

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**ANGELA MARIA MENEGOLLA**

**MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTO  
DE ESTUDO NA MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática como requisito parcial para obtenção do título de Mestre na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, sob orientação do Professor Dr. Carlos Eduardo da Cunha Pinent.

Porto Alegre,  
2006



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**ANGELA MARIA MENEGOLLA**

**MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTO  
DE ESTUDO NA MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em:

Banca examinadora

Professor Dr. Carlos Eduardo da Cunha Pinent  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Professor Dr Lori Viali  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Professora Dr. Nilce Fátima Scheffer  
Universidade Regional Integrada

Agradeço a Deus e a meus pais pela  
força que recebi durante a execução deste  
trabalho. Agradeço também aos meus  
alunos, que me inspiraram nesta realização.

“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer”. (EINSTEIN, Albert. **Aos Estudantes de Princeton**, EUA).



## RESUMO

Esse estudo investiga como a construção de mapas conceituais implementa um procedimento potencialmente facilitador da aprendizagem em Matemática, clarificando os conceitos matemáticos e levando os alunos a uma aprendizagem significativa. Desta forma, constitui-se um recurso que auxilia na construção do conhecimento, em ambiente prazeroso. O estudo baseou-se na metodologia de Pesquisa-Ação, tomando como referência principalmente Thiollent, Novak, Gowin, Ausubel, Paulo Freire, Piaget, Moreira. A pesquisa foi efetivada na Escola de Ensino Médio Dom, localizada na cidade de Erechim, RS, durante o ano de 2005. Participaram a professora pesquisadora e os alunos do Ensino Médio de primeira, segunda e terceira séries. Após a apresentação oral do conteúdo pela professora, os educandos, utilizando a apostila usada na escola e com o apoio da professora-pesquisadora, faziam uso de mapas conceituais, identificando hierarquicamente os conceitos. Os resultados evidenciaram que os mapas conceituais se constituem recursos que implementam um procedimento potencialmente facilitador da aprendizagem matemática e que podem possibilitar a ocorrência da aprendizagem significativa num ambiente receptivo a aulas prazerosas e construtivas.

**Palavras-chave:** mapas conceituais; aprendizagem significativa; aprendizagem em matemática.

## **ABSTRACT**

This study investigates how the constructions of conceptions maps implements a procedure potentially helpful of the mathematics learning clarifying the mathematics conceptions, leading the students to a meaningful learning. So it makes a resource, which helps the knowledge construction, in a pleasant environment. The study was based on the action research methodology, taking as a reference mainly Thiollent, Novak, Gowin, Ausubel, Paulo Freire, Piaget, Moreira. The research was done at Dom high school, in Erechim city /RS, during the year 2005, where participated the research teacher, the students of high school of first, second and third grades. After the oral explanation of the subject, the students, using the study book used at school, and with the help of the researcher teacher, made use of conceptions maps, identifying hierarchichially the conceptions. The results showed that conceptions maps are tools which implements potentially and are helpful procedure of the mathematics learning and that can make possible the occurrence of the meaningful learning in an receptive environment with pleasant and constructive classes.

**Key-words:** conceptions maps; meaningful learning; mathematics learning.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Mapa conceitual da teoria de educação de Novak.....	37
<b>Figura 2</b> - Modelo simplificado para mapas conceituais.....	38
<b>Figura 3</b> - Mapas conceituais traçados por um aluno do primeiro ano do Ensino Médio a partir do estudo individual do conteúdo de função exponencial e função logarítmica.....	57
<b>Figura 4</b> - Mapa conceitual traçado por um aluno que estudou o conteúdo de função logarítmica e função exponencial.....	58
<b>Figura 5</b> - Mapa conceitual elaborado por um educando do primeiro ano do Ensino Médio no estudo de logaritmo e suas propriedades.....	60
<b>Figura 6</b> - Mapa conceitual elaborado por um aluno do 2º ano do Ensino Médio que estudou o conteúdo de análise combinatória.....	62
<b>Figura 7</b> - Mapa conceitual construído por um aluno do segundo ano do Ensino Médio enfatizando o conteúdo de progressões.....	65
<b>Figura 8</b> - Mapa conceitual do conteúdo de figuras planas, introdução à geometria espacial, elaborado por um aluno do terceiro ano do Ensino Médio.....	67
<b>Figura 9</b> - Mapa conceitual construído por um aluno do terceiro ano do Ensino Médio no conteúdo desenvolvido nas aulas de revisão.....	70
<b>Figura 10</b> - Mapa conceitual construído por um aluno do terceiro ano do Ensino Médio no conteúdo de geometria espacial.....	72



