção implica uma supersimplificação que, por sua vez, distorce os objetos da álgebra”*. Pudemos observar, pelas respostas dadas pelos

discentes, que muito pouco uso se faz, em sala de aula, da variável como variável propriamente dita, pois como incógnita, a variável “*não varia*”, ela é um valor numérico momentaneamente desconhecido e único. Só ao apresentarmos a idéia de função é que a variável terá a sua força, isto é, será apresentada como substituta de vários possíveis valores de uma grandeza relacionada com outra.

Precisa haver uma preocupação com a ligação entre estes aspectos e com sua contextualização para que não seja ignorado a formação da idéia básica da álgebra que é o conceito de variável em suas múltiplas formas: incógnita, parâmetro e variável propriamente dita.

IV.3. A LINGUAGEM ALGÉBRICA EM EVIDÊNCIA

As entrevistas foram feitas individualmente de acordo com as disponibilidades dos participantes, em horário e local, pré-determinados. No início os professores mostraram-se tensos, o que foi superado com o desenrolar da entrevista. No primeiro contato, antes das entrevistas, tivemos uma conversa informal com os devidos esclarecimentos e explicações das intenções e objetivos da pesquisa. As entrevistas foram semi-estruturadas a partir de um esquema e gravadas em fitas de áudio com a concordância das participantes, para facilitar o acompanhamento de suas falas e não interromper o fluxo de suas idéias. As professoras foram alertadas de que o acesso às fitas é de uso restrito da pesquisa

garantindo a inviolabilidade das explicações, opiniões e considerações das mesmas. A duração média de cada entrevista foi de vinte a trinta minutos.

Participaram da entrevista apenas professoras, justificando por constituírem 92,3% do corpo docente das escolas. A utilização do termo entrevistada é generalizada a partir das informações apresentadas, evitando uma caracterização individual que permitisse uma identificação das mesmas. Uma vez se tratando de uma pesquisa na área de matemática, a álgebra, utilizamos letras do alfabeto grego (Alfa, Beta, Gama e Sigma), por fazer parte deste universo, para a identificação das entrevistadas.

A faixa etária das entrevistadas está entre 34 e 45 anos, com a maioria na faixa dos 38 anos. Quanto à formação acadêmica das mesmas, três tem Curso de Licenciatura em Ciências com Habilitação em Matemática, sendo que uma tem Pós-Graduação em Matemática, uma está concluindo e uma tem pós em outra área. Apenas uma das entrevistadas está concluindo este ano o Curso de Licenciatura em Matemática.

A experiência docente das professoras varia entre 10 e 21 anos, ficando a maioria dentro dos 15 anos de atividades no magistério em ensino fundamental e médio, uma em escolas públicas e particulares e três apenas em escola pública.

Das quatro entrevistadas, apenas uma já teve experiência em ensino de 3º grau, como professora substituta.

As entrevistadas trabalham em regime de quarenta horas semanais, onde uma desenvolve suas atividades no ensino fundamental e médio e três apenas no ensino fundamental. Em relação à experiência com matemática, Alfa é quem tem um maior tempo, cerca de 21 anos apenas dedicado a esta disciplina; Beta tem aproximadamente 16 anos, Gama tem em média 13 anos e Sigma é que tem menos tempo, apenas 5 anos.

Realizadas em dias diferentes, as entrevistas foram feitas nas referidas escolas das entrevistadas. Apenas uma é que foi feita na própria casa da entrevistada, por opção dela. Elas agradeceram a oportunidade de falarem sobre essa área da matemática e o seu ensino, enfatizando a necessidade de serem feitas mais discussões nesse sentido. Percebemos pelas colocações que falta espaço e momento dentro das escolas para os debates sobre matemática, as angústias e dificuldades que sentem e principalmente sobre problemas de aprendizagem dos alunos. Como descrevemos acima, no início da entrevista as professoras aparentavam nervosismo, traduzido na insegurança em dar as respostas, mas depois parecem ter se tranqüilizado e se mostraram mais à vontade para os esclarecimentos necessários à entrevista.

IV.3.1 NA VOZ DE ALFA

Ao iniciar a nossa conversa, Alfa comentou que já ensinou matemática em todas as séries de ensino fundamental e médio. Atualmente ensina de 7^a ao 3^o ano do ensino médio. Então perguntamos a Alfa, enquanto professora de matemática, como ela via a natureza da álgebra, como ela distinguia essa parte da matemática. E ela responde colocando que a álgebra pode ser usada em todos os conteúdos e que *“... na verdade, facilita o nosso raciocínio... então pra mim ela está direcionada em todos os conteúdos”*.

Quanto à forma como a álgebra é apresentada nos currículos oficiais, Alfa não concorda e diz que poderia ser iniciado mais cedo, desde o uso do valor do quadradinho, que é mais explorado nas séries iniciais, pois já aí a álgebra se faz presente, mesmo que de uma forma mais sutil, sem muita exploração.

Alfa também mencionou as contribuições da álgebra para a vida prática do aluno, para ilustrar o fato de que muitas vezes um determinado conteúdo extremamente abstrato, como é a álgebra, pode ser usado no dia-a-dia:

Pelos exemplos que eles citam... exemplos do cotidiano deles ... eu vejo a álgebra observando quando meu pai está enchendo por exemplo um tanque, um poço... eu estou vendo aqueles números pra calcular ... Quando fala em material de construção, essas coisas assim eles têm afinidade, aí eles não vêem a matemática com dificuldade.

Perguntada sobre a importância da álgebra, Alfa é enfática quando diz que é muito importante o ensino-aprendizagem da álgebra uma vez que o aluno além de *“encontrar álgebra em tudo”* passa a ter um raciocínio muito mais rápido, pois *“... na verdade, ela facilita o nosso raciocínio ... neste momento, percebermos a aplicação da matemática. Além de ajudar a resolver os problemas do dia-a-dia”*.

Sendo assim, ela acha que é importante e fundamental para o aluno aprender num curso de álgebra as equações para depois trabalhar com polinômios, produtos notáveis, fatoração. Esse, na sua opinião, seria o pré-requisito para que tivessem uma boa aprendizagem. Justifica essa escolha colocando que as equações estão presentes em tudo, *“ ... a ‘equação é o idioma da álgebra’ como disse Oscar Guelle⁶”*.

Alfa avalia a aprendizagem de seus alunos com base no que é prático e de utilidade para ensinar em álgebra, observando se aprenderam, através de exemplos dados por eles mesmos, do seu cotidiano:

... quando eu usava só o triângulo, né, pra eles usarem a álgebra ali, eles não tinham tanta facilidade, mas quando eu botava um rio, ou uma escada, ou um monte, essas questões, a maioria deles acertava.

⁶ Oscar Guelle é um matemático brasileiro que escreveu o livro: *Equações o idioma da álgebra*. São Paulo: Editora Ática, 1999

Além disso, Alfa também critica essa única forma de se avaliar, ou seja, pela avaliação escrita, pois

Na prática o aluno tem facilidade em matemática, mas quando eu vejo a prova escrita, é uma negação...Então é a época da gente repensar a matemática, será que só a avaliação escrita é válida? Será que a gente pode reprovar um aluno que é tão bom no seu raciocínio lógico, só por causa da escrita...?

Nas suas aulas, Alfa ressalta para seus alunos que a álgebra está no cotidiano deles, o que faz com que vejam esta parte da matemática como algo gostoso de se aprender, por suas aplicações. Ela também faz observação sobre a forma de tornar mais fácil a superação das dificuldades que seus alunos sentem ao estudar álgebra, e declara: *“eu vou forçando, eu dou exemplos reais, vou trabalhando principalmente com velocidade e tempo que é o que eles gostam”*. Alfa fala também sobre o desinteresse dos alunos pelo estudo, e do quanto isso exige dela enquanto professora, para que possa estimulá-los a mudar de atitude, conforme reforçado em sua entrevista:

... falando de área, por exemplo eu estou dizendo pense na área de sua casa, de seu quarto... tento seguir essa linha que ajude ele a raciocinar porque eu mesma estou sentindo muita dificuldade é com relação aos meninos, porque está ... como é que se diz... é o interesse... o aluno não está muito interessado. Então a gente tem que modificar mesmo, é chegar na linha deles... então eu fico trabalhando muito em cima de projetos. Já que o livro também está me ajudando, para ver se consigo mudar a atitude, mudar é... esse desinteresse.