## SUMÁRIO

<b>1 ORIGEM DA IDÉIA.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....</b>	<b>16</b>
1.1.1 Problema de pesquisa.....	16
1.1.2 Objetivo geral .....	22
1.1.3 Objetivos específicos .....	22
1.1.4 Questões de pesquisa.....	23
<b>1.2 A CONSTRUÇÃO DO MÉTODO: O PORQUÊ DE UMA PESQUISA-AÇÃO ...</b>	<b>23</b>
<b>2 SUSTENTAÇÃO DA IDÉIA PELA TEORIA.....</b>	<b>27</b>
<b>2.1 O PAPEL DA ESCOLA E DO PROFESSOR NO PROCESSO DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2 MAPAS CONCEITUAIS NO CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....</b>	<b>33</b>
<b>2.3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA A MATEMÁTICA ATRAVÉS DOS MAPAS CONCEITUAIS .....</b>	<b>42</b>
<b>2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: O DESAFIO DE CONVERTER INFORMAÇÃO EM CONHECIMENTO .....</b>	<b>48</b>
<b>3 PERCURSO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO .....</b>	<b>52</b>
3.1 OS SUJEITOS DA PESQUISA .....	53
3.2 A AMOSTRA .....	53
3.3 O MÉTODO .....	54
<b>4 ANÁLISE DOS DADOS .....</b>	<b>56</b>
4.1 ANÁLISE DOS MAPAS .....	56
4.2 COMENTÁRIOS SOBRE OS DEPOIMENTOS .....	74
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>80</b>

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	86
<b>ANEXO A</b> - Depoimentos de alunos do primeiro ano do Ensino Médio .....	89
<b>ANEXO B</b> - Depoimentos de alunos do segundo ano do Ensino Médio .....	92
<b>ANEXO C</b> – Depoimentos de alunos do terceiro ano do Ensino Médio .....	94

## 1 ORIGEM DA IDÉIA

Toda idéia resulta de um percurso e de um conjunto de convicções. O estudo que relato aqui está intimamente relacionado à minha história pessoal.

Nasci em Erechim, no Rio Grande do Sul, cidade na qual iniciei minha trajetória escolar aos três anos de idade. Meus pais resolveram colocar-me na escola mais cedo para que eu não ficasse sozinha em casa, uma vez que os meus primos – que totalizavam vinte e sete e eram todos mais velhos que eu – já estudavam, como de resto as crianças todas da vizinhança. “Assim terá companhia ao menos em um turno”, diziam eles. Evidentemente eu era uma criança com iniciativa e que não precisava da ajuda dos primos para me defender; já havia aprendido em casa que cada um deve se defender sozinho e precisa resolver seus problemas sem a interferência dos parentes.

Já na primeira série comecei a me destacar em matemática. Possivelmente, porque a professora gostava da matéria e favorecia minha aprendizagem. Além disso, talvez também porque era em matemática que meus pais tinham mais facilidade de me auxiliar nos deveres de casa.

Como cheguei ao final das Séries Iniciais antes da reforma do ensino introduzida pela Lei 5.692/71, precisei fazer o Exame de Admissão para o Ginásio, oportunidade em que me destaquei novamente na disciplina de Matemática.

Terminado o Ginásio, realizei exame para ingressar no Curso Científico, correspondente ao atual Ensino Médio, obtendo o segundo lugar entre os classificados e a nota mais alta na disciplina de matemática. Enquanto cursava o Científico, nos finais de semana, a minha casa tornava-se uma escola em que meus colegas vinham estudar em grupo e onde eu fazia o papel de professora.

Ao terminar o Científico, comecei a me perguntar sobre que curso fazer na faculdade. Todos os colegas, bem como os professores, incentivaram-me a optar pela graduação em Matemática. Fiz minha inscrição na Universidade Federal de Santa Maria e, após concorrer à vaga submetendo-me a dois concursos vestibulares no espaço de trinta dias, – pois o primeiro fora anulado devido à comprovação de fraude – fui aprovada. Mudei-me para Santa Maria e também ali passei a dar aulas particulares de matemática para a garotada do prédio em que morava. Terminada a graduação, voltei a Erechim, onde iniciei minhas atividades profissionais em escolas estaduais e em escolas particulares. Lembro-me do meu espanto diante da quantidade de pessoas que me procuravam para que eu lhes desse aulas particulares durante os finais de semana. Na época, atribuía a procura por aulas particulares ao despreparo da maioria dos estudantes em relação a conteúdo matemático. Em decorrência disso, começou, naquele momento, minha preocupação acerca de que fazer para mudar aquela realidade.