Alfa demonstra não sentir dificuldades ao trabalhar com a álgebra. Agora em relação às dificuldades de seus alunos, ela coloca que:

É o raciocínio, pra eles formarem por exemplo, uma função, uma lei da função. Né uma equação em si... Eles tem tudo, mas... eles param um pouco só nessa hora. Na hora dos cálculos eles fazem perfeito, se você dá a lei, dá os dados, eles fazem perfeitamente, mas na hora do raciocínio, para generalizar... eu acho que eles sentem dificuldade nessa hora.

Comparando a sua prática pedagógica no início de sua carreira com a de hoje, Alfa percebe mudanças, uma vez que no início, enfatizava o cálculo mecânico, à repetição dos exercícios como forma de melhor aprendizagem, de fazer operação pela operação. Essas mudanças se deram principalmente depois que começou a cursar a Licenciatura em Matemática.

Foi realmente esse 3º grau. Porque eu aprendi e achava que era fácil pra mim na época... então... Agora eu fico desafiando eles... sei até dar aula sem precisar estar bitolada naquele papel. Jogo o desenho de uma figura e dali vejo o conteúdo ... todos os polinômios... a visão do professor muda não é, e como muda.

O trabalho de Alfa na matemática agora, diferenciado de como fazia antes, a está ajudando a perceber que o ensino era mecânico e pouco significativo para os alunos devido ao fato de não serem apresentados problemas práticos, do cotidiano para eles, como os que ela recebia de seus professores. Hoje ela procura desafiá-los para a resolução de problemas práticos, conforme o trecho abaixo:

Antes eu trabalhava só seguindo os livros, que eram diferentes, tinham só os conceitos e depois os exercícios. Hoje eu já uso as figuras ... faço essa relação...peço a eles pra recortarem retângulos de papel ... aí a gente vai trabalhando a área, perímetro. E eles ficam assim curiosos. ... estão fazendo a relação da álgebra com outras áreas e usando problemas práticos.

Concluindo a entrevista com Alfa, pudemos observar que a mesma procura, com seus alunos nas aulas, desafiá-los para a resolução de problemas práticos, para descoberta de desafios, mas que ainda se mostra um pouco insegura ao falar sobre a álgebra em si. Demonstra como se antes, talvez até de iniciar o 3º grau, ela não destacasse essa área da matemática. Só a partir daí, começou a dar importância maior.

IV.3.2. NA VOZ DE BETA

Inicialmente, perguntamos a Beta há quanto tempo ensinava matemática e ela nos respondeu que há dezesseis anos, mas que nem sempre ensinou exclusivamente matemática. Quando iniciou a licenciatura em matemática é que se dedicou somente a esta área.

Em relação à álgebra parece demonstrar satisfação ao desenvolver este conteúdo em sala de aula, mas ao mesmo tempo diz que há muita dificuldade por parte do aluno, pois *“tem muita abstração, demonstração, eles não querem*

fazer...”. E, para amenizar estas dificuldades escolhe os conteúdos de álgebra segundo

“ ... uma seqüência lógica ... do básico, principalmente aquelas equações, ver primeiro o que diz respeito ao genérico para poder começar ... precisam conhecer os símbolos, o significado dessa nova linguagem, a álgebra. É difícil, eu sei... é aquela dificuldade pelo novo, é... eles ficam assim ... parados”.

Percebemos que Beta se mostra preocupada com a introdução desse novo conteúdo e como professora de matemática, acredita que o ensino da álgebra deva ser precedido pelo estudo dos símbolos e dos significados da linguagem algébrica. Mas apenas a simbologia não diminuirá a dificuldade apresentada no início dessa linguagem, pois *“deve-se conceber a habilidade algébrica básica como algo que ultrapassa a pura manipulação de símbolos”* (House, 1995, p.5).

Também coloca que sente dificuldades de fazer o aluno entender, na hora das demonstrações *“porque é um pouco abstrata ... sinto dificuldade deles para aprender, para passar para eles de maneira mais clara, mais precisa”*.

Os alunos podem entender os conceitos básicos de álgebra quando esses são introduzidos através de cálculos numéricos e da resolução de problemas, pois o papel da álgebra é fazer o aluno aprender a generalizar aquelas situações práticas, poder encontrar uma forma de solucioná-las. E isso é feito pela álgebra, através de sua função de generalização (Usiskin, 1995). E, para trabalhar isso

com seus alunos Beta inicia os conteúdos da álgebra colocando frases em língua portuguesa para que sejam escritos na forma matemática, ou colocando problemas que envolvam a física e a estatística onde é necessário encontrar uma lei geral, uma lei pra sua formação, como no caso dos gráficos. Como exemplo cita...

...traduzir da linguagem do português para a linguagem matemática ... fiz esta semana num teste envolvendo estatística, problemas com gráficos pra eles tirarem dali a função. Quem é que está em função de que... determinar a lei da função pra fazer a leitura do gráfico, a lei geral. Eu uso muito probleminha mesmo pra eles colocarem a lei de formação.

Perguntamos a Beta sobre a razão de ensinar álgebra no ensino fundamental. Sua opinião é que o ensino da álgebra é realmente muito abstrato. Entretanto, afirmou que procura relacionar a álgebra à geometria, tomando o ensino mais visível e significativo para os alunos:

... A gente mudou pra trabalhar justamente envolvendo a álgebra nas áreas de geometria. Acho que fica mais visível para o aluno é ... a coisa do concreto. Sai um pouco só da letra pura. ... A geometria também é uma área que eles têm muita resistência né, misturando assim, intercalando uma com a outra ... eles assimilam melhor”.

Quanto ao início da álgebra nos currículos oficiais, Beta colocou que é na sexta série, mas que alguma coisa já se vê na quinta, sendo que na sua opinião poderia iniciar mais cedo, diminuindo assim as dificuldades que os alunos apresentam “... *iniciar bem antes pra já ir preparando ... não terem tanta*

dificuldade na abstração e na interpretação ... é, a gente dar o conteúdo com menos pressa". Para ela, "... a álgebra é a parte boa da matemática ... se o aluno não a aprende, como vai resolver os problemas do dia-a-dia que ele enfrenta".

Em outro momento, quando falava da dificuldade em fazer os alunos entenderem que um determinado conteúdo vai ser útil na vida deles e que precisam formar a equação para resolver o problema, Beta ainda expressou uma outra função sobre a natureza da álgebra, como um estudo de procedimentos para resolver certos problemas (Usiskin, 1995):

... muitos problemas você acha difícil resolver, mas quando parte pra generalizar e parte pra álgebra ... formando uma equação, rapidinho resolve ... que a função da álgebra é resolver os problemas que enfrentam, colocando na forma de uma equação, por isso é importante né? Eles precisam saber... usar as letras, trabalhar com elas.

Beta acha que trabalhando dessa forma fica mais fácil para os alunos perceberem que a linguagem algébrica tem um significado e que eles próprios podem perceber estes significados, dependendo do contexto do problema. E para ela, seu aluno aprende se não decorar, se entender as demonstrações com a seqüência lógica. Dessa forma desenvolve os conteúdos em sala de aula com problemas que envolvam situações do dia-a-dia, que irão utilizar:

" ... em equações do 2º grau mesmo, tem problemas que você vai construir uma área, uma casa, vai botar um piso, com equação do 2º grau você calcula tranquilo antes eu não

fazia, era só resolver as equações, não tinha muito essa visão de fazer voltada para o dia-a-dia, para utilizar, por exemplo, interpretação, outras áreas.

Perguntada sobre a reação de seu aluno ainda sobre a álgebra, Beta faz referência à aritmética, colocando que seu aluno acha os problemas aritméticos mais viáveis e pelo fato de terem número serem mais fáceis *“Porque eles não querem largar a aritmética não! Professora dê problema só com números que é melhor”*.

Perguntada sobre a sua metodologia, Beta explica que procura fazer uma sondagem com os alunos antes de iniciar o novo conteúdo, pra ver se já sabem alguma coisa, e reforça dizendo que os livros ajudam, pois trazem problemas interdisciplinares e assim ela pode fazer muita aplicação dos conteúdos que está explicando. E ainda sobre o livro didático ela diz estarem ajudando mais na questão da aprendizagem, vindo com menos exercícios como os que ela fazia antes, só de resolver e calcular. Na sua opinião, o livro antigo trazia uma grande quantidade de exercícios do mesmo tipo, para fixação, memorização, ao passo que nos livros atuais, as atividades são com o uso da resolução de problemas, com o uso da geometria, de forma a instigar os alunos a pensarem:

... vem com problema do dia-a-dia, e isso é muito bom...é tanto que esse livro de matemática, a parte de função, não tem aquele horror de calcule os zeros da função; resolva o estudo dos sinais. Ele traz assim uma maioria de problemas envolvendo tudo isso ... são justamente as aplicações práticas.

Essa fala aponta para uma preocupação que Beta tem ao propor atividades motivadoras e interessantes para seus alunos, envolvendo a teoria, mas ao mesmo tempo a aplicação desta teoria.

Perguntada ainda como avalia seus alunos, Beta colocou que *“assim no dia-a-dia, não só com testes e com provas, mas sempre estou olhando o desenvolvimento de cada um”*. Teve momentos que revelou uma grande preocupação com o fato dos alunos chegarem muito sem base nas séries mais adiantadas, por terem feito aceleração e isso prejudicar bastante o desenvolvimento e a aprendizagem desses alunos:

... se está aprendendo como é, porque tem muitos que realmente a gente vê que não tem um raciocínio lógico, não tem nada, não tem nem como avaliar ... não sabem interpretar nada, nada, nada....

Isso reflete um pouco a angústia de grande parte dos professores que enfrentam esse problema em sala de aula. Beta colocou também que, depois de concluído seu curso de graduação, sentiu que foi aperfeiçoando mais a sua prática pedagógica, a raciocinar com a lógica e que assim ficou mais fácil passar os conteúdos matemáticos. E que a dificuldade de ensinar álgebra é somente na hora das demonstrações, mas não em passar o conteúdo e sim em fazer os alunos aprenderem. Fazê-los interpretar e aceitar a abstração dessa área da matemática.

IV.3.3. NA VOZ DE GAMA

Iniciamos a entrevista com Gama, indagando sobre como ela se comporta enquanto professora de matemática em relação à álgebra, onde coloca que:

... é uma relação onde tenho procurado melhorar a cada dia tornando a álgebra mais significativa para o aluno, né. Esses conteúdos são trabalhados com jogos, com essa questão de montagem ... na vida mesmo prática mais do que em outra área da matemática ... onde está essa aplicabilidade da álgebra, mostrando sempre essa questão da sua importância.

Vemos, que Gama se mostra preocupada com a sua maneira de desenvolver os conteúdos algébricos no sentido em que demonstra procurar dar significados pra essa parte da matemática e, onde, de forma geral, diz que tem sentido mudanças na sua postura como professora, falando a exemplo de quando começou a ensinar “... *era uma coisa assim muito seca, muito fria a disciplina*”. Conforme suas colocações já sente a matemática mais presente na vida de seus alunos e faz questão de chamar a atenção sobre estes aspectos, pois segundo ela, “*alunos de escola pública ... muitas resoluções de álgebra, muitas equações eles conseguem resolver fora da escola e quando vai pra escola, no momento da aula, não conseguem*”. E diante disso, “*eu tenho procurado fazer muito essa relação escola/vida, vida/escola*”.

Gama de certa forma critica o ensino tradicional com o uso de exercícios mecânicos porque:

... chega a um ponto que se você der tudo pronto, conceitos prontos, exercícios siga o modo de fazer... modelos ... então o aluno fica bitolado a nunca saber pensar. Ele vai resolver aquela questão, mas se você mudar uma vírgula ele é incapaz de saber resolvê-la.

Enfatiza essa colocação quando diz que faz uso de oficinas e projetos em cima da álgebra citando como exemplos jogos, contagem de pontos e ida ao supermercado, *"essas coisas que eu acho que chama a atenção do aluno"*.

Conforme reforça em sua fala, Gama vê possibilidades de fazer relações da álgebra com outras áreas do conhecimento, mas coloca que ainda sente dificuldades de convencer o aluno quanto a isso, de fazer associações, de mostrar a aplicabilidade dos conteúdos. E cita como exemplo, *"um problema que tenha uma relação com a geografia dentro do conteúdo da álgebra, ... uma equação, uma regra de três. O aluno diz: agora a senhora tá dando aula de geografia, tá falando de densidade demográfica, de população?"* Para Gama, fazer essa ponte, essa relação entre as disciplinas ainda é vista com rejeição pelo aluno.

Perguntada sobre as dificuldades que o aluno apresenta para aprender álgebra, ela coloca que

... tem esse impacto de misturar a letra com o número, número com a letra. Estavam acostumados só com os números, problemas envolvendo números. A aritmética mesmo... Agora não, é... é tudo misturado, e eles não vêem na letra um verdadeiro número... Inicialmente a álgebra deve ser bem trabalhada... dar significado mesmo a esse início.

Essa colocação de Gama reforça resultados de pesquisas que falam sobre as dificuldades dos alunos no início do ensino de álgebra, pois, *“é um fato conhecido que os alunos têm dificuldades com o conceito de variável e que essa dificuldade pode ser decisiva para um fracasso em álgebra”* (Demana, 1995, p. 74). E muitas das dificuldades dos alunos são discutidas segundo a perspectiva das diferenças entre aritmética e álgebra. Porém a álgebra não é isolada da aritmética. Na verdade é, em muitos aspectos a *“aritmética generalizada”* (Usiskin, 1995, p. 13). Isso porque,

“em aritmética, o foco da atividade é encontrar determinadas respostas numéricas particulares. Na álgebra o foco é estabelecer procedimentos e relações e expressa-los numa forma simplificada geral” (BOOTH, 1995, p.24).

Os conceitos básicos da álgebra são acessíveis aos alunos em suas experiências aritméticas, através de cálculos numéricos e da resolução de problemas. A introdução da álgebra deve se basear na noção de que as variáveis podem ser manipuladas de uma maneira que corresponde exatamente a muitos aspectos do mundo real. Por isso a álgebra é importante e abstrata. Em geral, equipar os alunos com uma variedade de perspectivas e estratégias de resolução

favorece não só uma compreensão melhor, como também uma abordagem mais segura e flexível da resolução de problemas algébricos.

Diante dessas dificuldades, perguntamos a Gama como ela inicia essa linguagem algébrica e a sua colocação reforça a pesquisa de Demana que abordava sobre o uso de tabelas para o início da álgebra *“quando se introduzem variáveis em tabelas para expressar relações generalizadas, os alunos adquirem prática em escrever expressões algébricas”* (1995, p. 74). Eis o que ela declara:

Geralmente pela linguagem usual. A transformação da linguagem matemática pra linguagem normal e vice-versa ... uso muito o valor numérico pra iniciar ... já desvenda essa coisa de ver a letra no lugar do número... também faço uma tabela e nessa tabela a gente escreve aquilo que a gente vai transformar na linguagem matemática. Por exemplo, é... “o dobro de x ”...Eu nunca tinha trabalhado com tabela antes. E desde que iniciei, eu senti que quando a gente bota a tabela em português e eles vão deduzir como é em matemática, eles não sentem dificuldade.

Em termos de metodologias utilizadas, além de motivar os alunos com jogos e oficinas, Gama procura fazê-los participar das aulas e ao apresentar um problema não se preocupa apenas com a resposta, como fazia antes

... hoje, eu dou o problema e não quero logo a resolução ... quero a análise do problema. ... Cheguei à conclusão que muitas vezes quando eu colocava o problema, o aluno já sabia a resposta, mas não sabia dizer como fazer pra chegar lá.

Por esse depoimento, parece que Gama procura estimular seu aluno a entender o problema proposto, não apenas a dar uma resposta sem sentido.

Perguntada sobre como seu aluno demonstra que aprendeu Gama coloca: *“Quando um aluno se propõe a desafios novos... ta aberto a resolver situações novas... um determinado problema, nem que ele não consiga resolver, mas a predisposição em resolver... já é um bom caminho”*. Mas entra um pouco em contradição ao dizer que *“o ideal seria que ele chegasse à resposta certa do problema...”*. Pelas suas colocações, é como se Gama incentivasse o aluno a responder o problema, sendo a análise deste o principal a ser feito, em relação à aprendizagem, à predisposição para encontrar a solução do problema, pois pra ela isso já mostra que seu aluno está aprendendo.

Perguntamos, então, como Gama avalia o seu aluno, visto ter essa concepção de aprendizagem. Ela coloca que tanto exige e prioriza a análise, como também usa questão mecânica em suas avaliações formais:

Avalio a análise. Se tem um problema, dentro deste problema eles vão tirar todos os dados possíveis, os termos desconhecidos, o que eles estão procurando ... Mas tem questão também de só resolução, questão mecânica também.