Eu já havia compreendido que a construção de uma aprendizagem capaz de levar o aluno à autonomia, ao desenvolvimento de habilidades e à flexibilidade de pensamento decorre do desenvolvimento de uma prática educativa problematizadora e que tenha, como objetivo, o exercício do aprender a aprender. Aprender a aprender é, acima de tudo, uma atitude de pensamento investigativo e uma postura curiosa que cria um movimento de busca de respostas e de aprendizagem contínua. Neste sentido, a aprendizagem pode ser concebida como algo em constante movimento e transformação em que os sujeitos se tornam donos de seu próprio processo.

O aprender na escola, no entanto, não evidenciava, e ainda não evidencia, essa característica; na escola, aprender é, acima de tudo, sinônimo de copiar e memorizar um conhecimento previamente definido e produzido por outra pessoa. Logo, ensinar restringe-se a transmitir um conhecimento concebido como algo pronto, verdade absoluta, que está fora do aprendiz, mas que nele deve ser

inculcado. Os conteúdos têm fim em si mesmos estão completamente descolados da realidade e o professor tem, no programa, seu maior compromisso. Nesse contexto, o aluno, desde muito cedo, percebe que o seu sucesso na escola depende de memorização passiva dos conteúdos (PIRAN, 1997).

Durante esses anos em que tenho atuado como professora de matemática na Educação Básica, freqüentemente ouvi os alunos perguntarem: “Para que estudar isso?”, ou ainda: “Onde vou utilizar isso em minha vida, se pretendo ser médico?” e fazerem observações do tipo: “Quem inventou isso não tinha nada para fazer na vida, só arranjou problemas para nós resolvermos”. Tal disposição dos alunos em relação à matemática decorre da visão distorcida da disciplina que se produz a partir da condução que o professor dá ao ensino. Quando os alunos são chamados apenas a memorizar e não a aprender, as aulas tornam-se uma mesmice para a qual é muito difícil motivá-los.

Em decorrência da percepção ora apresentada, entendo que, para exercer a missão de professor, hoje, além do conhecimento específico do conteúdo, é necessário superar o paradigma de nossa própria formação. Nas palavras de Paulo Freire (1983, p. 68), superar o paradigma da educação bancária e passar a exercer a educação libertadora. Para tanto, precisamos incorporar à nossa prática novas concepções sobre o aprender e precisamos rever a maneira de desenvolver os conteúdos, de modo que estes possam propiciar aprendizagens realmente significativas.

Apesar de, nos últimos anos, eu ter orientado minha prática pela transformação de minhas aulas em encontros mais prazerosos, de vir buscando contextualizar os conteúdos e incentivar os alunos a superarem suas dificuldades, ainda assim, via, em meus alunos, uma sistemática insatisfação em relação a desenvolverem exercícios. Eles demonstravam falta de habilidade para a organização dos conteúdos e apresentavam dificuldades para aplicar conhecimentos

adquiridos em uma situação a situações similares. Em suma, eu percebia que, para eles, informação não se transformava em conhecimento.

A educação só se constitui quando o professor, além de valorizar a informação, ocupa-se do desenvolvimento de habilidades que tornem o aluno mais autônomo e preparado para as etapas subseqüentes de formação. É desse modo que o professor, junto com o aluno, põe em prática uma educação que os qualifica, a ambos, para enfrentarem os desafios que a contemporaneidade apresenta. Além disso, é desse modo que se enseja o comprometimento com a construção do conhecimento para superar obstáculos.

O conhecimento não é predeterminado nem por estruturas internas do sujeito, nem por características preexistentes no objeto, mas construído pelas ações do sujeito sobre o meio, que se internalizam e se organizam, desencadeando um processo evolutivo de estruturas lógicas. Assim, a inteligência processa os movimentos de aproximação e apropriação do objeto, classificando-o, seriando-o, incluindo-o em alguma estrutura hierárquica e de classe. Entretanto, para construir um saber, para apropriar-se de um conhecimento, é necessário jogar com a informação, concebendo-a como certa e como incerta, para, através desse processo, que implica raciocínio, construir a possibilidade de transformar o objeto, de acordo com a experiência de cada um.

Também é preciso considerar que nem sempre as estruturas cognitivas dos alunos apresentam-se prontas para a construção de saberes matemáticos, principalmente quando são mobilizadas estruturas de pensamento de caráter operatório-formal. Cada aluno tem uma bagagem intelectual de conhecimentos prévios e de ferramentas mentais que favorecem ou dificultam o novo aprendizado, que, muitas vezes, exige construções mentais nem sempre espontâneas ou naturais. Daí a possibilidade de se estabelecer conflito cognitivo. O professor precisa ter a habilidade de perceber que sentido os alunos atribuem, nas suas construções

individuais, aos conceitos e idéias matemáticas, pois só assim poderá intervir no processo, pondo em prática estratégias que garantam, no caso de conflitos, formas de apropriação do saber matemático.

As concepções que fundamentam a Educação Matemática abrem novas possibilidades e constituem desafios para superar os mitos enraizados no ensino da Matemática, à medida que propõem mudanças significativas no ensino, tanto nos objetivos, quanto nos seus conteúdos, na metodologia e avaliações.

Retomando minha história, depois de muitos anos atuando na Educação Básica e vivendo os dilemas próprios de quem não quer apenas ensinar, mas garantir que os alunos aprendam, no Curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, deparei-me com a possibilidade de utilizar mapas conceituais como ferramentas para organizar, representar e fixar conceitos matemáticos – dos mais aos menos complexos – com o objetivo de auxiliar o aluno na construção de um material que reforce o conhecimento já adquirido, mas também o conduza a novas aprendizagens, tornando as informações mais acessíveis e visíveis. E esta foi a origem da idéia que me levou a desenvolver a pesquisa aqui relatada.

Os mapas conceituais, como forma de organizar conhecimento, representam o entendimento do aluno sobre um determinado assunto, tornando observável ao professor a compreensão que o aluno tem acerca do conteúdo desenvolvido. Podendo identificar problemas na construção do conhecimento, o professor tem a oportunidade de retomar conteúdos e rever os objetivos propostos para uma dada etapa de ensino. Os mapas conceituais, então, ao mesmo tempo que favorecem a apropriação do conhecimento matemático pelo aluno, à medida que oportunizam sistematizar saberes, evidenciar dúvidas e validar certezas, também permitem a avaliação da evolução do conhecimento do aluno pelo professor.

Para o aluno, os mapas conceituais são uma ferramenta através da qual pode organizar seu conhecimento de modo não linear, expressando-se de modo mais flexível. Tanto servem para lidar com problemas sofisticados quanto para formular questões, mesmo aquelas que, no início, se evidenciem de modo confuso, e outras, para as quais não haja respostas prontas. Por meio dos mapas, o aluno tem a oportunidade de formular concepções e evidenciar dúvidas.

Por isso, através da análise dos mapas elaborados pelos alunos, o professor pode visualizar a trajetória das transformações ocorridas na cadeia do conhecimento, tanto individual como de grupo, em que se evidenciem as dúvidas que viraram certezas, certezas que viraram dúvidas, certezas validadas, surgimento de novas dúvidas. A utilização de convenções apropriadas pode, inclusive, promover a identificação do percurso do aluno durante a sua investigação, sintetizando-o, uma vez que, através de uma coleção de mapas, o aluno representa seu conhecimento sobre o tema em diferentes instantes. Este conhecimento consiste de suas certezas provisórias, de suas dúvidas temporárias e de suas conclusões.

O papel do professor é fundamental na busca de propostas que desafiem o aluno a pensar por si mesmo, a ter autonomia na construção do conhecimento lógico-matemático e social. Na proposta desta pesquisa, os alunos criam mapas em que organizam os conteúdos, dos mais aos menos complexos. Como professora e pesquisadora, eu os ajudo a explicitarem o conhecimento matemático, encorajando-os e proporcionando-lhes situações que favoreçam a troca de opiniões como mais um recurso na compreensão do conteúdo e mais um método de estudo.