Outro tipo de avaliação utilizada por Gama, que poderemos denominar de informal, é a observação em sala de aula *“procuro ver também o desempenho dele durante as aulas ... chamando a atenção para quando eles tiverem que se posicionar, não entrem em choque”*.

Na conclusão da entrevista, Gama comentou sobre sua satisfação em poder conversar com alguém “da área” sobre uma parte da matemática tão importante, mas que ainda traz problemas no seu ensino e sugere que existam cursos pra ajudar o professor a desenvolver um trabalho de mais qualidade, porque só o seu esforço não é tudo.

IV. 3.4. NA VOZ DE SIGMA

Inicialmente perguntamos a Sigma sobre o tempo que a mesma trabalha com matemática e a forma de ver as atividades relacionadas à álgebra. Ela tem pouco tempo no ensino da álgebra, pois dos cinco anos que ensina matemática, pela segunda vez, trabalha nas 7^a e 8^a séries. Ao falar sobre esse conteúdo, ainda relembra os “traumas” vividos enquanto estudava nessas séries. Deixa claro que “*tenta fazer diferente*” de como fizeram com ela, enquanto estudante.

E, perguntada sobre um conteúdo que trabalhava de uma forma e que hoje ensina totalmente diferente, ela exemplificou usando equações e que faz sempre a contextualização para o ensino da matemática, deduzindo as fórmulas com os alunos em sala, procurando fazer sempre diferente da forma como aprendeu, sempre problematizando situações.

Equações por exemplo ... a gente aprendia apenas a utilizar aquela fórmula ... Eu trabalho com a questão da história da matemática, com os matemáticos que influenciaram a questão

da álgebra e da Bháskara, com a própria questão assim do conteúdo ... primeiro a dedução da fórmula, do conteúdo histórico, pra depois a gente entrar mesmo nas questões ... além de problematizar situações, que a gente também não via...

Sigma deixa evidente uma preocupação em fazer as demonstrações em sala com seus alunos, e sabemos que isso pode ser feito de várias maneiras, principalmente usando-se fatos da história da matemática. Ela, em suas colocações faz menção a isso, o que significa um conhecimento dos significados que a história da matemática pode lançar sobre o conhecimento matemático atual.

Ressalta que o tipo de ensino que tivera foi o de uma álgebra cheia de fórmulas, mas sem saber de onde tinha surgido e por quê. Totalmente abstrato e sem aplicações, conforme captamos em sua fala reproduzida abaixo:

A gente via o conteúdo pelo conteúdo. É... tentando substituir a fórmula, fazer exercícios, aqueles de fixação...calcule, calcule, calcule, ... resolva, resolva, resolva... Tudo pronto, só aplicar a fórmula.

Isso demonstra que teve uma aprendizagem em que os significados não ficavam explícitos para ela e por isto demonstra possuir hoje, uma atitude crítica diante de um ensino pouco significativo, tentando mostrar um ensino de álgebra diferente do que viu, que, segundo a entrevistada foi sem contextualização e sem aplicações com o cotidiano. Sua fala indica que aprendeu a álgebra do ensino fundamental de forma mecânica, com ênfase dada aos procedimentos, ao fazer

exercícios mecânicos, em detrimento dos conceitos e de como se chegava às fórmulas.

A partir de sua experiência em sala de aula, coloca que tendo terminado o curso de matemática pode observar mudanças significativas à sua prática, onde a matemática deixou de ser meramente conteudista “... os cursos trouxeram assim bastante benefícios, inclusive na questão metodológica, na questão da contextualização”.

Após perguntarmos sobre o ensino da álgebra atualmente, Sigma coloca que os alunos sentem muita dificuldade em aprender esses conteúdos. Primeiro devido ao fato de não gostarem de matemática “o aluno do ensino fundamental não teve uma boa matemática... não foi lúdica, não foi prazerosa ... desiludido da matemática...” e uma outra é que não têm referência, uma base que ajude na aprendizagem dessa área da matemática, a exemplo da aritmética.

Pra você começar um conteúdo, tem que revisar outros porque eles não sabem. É coisa de noções básicas... das quatro operações, de operações com decimais, é... todo referencial mesmo.

Mas em relação à linguagem algébrica coloca sobre a sua aplicabilidade. Em sua opinião, mesmo o aluno com essas dificuldades, a álgebra é muito significativa, mas não demonstra clareza em como vê esse ensino:

Eles se incomodam com a questão da letra na matemática... a gente começa a trabalhar com a incógnita... quando a gente não sabe um número a gente substitui ele por qualquer letra...

Podemos observar que Sigma faz um trabalho com incógnitas para apresentar a álgebra a seus alunos, mas que talvez esteja escondendo a principal função da álgebra, qual seja a de comunicar idéias gerais envolvendo vários possíveis valores numéricos. É como se a álgebra fosse desenvolvida apenas apresentando a variável sob um único aspecto, o da incógnita, esquecendo-se das outras formas, como variável propriamente dita e como parâmetro. Assim, nos parece, bem como para Usiskin (1995) e Booth (1995), que a álgebra deveria ser apresentada inicialmente através da relação entre grandezas, ou seja, a partir da idéia de função, onde o conceito de variável é absolutamente natural desde que não nos preocupemos com formalismos excessivos e sim com as idéias fundamentais.

Talvez ela tenha tentado isso mais especificamente mostrando como inicia com seus alunos de 8ª série o estudo de funções: *“A gente trabalha função assim de outra forma... analisa gráficos... Aí eles iam enxergar uma função dentro do gráfico ... a lei que gerou a função”*.

A idéia de função pode ser explorada desde a 6ª série quando trabalhamos com razões, proporções e porcentagem. Mas para Sigma esses conteúdos não têm nada com álgebra, então jamais faria a relação com o estudo de funções.

Outro aspecto sobre o qual devemos refletir é que quando se trabalha com incógnitas, enfatizando excessivamente a resposta e a técnica de resolução de equações e sistemas, esquece-se de mostrar ao aluno que a função de tudo isso é resolver problemas através de métodos genéricos que independem dos dados da questão, mas sim, da estrutura do problema (Souza & Diniz, 1996).

Quando perguntada sobre a importância do aluno aprender álgebra Sigma coloca que:

... a álgebra reflete o mundo lá fora ...Na problematização a gente vai ter a ausência de um fator ... porque a gente trabalha muito com essa questão do problema, da situação-problema e é a álgebra que a gente usa...” OU ainda *“... do raciocínio abstrato, do lógico, essa é a importância que eles não vêem assim no momento....*

Percebemos em Sigma uma contradição em sua fala sobre a importância da álgebra, quando em outro momento afirma que a dificuldade dos alunos está *“... em enxergar como que na vida você precisa de álgebra... porque os outros conteúdos, todos eles são muito, é ... imediato mesmo assim o uso, já a questão da álgebra, não.”*

Percebe-se, do início ao fim da entrevista que Sigma apresenta uma concepção de linguagem algébrica como meio de resolver problemas matemáticos. Não ficou claro, portanto, se Sigma possui outras concepções a respeito da álgebra. Também não percebemos se ela faz referência à

possibilidade do uso da modelagem matemática em suas aulas, como forma de tornar o ensino mais significativo, além do que coloca sobre o lúdico, sem dizer exatamente como desenvolve.

Quanto à forma em que a álgebra é apresentada no currículo oficial Sigma concorda achando que não deveriam ser feitas modificações no conteúdo da álgebra, mas na forma como ela é passada. Sugere até que tivesse uma série a mais no ensino fundamental para evitar o acúmulo de conteúdos. Justifica isso quando fala dos livros didáticos e da forma como este conteúdo é apresentado pelos autores, *“já tem livros que estão voltados assim, pra educação moderna, pra educação matemática, colocam desafios, a questão da geometria paralela a outros conteúdos, colocam é... o uso da história da matemática...”*. Apesar de sua opinião sobre os livros didáticos a professora não usa o livro adotado na escola, alegando que é do tipo *“calcule”, “resolva”*.

O livro adotado... um livro antigo e completamente descontextualizado. Foi um livro aí desses que o estado ganha a concorrência, com as três estrelas, que o MEC indica... Mas eu não uso.

Este fato mostra que os professores não selecionam os livros adotados na escola, mas escolhem a partir de uma lista enviada pelo MEC, e essa lista já vem com uma força de indicação, pois, pelos critérios adotados pelo MEC, somente aqueles livros que possuem as três estrelas é que podem ser escolhidos.