Ao requerer a participação do aluno na formulação das questões a estudar, os mapas conceituais podem favorecer o desenvolvimento da aprendizagem. O aluno é chamado a agir como um matemático, não só na construção dos mapas conceituais, mas também na apresentação de resultados e na discussão e argumentação dos pressupostos elaborados. O grande desafio é articular a construção dos mapas

conceituais de modo a construir um instrumento que seja interessante para o aluno e, ao mesmo tempo, capaz de promover o desenvolvimento matemático dos alunos com diferentes níveis de desempenho.

Através do mapa conceitual, pode-se evitar que o aluno aprenda mecanicamente, pode-se favorecer a apropriação de informações com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, propiciando uma aprendizagem significativa, a qual será decorrente da interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio do aluno.

## **1.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

O professor deve sair da esfera da teorização a fim de que possa ingressar em padrões da compreensão prática. Esta pesquisa se propõe a investigar como ocorre a aprendizagem de conceitos matemáticos, utilizando os mapas conceituais. Nessa perspectiva, delimito o problema e os objetivos desta pesquisa, conforme apresento a seguir.

### **1.1.1 Problema de pesquisa**

Neste momento, em que nós, professores, estamos nos questionando sobre o que facilita ou dificulta a aprendizagem de nossos alunos, podemos supor que um dos problemas relaciona-se à forma como se propõe a construção do conhecimento, especialmente, à metodologia usada para o ensino. Julgo que o problema esteja na maneira como estão sendo apresentados os conceitos e estabelecidas suas inter-

relações. Nesse contexto, uma das perguntas que o professor deve se fazer é se o ensino de Matemática que propicia aos seus alunos oportuniza a compreensão dos conceitos a partir de que se estruturam os conhecimentos matemáticos.

Minha prática como professora permitiu-me observar que, pelo menos nas escolas onde atuei nos últimos anos, os professores costumam apresentar os conceitos rapidamente, antes dos exemplos e dos exercícios, quando os apresentam. Embora os procedimentos dos professores não sejam o foco da minha pesquisa, ousou levantar a hipótese de que a falta de aprofundamento dos conceitos nas aulas de Matemática seja decorrente da dificuldade de expressão verbal dos professores, tanto no que tange à linguagem coloquial quanto em relação à linguagem específica da Matemática. Mas isso seria assunto para outra pesquisa. Fato é que, quanto menos o professor explicita os conceitos, maior a dificuldade dos alunos em assimilá-los. Além disso, se não forem constantemente retomados e relacionados uns aos outros, os conceitos e os termos em que são formulados ficam esquecidos ou perdem o sentido.

Isso implica dizer que professores e alunos devem construir estratégias ou ferramentas que possibilitem a realização de uma aprendizagem significativa, o que é muito distinto de um acúmulo de dados não compreendidos. E, se não existir o embasamento conceitual dos conteúdos, dificilmente oportunizar-se-á o desenvolvimento da capacidade crítica. Além disso, se o professor não exercitar a argumentação cotidianamente em sala de aula, o aluno será privado de aprender a argumentar.

Kamii (1988) relata uma experiência durante a qual os aprendizes formaram diversos conjuntos, sem conhecer a base teórica dos conjuntos, utilizando desenhos e objetos diferentes encontrados no próprio local de estudo. Acerca da compreensão de conceitos, a autora conclui:

as crianças não aprendem conceitos numéricos com desenhos. Tampouco aprendem conceitos numéricos meramente pela manipulação de objetos. Elas constroem conceitos pela abstração reflexiva à medida em que atuam (mentalmente) sobre os objetos. (KAMII, 1988, p. 56-58).

Piaget, um dos mais conhecidos estudiosos do pensamento da criança, trabalhou com crianças de várias idades em situações em que o conceito de quantidade era avaliado independentemente da capacidade de contar. Percebeu que as crianças sabiam contar, embora nem todas tivessem o mesmo conceito de quantidade. Detectou também que apenas algumas delas tinham o conceito de quantidade semelhante ao dos adultos.

Surge, frente a tais constatações, o grande desafio ao educador de Matemática: reconstruir metodologias que oportunizem maior participação discente para que as habilidades cognitivas que facilitam a aprendizagem – como pensar, selecionar, identificar, sintetizar, descrever e outras – não fiquem prejudicadas e a fim de que seja propiciada aos alunos uma verdadeira compreensão de conceitos. Em qualquer campo científico, essas são habilidades necessárias. Sem elas, a produção do conhecimento ou o acesso a ele, através de seu entendimento, ficarão incompletos, pois não ocorrerá assimilação do conceito, mas a reprodução de algo sem significado.

Para que os alunos apreendam os conceitos matemáticos e desenvolvam suas habilidades cognitivas, os professores precisam evidenciar que a construção dos conceitos decorre da reflexão sobre fenômenos, acentuando que conceituar é um processo pelo qual se descrevem esses conhecimentos. Braumann (2002, p. 5) afirma que

Aprender Matemática não é simplesmente compreender a Matemática já feita, mas ser capaz de fazer investigação de natureza matemática (ao nível adequado a cada grau de ensino). Só assim se pode verdadeiramente perceber o que é a Matemática e a sua utilidade na compreensão do mundo e na intervenção sobre o mundo. Só assim se pode realmente dominar os conhecimentos adquiridos. Só assim se pode ser inundado pela paixão 'detetivesca' indispensável a verdadeira fruição da Matemática. Aprender Matemática sem forte intervenção da sua faceta investigativa é como tentar aprender a andar de bicicleta vendo os outros andarem e recebendo

informação sobre como o conseguem. Isso não chega. Para verdadeiramente aprender, é preciso montar a bicicleta e andar, fazendo erros e aprendendo com eles.

Segundo Ausubel (1978), a aprendizagem mecânica é a aprendizagem de novas informações sem associação, ou com associação muito restrita aos conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, tornando-se, assim, apenas um fato. Em contraponto, a aprendizagem significativa (de que tratarei no Capítulo 2) distancia-se cada vez mais desses conceitos, pois, para transpor os elementos de um conceito subsunçor (pré-existente) para um outro conceito, é necessário trabalhar a base conceitual, agilizar as bases cognitivas, ou seja, analisar, sintetizar, justificar, exemplificar. O autor ressalta que, se não forem implementadas essas ações, teremos, como resultado, um conhecimento limitado.

A construção humana através da aprendizagem significativa, de David Ausubel (1976, p. 37-38), responde à necessidade de uma teoria de aprendizagem significativa e que corrobore as modernas concepções de pesquisa científica e as próprias observações de alunos em salas de aula e laboratórios de informática. Os resultados da aplicação da teoria da aprendizagem de Ausubel convenceram Novak e Gowin (1981) de que a teoria era uma formulação segura e abrangente, útil para professores de várias disciplinas.

A obra de Novak e Gowin (1988) é o resultado de vários anos de estudo, experiências e investigações sobre os problemas relativos à atividade de educar na sala de aula ou fora dela. Em sua obra, eles nos convidam para repensarmos nossos conceitos com relação à aprendizagem – conceitos que, às vezes, por desconhecermos a realidade, nos levam ao entendimento errôneo de que aquilo que se ensina na escola, ou em qualquer outro lugar, seja mais eficiente do que é realmente.

A grande preocupação de Novak e Gowin (1988) é a promoção de uma troca entre educador e educando, não de modo a suprimir os méritos dos professores, mas valorizando o sentimento da realização que se produz quando os alunos

compartilham os significados no sentido de discuti-los e clareá-los e de se apoiarem. Nesse caso, não se estabelece um enfrentamento entre professor e alunos. Qualquer atividade educativa deve ser, de acordo com os autores, uma ação de troca de significados e sentimentos entre aprendiz e professor.

Pode-se salientar que problemas na aprendizagem estão freqüentemente vinculados às práticas educativas deficientes e às propostas curriculares inadequadas, ou, ainda, impróprias para a idade dos alunos a que se destinam. Uma outra observação feita por Novak e Gowin (1988) relaciona-se à dificuldade de exposição de idéias simples, que se tornam complexas devido à forma como são expostas, muitas vezes mediante um vocabulário inadequado ao entendimento do educando, o que só reforça a hipótese que formulei acima sobre a dificuldade de expressão do professor de Matemática. Por essas razões, os autores propõem estratégias que possibilitem auxiliar os educandos a aprender a aprender e para auxiliar os educadores na organização de materiais e/ou objetos que propiciem a aprendizagem, conforme o nível intelectual dos alunos.

Em relação à construção de conceitos, é evidente que a capacidade cognitiva dos alunos deve ser considerada. O tratamento que se dá ao conceito, durante o trabalho com um aluno do Ensino Fundamental, deve ser diferente daquele que se dá ao mesmo conceito no trabalho com um aluno do Ensino Médio, atendendo-se aos pressupostos estabelecidos nas teorias de aprendizagem e na Psicologia Cognitiva.