De um modo geral, notamos em Sigma uma preocupação com sua prática pedagógica, seja na forma como repassa os conteúdos em sala, seja na tentativa de contextualização e usando metodologias alternativas como a história da matemática ou o lúdico para motivar e despertar o interesse de seus alunos.

CAPÍTULO V

CULMINÂNCIA DOS DISCURSOS APRESENTADOS

“As grandes mudanças exigem também o esforço contínuo, solidário e paciente das pequenas ações”.

(Moacir Gadoti)

Abordando, inicialmente, as afirmativas a respeito da natureza e importância da álgebra, vemos que as concepções das entrevistadas são, em parte, semelhantes, pois as quatro professoras consideram ser a álgebra uma área da matemática usada para ajudar na resolução de problemas, destacando a importância da dimensão desse conhecimento matemático. Salientaram ainda o caráter instrumental da álgebra, apenas complementando o que já havia sido mostrado nos questionários.

Beta considera ser a álgebra uma ferramenta, utilizada para resolver problemas práticos e melhorar o raciocínio, enquanto Alfa coloca que é utilizada em todos os conteúdos, apontando seu uso para as necessidades cotidianas.

Sigma vê a álgebra como um reflexo do mundo lá fora e que ajuda em situações-problema, enquanto que para Gama, a álgebra é de tal importância que não consegue imaginar a matemática sem a mesma e que através dela as pessoas passam a vê-la de forma diferente. Nota-se que a concepção de linguagem algébrica dessas professoras é da álgebra como generalização da aritmética (Usiskin, 1995), usando-a como meio de resolver problemas matemáticos. Um aspecto bastante destacado nos questionários e nas entrevistas foi da utilidade da álgebra, tanto para as outras áreas do conhecimento como para a própria matemática, servindo para o desenvolvimento das potencialidades do ser humano e para o crescimento das outras ciências.

Apesar de destacarem a importância da álgebra, todas as entrevistadas enfatizaram a dificuldade que sentem quanto ao ensino deste conteúdo, em parte devido ao seu caráter abstrato e à falta de estímulo dos alunos no sentido de fazerem generalizações. Percebe-se que enfrentam obstáculos nesse sentido e que tentam suprir essas dificuldades a partir de contextualizações, a exemplo de Beta e Sigma. Alfa procura usar problemas que envolvam situações cotidianas e Gama faz associações com as outras áreas do conhecimento.

Os obstáculos observados nas entrevistas tanto podem ser de origem epistemológica (Bachelard, 1972) inerentes ao saber e às dificuldades encontradas para desenvolverem os conteúdos em sala, como a falta de base ou

de conhecimentos prévios no aluno, e os de origem didática, onde o professor não dispõe de ferramentas teóricas para o desenvolvimento de seu trabalho, ou não faz a escolha de estratégias de ensino que facilitem o momento da aprendizagem, induzindo o aluno a abstrair conhecimentos errôneos ou incompletos, que se revelarão mais tarde como obstáculo ao desenvolvimento de novos conceitos.

Bachelard chama a atenção para o fato de que, estes obstáculos não são externos ao espírito humano, mas internos:

... é no ato mesmo de conhecer, intimamente, onde aparecem, por uma espécie de necessidade funcional, os entorpecimentos e as confusões. É aí que mostraremos causas de estancamento e até de retrocesso, é aí onde distinguiremos causas de inércia que chamaremos obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 1972, p.15).

Duas das entrevistadas abordaram em suas colocações a questão da utilização da contextualização em sala de aula, como forma de superação de dificuldades em seus alunos. Sobre contextualização temos nas pesquisas de Carraher et al. (1988) evidências contundentes de seu papel no tipo de operação mental utilizado pelo indivíduo na realização de cálculos matemáticos, quando utilizados na rua, não no ambiente escolar, usando os algoritmos tradicionais. E, além disso, propõem a utilização de recursos didáticos e pedagógicos que possibilitem tornar o ensino da álgebra mais concreto e significativo para o aluno, ao mesmo tempo em que possibilita facilitar o entendimento no momento da passagem da aritmética para a álgebra, pois

O uso de situações significativas para o ensino da álgebra é particularmente interessante porque existem muitos professores de matemática que consideram a álgebra uma situação muito abstrata, sem qualquer correspondência em situações concretas. Quando é introduzida a simbologia algébrica nota-se, no ensino da matemática, uma verdadeira ruptura no progresso de certos alunos, que pareciam, até então, muito capazes para lidar com operações aritméticas (CARRAHER, 1993, p. 128).

A prática pedagógica da maioria dos participantes da pesquisa é a tradicional, com aulas expositivas, a motivação feita a partir da revisão de algum conteúdo necessário, seguindo-se da exposição dos conteúdos novos e a aplicação de exercícios, mas que é permeada por alguns aspectos do movimento escola-novista, devido ao esforço de usar a contextualização, cuja ênfase está na atividade do aluno, no diálogo professor-aluno e nos conteúdos que procuram ser significativos. Sigma faz uso da história da matemática para ilustrar suas aulas, contextualizando com a realidade dos alunos. Alfa tenta fazer relações com o dia-a-dia dos alunos, Gama utiliza oficinas, além de jogos e projetos e Beta utiliza os problemas e aplicação, envolvendo as outras disciplinas.

Quanto à escolha dos conteúdos, as entrevistadas manifestaram preocupação com as necessidades dos alunos ao selecionarem os conteúdos a serem ensinados em álgebra. Porém, os que usam aplicações da álgebra em outras áreas, é no sentido de tradução da linguagem usual para a linguagem corrente, ou em áreas como geografia, ciências, mas fazem-no apenas para motivar ou exemplificar um determinado conteúdo e não há evidências de que

saibam como fazer uso das aplicações da álgebra a partir das necessidades dos alunos.

Apesar de tentarem fazer no dia-a-dia a avaliação, as entrevistadas ainda fazem-na de forma tradicional, com a utilização de testes e provas escritas, mesmo percebendo como Alfa que seus alunos saem bem nas atividades feitas em sala e perdem na escrita, esperando que o aluno demonstre o que foi ensinado pela retenção do conhecimento. Beta, em suas colocações, observa que o aluno chega sem base e isso dificulta a sua aprendizagem, mas que procura avaliá-lo olhando o seu desenvolvimento. Sigma diz tentar fazer um trabalho lúdico, voltado para a prática, mas que ainda usa as provas e Gama avalia a análise, o desempenho dos alunos na hora das aulas.

As quatro professoras apresentam características diferentes na sua prática, classificada como tradicional, mas procuram sempre mostrar a utilidade dos conteúdos que estão sendo ensinados. Afirmam também que mudaram suas concepções, pois usavam uma prática pouco adequada a um ensino significativo para o aluno. A formação acadêmica foi fator importante para a mudança de prática das entrevistadas. Para Sigma e Beta, os cursos trouxeram benefícios na questão metodológica e na contextualização, Gama fala que através de um curso que fez passou a fazer relação com os conteúdos e que não consegue mais por falta de auxílio, Alfa, apesar de não ter terminado ainda o curso superior já nota

mudanças em sua prática, mas confessa ainda sentir muitas dificuldades no ensino.

Nasser e Santos (1994) destacam a importância da formação em serviço como um fator fundamental para que o professor consiga romper as concepções adquiridas ao longo dos anos, mas que, na prática pedagógica, revelam-se pouco adequadas a um ensino eficiente. Baseadas em Thompson (1981), elas afirmam que é necessário mais que um simples treinamento ou capacitação para que as concepções dos professores sejam mudadas. Entendem que, quando os professores estão vivenciando um processo formativo, *“é preciso algum tempo de participação para que haja uma mudança real na postura do professor”* (Nasser e Santos, 1994, p. 46).

O entendimento das professoras sobre a linguagem algébrica e seu ensino torna-se um fator preponderante à busca de uma educação matemática cujo plano mais alto seja o de uma formação do aluno enquanto ser que possui uma cultura e uma história. Não percebemos incoerências nas colocações das entrevistadas, e, grande parte das idéias expressa pelos alunos veio corroborar as apresentadas por elas, tanto no que diz respeito às dificuldades de aprendizagem sobre a linguagem algébrica, seu uso e aplicações, quanto no seu ensino.

CONCLUSÕES

“Viva sua vida ao máximo. Extraia o máximo de cada instante, de cada dia, assim, você poderá olhar para a frente confiante e para trás, sem remorso... Ouse ser diferente e seguir sua estrela... E, quando um desafio exigir sua ação, tome sua decisão tão sabiamente quanto possível... lembre-se de que Deus ajuda aqueles que se ajudam.”
(Sedeh El Dib)

Ao analisar os resultados, fez-se uma relação com a problemática desta pesquisa, qual seja, investigar as concepções dos professores e alunos do ensino fundamental sobre a linguagem algébrica. Para essa investigação lançamos luz das perspectivas teóricas de Vygotsky, no que concerne à relação entre desenvolvimento e processo de ensino-aprendizagem; de Vergnaud, com a teoria dos campos conceituais, onde o estudo das representações torna a ação operacional e de Bachellard, sobre a questão dos obstáculos epistemológicos.

Um aspecto bastante destacado nas entrevistas foi o da utilidade da álgebra para a resolução de problemas. As professoras enfatizaram o caráter instrumental da álgebra, o fato de ela servir como ferramenta para outras áreas das ciências e para a própria matemática, como generalizadora da aritmética.

Entretanto, não deram evidência de que sabiam usar as aplicações da álgebra no ensino da matemática, pois a mera apresentação de exemplos de uso na física, na química ou geografia, não parece incentivar o aluno a buscar soluções próprias para problemas propostos. A utilização exagerada de manipulações mecânicas com símbolos no ensino da álgebra, pode, de um lado produzir uma falsa sensação de facilidade e de outro produzir uma impressão muito forte de inutilidade, além de dar apenas uma idéia muito pálida e parcial da natureza e do alcance dessa área da matemática.

Vimos que, nos questionários e nas entrevistas, a maioria dos professores apresenta que os alunos sentem dificuldades para o entendimento da linguagem algébrica, devido à sua abstração, e que buscavam amenizar de alguma forma essa deficiência. Nesta tentativa de produzir significados para a álgebra, emerge o conceito de obstáculo, inicialmente introduzido por Bachellard e aprofundado no meio pedagógico por Brousseau. Estes estudos apontam para o trabalho pedagógico do professor, que dependendo de sua ação em aula, poderá, por um lado, estar contribuindo para a formação de novos obstáculos a futuros estudos dos alunos ou ainda poderá estar reforçando obstáculos já adquiridos anteriormente. Por outro lado, o professor reflexivo e/ou investigador, em condições favoráveis de trabalho, poderá desencadear pedagogicamente processos de tratamento ou ruptura de obstáculos, de qualquer natureza, no tocante à álgebra, principalmente.

Em relação à aprendizagem da linguagem algébrica, que é um novo conceito para o ensino da matemática, concordamos com Vygotsky quando coloca que a aprendizagem dos conceitos deverá ter suas origens nas práticas sociais. Por isso, no campo da matemática surge a preocupação com a contextualização do ensino, o que foi evidenciado pelas entrevistadas em seus depoimentos. Ao usar o contexto para favorecer a aprendizagem, o professor permite que não se perca o raciocínio ao se resolver um problema de matemática, em especial, no tocante à álgebra.

Quando iniciamos o aluno no mundo da matemática através da linguagem algébrica, estamos propiciando o desenvolvimento de seu pensamento matemático. Acreditamos que a relação entre linguagem e pensamento algébrico segue o mesmo caminho proposto por Vygotsky (1993) em relação ao da linguagem e do pensamento na criança. Em seus estudos de psicologia, baseados numa perspectiva sócio-histórica, ele considerou o aprendizado da linguagem como condição para a formação das estruturas do pensamento, pois, sendo um produto da atividade humana, a linguagem forma as bases do pensamento, promovendo o seu desenvolvimento. Assim, o aprendizado da álgebra se constitui numa mediadora da formação das estruturas mentais na medida em que sua função de instrumento de expressão do pensamento lógico-matemático, é explorado em sala de aula.

Entendemos, portanto, que o ensino da álgebra deve ser iniciado mais cedo que o proposto nos currículos oficiais de matemática, considerando que esse ensino deve ser abordado, em seu aspecto teórico-metodológico, como uma alfabetização matemática. Por compreender uma linguagem específica, que envolve simbologia e emprega a lógica, a criança precisaria ser “alfabetizada” para essa parte da matemática. Para tanto, necessário se faz repensar o ensino dessa área da matemática, tanto em relação ao seu conteúdo programático que há muito não sofre mudanças, quanto à sua metodologia de ensino, que segundo a maioria dos professores continua sendo sem significado para o aluno.

A idéia de partir de um problema real e de apresentar os conteúdos algébricos à medida que se tomam necessários para a solução do problema, já é utilizada por alguns professores de matemática, fazendo parte de diferentes metodologias (resolução de problemas, modelagem matemática, entre outras). Também na História da Matemática podemos encontrar mecanismos para amenizar as dificuldades existentes no ensino-aprendizagem de álgebra.

Entendemos que, para se conseguir um bom desempenho no ensino/aprendizagem da linguagem algébrica, no ensino fundamental, é preciso:

- 1º) contextualizar o ensino da álgebra, fazendo com que o aluno perceba o significado de cada operação mental que faz, considerando a aula não como mera transmissão de conteúdo;
- 2º) levar o aluno a relacionar significados particulares

com o sentido geral da situação envolvida; 3º) que nesse processo, se avance para a compreensão dos algoritmos envolvidos, iniciando um tema a partir de problemas e não a partir de informações e 4º) propiciar meios para que o aluno perceba, na prática, possibilidades de aplicação desses algoritmos.

Para que haja uma mudança no ensino da álgebra, portanto, será preciso uma mudança não só quanto à perspectiva da educação matemática, mas principalmente quanto à postura do professor de matemática, o que requer a sua inserção num processo de formação que contemple todas as dimensões de sua ação pedagógica.

A tarefa de modificar o ensino-aprendizagem da álgebra é significativa e não se realizará sem os esforços de todos aqueles envolvidos nesse processo. Em especial, os alunos, devem perceber as conexões entre as equações abstratas da álgebra e o mundo da aritmética. As situações-problema, que poderão ser apresentadas pelos docentes, são pontos ideais para o campo da linguagem algébrica, uma vez que o uso de recursos aritméticos é justificado, por utilizarem abordagens do senso comum.

Sabemos que as respostas definitivas aos problemas educacionais talvez permaneçam para sempre além de nosso alcance. E, somente através de pesquisas dessa natureza, de uma avaliação honesta e de uma troca aberta de

experiências que poderemos ter esperanças de promover as condições de ensino necessárias para mostrar a nossos alunos que procuramos entender a questão, para, dentro de sua realidade, garantir-lhes a sua transcendência. Essa será a forma de reduzir a insatisfação de professores e alunos com respeito às dificuldades mecânicas e técnicas envolvidas no ensino-aprendizagem da álgebra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELARD, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto.

BACHELARD, G. (1986) *O novo espírito científico*. Lisboa, Edições 70.

BACHELARD, G. (1972) *La Formacion Del Espiritu etífico*. 2ª ed. Buenos Aires: Siglo XXI Argentina Editores S. A .

BALDINO, R. R. (1988) *Por que a matemática hoje?* Temas & Debates, v. 1, n. 1, p.28-33.

BARALDI, I. M. (1999) *Matemática na escola: que ciência é esta?* Bauru: EDUSC.

BARBOSA, E. P. (1988) *As concepções de Educação Algébrica no Ensino da Matemática*, In: Anais do VI ENEM, São Leopoldo, Rio Grande do Sul

BARDAN, L. (1991) *L'analyse de contenu*. Paris: PUF.

BARDAN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977. Série Persona.
Tradução de Luís Antero Neto e Augusto Pinheiro.

BECKER, F. (1993) *A epistemologia do professor: o cotidiano da escola*. Rio de Janeiro: Vozes.

BICUDO, M. A. V. (et all). (1999) *Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP.

BICUDO, M. A. V. & GARNICA, A. V. M. (2001) *Filosofia da Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.

BOGDAN, R. & BIKLEN, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Portugal: Editora Porto.

BORGES, C. C. (1989). *O conhecimento matemático e o positivismo: uma interseção oportuna*. Estudos IAT, Salvador, 2(4): 269 – 274. Dezembro.

BORGES, C. C. (1986). *A Topologia: considerações teóricas e implicações para o Ensino de Matemática*. Feira de Santana. Caderno de Física da UEFS – 01(02): 53 A 63, 2º sem. 1996.

BOOTH, L. R. (1995). *Dificuldades das crianças que se iniciam em álgebra*. In: COXFORD, Arthur F. (et all). *As idéias da álgebra*. (Trad.: Hygino H. Domingues). São Paulo: Atual, p.23-37.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental (1997). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília: MEC/SEF. V. 3.

BRASIL. *Educação de Jovens e Adultos – Proposta para o 1º segmento do Ensino Fundamental*. Brasil/MEC, 1977, p. 99.

BRITO LIMA, A. P. (1997). *Introdução à Álgebra Elementar na 6ª série do 1º grau: necessidade ou convenção?* Trabalho apresentado na IIª Semana de Estudos em Psicologia da Educação matemática, Recife, 1 a 5 de junho.

BRITO LIMA, A. P. & DA ROCHA FALCÃO, J. T. (1996). *Early development of algebraic representation among 6 – 13 year – old children: the importance of didactic contract*. Proceedings of the XXI th. International Conference for the Psychology of Mathematics Education (vol. 2, pp. 201 – 208), Lahti, Finlândia.

BRITO LIMA, A. P. (1996). *Desenvolvimento da representação de igualdades em criações de 1ª a 6ª séries do 1º grau*. Dissertação de Mestrado. Recife, Universidade Federal de Pernambuco.

CANAVARRO, A. P. (1994) *O computador nas concepções e práticas de professores de Matemática*. Quadrante, V. 3, nº 2; p. 25-49.

CARRAHER, T. N. & SCHLIEMANN, A. D. (1993) *Álgebra na feira?* In: SCHLIEMANN, A. D. et alli. *Na vida dez, na escola zero*. 7ª ed. São Paulo: Cortez, p.127-141.

CARVALHO, D. L. de. (1989) *A concepção de matemática do professor também se transforma*. Campinas: UNICAMP-SP. (Dissertação de mestrado).

CURY, H. M. (1994) *As concepções de Matemática dos professores e suas formas de considerar os erros dos alunos*. Porto Alegre: FE-UFRGS. (Tese de doutoramento).

D'AMBRÓSIO, U. (1986) *Da realidade à ação: reflexões sobre Educação Matemática*. Campinas, Papirus.

DANIEL, H. (org). (1994) *Vygotsky em foco: pressupostos e desdobramentos*. Campinas: Papirus.

DEMO, P. (1996) *Desafios Modernos da Educação*. Petrópolis: Vozes.

DESCARTES, R. (1988) *Discurso do Método*. Lisboa: Edições 70.

DAVIS, P. J. & HERSH, R. (1985) *A experiência matemática*. Rio de Janeiro: Francisco Alves.

DEMANA, F. & LEITZEL, J. (1995) *Estabelecendo conceitos fundamentais através da resolução de problemas numéricos*. In COXFORD, Arthur F. (et all). *As idéias da álgebra*. (Trad.: Hygino H. Domingues). São Paulo: Atual p.70-78.

ESPÓSITO, U. H. C. (1993) *A escola: um enfoque fenomenológico*. São Paulo: Escuta/Pletos.

FALCÃO, J. T. R. , et alli.(1994) *Estudos em psicologia da educação matemática*. EM ABERTO, Brasília, ano 14, n.62. Abr/jun.

FERREIRA, Aurélio B. DE H. (1986) *Novo dicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

FIORENTINI, D. (1995) *Alguns modos de ver e conceber o Ensino da Matemática no Brasil*. Campinas-SP: Revista Zetetiké, ano 3, nº 4.

FIORENTINI, D. (1993) *Memória e análise da pesquisa acadêmica em Educação Matemática no Brasil: o banco de teses do CEMPEM/FE-UNICAMP*. Revista Zetetiké, v.1, n.1, p.55-94.

FIORENTINI, D. & MIORIM, M. A (1993) *Algumas concepções de Educação Algébrica: fundamentos para repensar o Ensino da Matemática Elementar*, In: Anais do III Encontro Paulista de Educação Matemática, Bauru-SP.

GADOTTI, M. (1993) *Escola Cidadã*. São Paulo: Cortez.

Guia Curricular de Matemática (1997) Vol 1, MG/SEE/Procap, p. 7.

GUIMARÃES, H. M. (1993) *Ensinar matemática: concepções e práticas*. Lisboa: Associação dos Professores de Matemática. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1988.

HAGUETTE, T. M. F. (1992) *Metodologias qualitativas na sociologia*. Petrópolis: Vozes.

HELLER, A . (1982). *Para mudar a vida*. São Paulo, Brasiliense.

HESSEN, J. (1980) *Teoria do conhecimento*. Traduzido por Antônio Correia. Coimbra – Portugal: Editora Arménio Amado, p. 24–36.

HOUSE, P. A. (1995) *Reformular a álgebra da escola média: por que e como?* In: COXFORD, Arthur F. (et all). *As idéias da álgebra*. (Trad.: Hygino H. Domingues). São Paulo: Atual, p. 01 – 08.

JAPIASSU, H. & MARCONDES, D. (1990) *Dicionário básico de filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zabar Editor.

KIERAN, C. (1995) *Dois abordagens diferentes entre os principiantes em álgebra*. In COXFORD, Arthur F. (et all). *As idéias da álgebra*. (Trad.: Hygino H. Domingues). São Paulo: Atual p. 104-110.

LALANDE, André. (1966) *Vocabulário técnico y crítico de filosofia*. 2. ed. Buenos Aires: El Ateneo.

LINS, R. C. & GIMENEZ, J.(1997) *Perspectivas em Aritmética e Álgebra para o século XXI*. Campinas, S. P.: Papyrus.

LÜDKE, M. & ANDRÉ, M. E. D. A (1986). *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: EPU.

MACHADO, N. J. (1999) *Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. São Paulo: Cortez.

MACHADO, N. J. (1992). *Matemática e Língua Materna*. São Paulo, Cortez, Tese de doutorado.

MACHADO, N. J. (1989) *Matemática e Realidade: análise dos pressupostos filosóficos que fundamentam o ensino de matemática*. São Paulo: Cortez.

MAINGUENEAU, O (1997). *Novas tendências em análise do discurso*. 3ª ed. Campinas, SP: Pontes: Editora da Universidade Estadual de Campinas.

MARTINS, J. e BICUDO, M. A V. (1989) *A pesquisa qualitativa em psicologia. Fundamentos e recursos básicos*. São Paulo: Educ/Moraes.

Material de referência de professor: Matemática (1997) vol. 1, MG/SEE/Procap, p. 8.

MAY, T. (1993) *Social Research. Issues, methods and process*. Buckingham: Open University Press. Tradução de Adir Luiz Ferreira.

MAZZOTTI, A J. & GEWANDSZNADER, F. (1998) *O método nas ciências sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. São Paulo: Pioneira.

MEDEIROS, C. F. de. (1985) *Educação Matemática: discurso ideológico que a sustenta*. São Paulo: PUCSP. Dissertação (Mestrado em Psicologia da Educação).

MICHELAT, G. (1987). *Sobre a utilização da entrevista não-diretiva em sociologia*. In: THIOLENT, M. J. M. *Crítica metodológica, investigação social & enquete operária*. 5. ed. São Paulo: Polis, p. 191-211.

MIGUEL, A, et alli (1992) *Álgebra ou Geometria: para onde pende o pêndulo?* Campinas-SP: Pro-Posições, vol.3 nº 1 [7], p. 39-54.

MIORIM, A., et alli (1993). *Ressonâncias e dissonâncias do movimento pendular entre álgebra e geometria no currículo escolar brasileiro*. Campinas-SP: Revista Zetetiké, nº 1, 19-39.

MIZUKAMI, M. G. N. (1986) *Ensino: abordagens do processo*. São Paulo: EPU.

MORIN, E. (2000) *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 2ª ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO.

MORON, C. F. (1998) *Um estudo exploratório sobre concepções e as atitudes dos professores de educação infantil em relação à matemática*. Campinas: UNICAMP. (Dissertação de Mestrado).

NASSER, L. & SANTOS, V. M. P. *Formação e aperfeiçoamento de professores de matemática: uma investigação do processo de mudança*. Dynamis, v.2. n7, 1994, p. 41-53.

NEVES, P. S. de O. (1995) *Um estudo sobre o significado, o ensino e a aprendizagem da Álgebra*. Dissertação/Mestrado. – USP-SP.

NOGUEIRA, R. G. (1996) *Introdução ao ensino da álgebra elementar: o simbolismo nos livros-texto*. Rio Claro-SP. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, M. A. G. de. (1997) *O Ensino da Álgebra Elementar: depoimentos e reflexões daqueles que vêm fazendo sua história*. Dissertação de mestrado. UNICAMP – SP.

OLIVEIRA, M. K. (1993) *Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione.

PAIS, L. C. (2001) *Didática da Matemática: uma análise da influência francesa*. Belo Horizonte: Autêntica.

PINTO, R. A . (1997) *Erros e dificuldades no ensino da álgebra: o tratamento dado por professores de 7ª série em aula*. Campinas: FE-UNICAMP. (Dissertação de Mestrado).

PONTE, J. P. (1992) *Concepções dos professores de matemática e processos de formação*. In: BROWN, M. et alii *Educação Matemática: Temas de Investigação*. Lisboa: Instituto de Inovação Nacional e Secção de Educação e Matemática.

REGO, T. C. (1999) *Vygotsky: Uma perspectiva histórico-cultural da educação*. Petrópolis: Editora Vozes.

RODRIGUES, N. (1992) *Da mistificação da escola à escola necessária*. São Paulo: Cortez.

ROSSI, T. M. F.(1993) *A formação do conceito matemático*. Campinas, p. 17. (Tese de mestrado).

SANTOS, M. E. M. dos. (1991) *Mudança conceitual na sala de aula*. Lisboa: L. Horizonte.

SNAPPER, E.(1984) *As três crises da matemática: o logicismo, o intuicionismo e o formalismo*. *Humanidades*, v.2, n.8, p. 85-93, jul./set.

SOUZA JÚNIOR, A . J. de (1993) *Concepções do professor universitário sobre o ensino de matemática*. Rio Claro: IGCE – UNESP. (Dissertação de mestrado).

SOUZA, E. R. & DINIZ, M. V. (1996) *Álgebra: Das variáveis às equações e funções*. São Paulo: IME-USP.

SPINK, M. J. (org). (1993) *O conhecimento no cotidiano*. São Paulo: Brasiliense.

TAYLOR, S., BOGDAN, R. (1986) *Troducción a los métodos ualitativos de investigación*. Buenos Aires: Paidós.

THIOLLENT, M. J. M. (1987) *Crítica metodológica, investigação social & enquete operária*. 5.ed. São Paulo: Polis.

THOMPSON, A G. (1992) *Teachers' beliefs and conceptions: a synthesis of the research*. In: GROUWS, D. A . *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan, p. 127-146.

THOMPSON, A G. *A relação entre concepções de Matemática e de ensino de Matemática de professores na prática pedagógica* (1984). *Revista Zetetiké*, v.5, n.8,1997,p.11-44.

USISKIN, Z. (1995) *Concepções sobre a álgebra da escola média e utilização das variáveis*. In: COXFORD, Arthur F. (et all). *As idéias da álgebra*. (Trad.: Hygino H. Domingues). São Paulo: Atual, p. 9-22.

VARIZO, Z. M. et alli. (1998) *Comunicação apresentada no VI Encontro Nacional de Educação Matemática*. Porto Alegre.

VERGNAUD, G.(1996) *La théorie des champs conceptuels*.In: *Didactique des Mathématiques*, Brun J. (org.), Lausanne-Paris: Delachaux.

VERGNAUD, G.(1990) *La théorie des champs conceptuels*. In: *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, v. 10, n. 23, p. 133-170.

VYGOTSKY, L. S. (1998). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 6ª ed., São Paulo: Martins Fontes.

VYGOTSKY, L. S. (1996) *Pensamento e Linguagem*. (trad. Jéferson L. Camargo) São Paulo: Martins Fontes.

ANEXOS

ANEXO 1: QUESTIONÁRIO DOCENTE

ANEXO 2 : QUESTIONÁRIO PARA OS ALUNOS

ANEXO 3 : ROTEIRO PARA ENTREVISTA



Université du Québec à Chicoutimi
Chicoutimi, Québec, Canada



UNEB – Universidade do Estado da Bahia
Campus VII – Senhor do Bonfim – Ba – Brasil

MESTRADO DE EDUCAÇÃO EM PESQUISA

QUESTIONÁRIO PARA O PROFESSOR:

Prezado colega:

O presente questionário faz parte de um estudo que estamos realizando com professores e alunos do Ensino Fundamental a respeito das concepções que os mesmos têm sobre a álgebra. Além deste questionário, você poderá ser solicitado também a responder algumas perguntas através de uma entrevista, para tanto deverá assinar seu nome para que possamos fazer contato depois. Todas as informações serão tratadas com sigilo.

Consideramos que sua colaboração será valiosa para que possamos compreender melhor o processo de ensino-aprendizagem de Matemática, no tocante à álgebra e possamos apresentar algumas alternativas para sua melhoria.

Agradecemos, desde já, a sua participação.

Alayde Ferreira dos Santos
Mestrado em Educação – CHICOUTIMI/UNEB

NOME: _____ TELEFONE _____ PARA
CONTATO: _____

QUESTÕES:

1. Como você caracteriza o ensino da álgebra distintamente às outras áreas da Matemática?
2. Como você vê a distribuição dos conteúdos da álgebra nos currículos oficiais? Como seleciona os conteúdos do programa de matemática no tocante à álgebra?
3. O ensino da álgebra deveria ser iniciado no tempo que está indicado nos currículos? Justifique.

4. Na sua opinião, qual a importância do conhecimento algébrico para a formação intelectual do indivíduo e para a vida prática?
5. Qual a sua relação com a álgebra? Qual o papel da álgebra na educação do ser humano?
6. Qual o significado que o ensino da álgebra possui para o aluno na sala de aula? Justifique.
7. Você emprega contribuições de outras áreas do conhecimento no ensino da álgebra? Se o faz, explique de que forma. Se não, por que acha impraticável?
8. Descreva detalhadamente uma seqüência didática para um conteúdo de álgebra.
9. Você tem alguma dificuldade quanto ao ensino dos conteúdos relacionados à álgebra? Quais os principais problemas que você encontra no ensino da álgebra?
10. Na sua opinião, o que é aprender? Como seu aluno demonstra que aprendeu os conteúdos da álgebra?



MESTRADO DE EDUCAÇÃO EM PESQUISA

QUESTIONÁRIO PARA OS ALUNOS

Prezado(a) aluno(a):

O presente questionário faz parte de um estudo que estamos realizando com professores e alunos da 8ª série do Ensino Fundamental a respeito das concepções que os mesmos têm, na disciplina Matemática, com os assuntos que se relacionam com a álgebra. Esperamos contar com a sua colaboração para que possamos compreender melhor o processo de ensino-aprendizagem de Matemática, no tocante à álgebra e possamos apresentar algumas alternativas para sua melhoria.

Alayde Ferreira dos Santos

Mestrado em Educação – CHICOUTIMI/UNEB

Nome: _____ Idade: _____

1. O que você entende por álgebra?
2. O que é variável?
3. Quais dos itens abaixo tem uma variável? Justifique sua resposta.

a) () $4 + x = 9$ e $4 + \square = 9$

b) () $8 + \underline{\quad} = 21$ e $8 + ? = 21$

c) () $ax^2 + bx + c = 0$

d) () $\{ x \in R \mid x \leq 17 \}$

e) () $(w + z)^2$

f) () $S_n = 2 + 4 + 6 + 8 + \dots + 2n$

g) () $(6 + 3)^2$

h) Qual é o número que adicionando-se 5 ao seu triplo dá como soma o valor 38?

4. Você gosta mais de álgebra ou geometria? Por quê?

5. Você aprende melhor álgebra ou geometria?

6. Dentre os conteúdos de álgebra que você já estudou:

a) Qual gostou mais?

b) Qual gostou menos?

c) Quais acha que não servem para nada? Por quê?

7. Quais as dificuldades que encontra no estudo da álgebra, na série que está cursando?

8. Você usa na vida diária alguma coisa que tenha relação com os conteúdos algébricos estudados na escola? E nos problemas práticos?

9. O que significam as letras nos conteúdos que você estuda?



MESTRADO DE EDUCAÇÃO EM PESQUISA

ROTEIRO PARA ENTREVISTA

1. Como se comporta o professor de Matemática na sua atividade docente no tocante à Álgebra?
2. Que conteúdos escolhe?
3. Como trabalha estes conteúdos no seu ensino?
4. Que métodos utiliza em sala de aula e como age?
5. Como o professor considera que seu aluno aprende Matemática? Em especial a Álgebra?
6. Como atua de forma a promover a aprendizagem e como a avalia?
7. Quais as opiniões do professor de Matemática sobre a natureza da Álgebra, sobre as razões de ensiná-la, sobre sua importância para as atividades cotidianas e para o desenvolvimento da ciência?