Cabe, ainda, salientar que as aprendizagens decorrentes do interesse e da curiosidade dos alunos são as mais representativas, pois estão ligadas à vida e aos desafios concretos. A motivação aparece como conquista auto-reflexiva, pois segundo Freire (1996, p.39), “é pensando criticamente a prática de hoje e de ontem que se pode melhorar a próxima prática”.

A Teoria do Mapeamento Conceitual foi desenvolvida por Novak (1981,1997) e colaboradores, na Universidade de Cornell, a partir de 1972. Trata-se de uma

técnica que, na pesquisa aqui relatada, será considerada um instrumento para a aprendizagem matemática, à medida que enfatiza conceitos e relações entre conceitos. Entendida como um instrumento de metachecimento<sup>1</sup>, seu papel é fundamental em toda ação ou operação envolvendo conhecimento: (i) para estabelecer relações entre conhecimentos; (ii) nos processos de aprendizagens; (iii) nas atividades de síntese ou “compilação” dos conhecimentos; (iv) a relação entre o conhecimento teórico e o prático, entre diferentes disciplinas, entre especialistas e leigos. É, também, um instrumento para facilitar a aprendizagem significativa em sala de aula. E, inequivocamente, cabe ao professor oferecer aos alunos instrumentos que os ajudem não apenas a gravar momentaneamente conceitos, mas permanentemente, de modo que a aprendizagem seja realmente significativa. Segundo Ausubel (1968), os mapas conceituais têm se mostrado muito úteis, na prática e facilitam a aprendizagem significativa.

O mapeamento conceitual é considerado como um instrumento heurístico que tem a forma de um vê, por isso também é denominado de “Diagrama Vê” ou “Vê de Gowin” (Gowin, 1981). Tem a função de analisar a estrutura do processo de produção do conhecimento, bem como a de facilitar a aprendizagem significativa em sala de aula. Assim, este “Vê epistemológico” é um instrumento de metachecimento, considerado um recurso heurístico desenvolvido por Gowin (1981) e Novak; Gowin (1984,1996) que, além de ser usado como estratégia facilitadora da aprendizagem significativa, tem servido para representar a construção do conhecimento humano, num cruzamento entre o pensar (conhecimento) e o fazer (metodologia).

Nessa perspectiva, a utilização do mapa conceitual – proposta por Novak e Gowin (1984, 1988) – como instrumento de estudo que auxilia na aprendizagem significativa – de acordo com a proposta que emana da teoria de Ausubel (1968) – é

---

<sup>1</sup> Conhecimento que diferentes sujeitos e instituições possuem sobre seu próprio conhecimento, sobre o conhecimento de outros agentes e sobre as possibilidades e esferas de sua aplicação.

bastante significativa para levar o educando, assim como o educador, à viabilização da aprendizagem significativa em Matemática.

De acordo com os autores acima mencionados, os mapas conceituais podem funcionar como potencializadores da sistematização, da organização, da hierarquização e da compreensão conceitual. Sendo assim, os mapas podem ser diretamente relacionados ao processo da aprendizagem significativa.

A proposta desta pesquisa, então, baseada nos pressupostos acima apresentados, é o desenvolvimento de uma investigação de caráter qualitativo sobre a contribuição dos mapas conceituais para a aprendizagem de conceitos matemáticos.

Desse modo, definem-se os objetivos do estudo, a seguir apresentados.

### **1.1.2 Objetivo Geral**

O objetivo geral é investigar se os alunos que são instados a construir mapas conceituais apresentam progresso em termos de aprendizagem de conceitos matemáticos.

### **1.1.3 Objetivos específicos**

1.1.3.1 Construir mapas conceituais com alunos em processo de aprendizagem de conceitos matemáticos;

1.1.3.2 Acompanhar, observar e descrever a evolução da competência dos alunos da construção de conceitos, tendo como instrumento o mapa conceitual.

Decorrentes dos objetivos acima explicitados, evidenciam-se as questões de pesquisa, as quais serão respondidas no Capítulo 3, à medida que os dados sejam cotejados com os referenciais teóricos, de que trata o Capítulo 2 deste estudo.

#### **1.1.4 Questões de pesquisa**

- a) Como se processa o ensino de Matemática com o uso de mapas conceituais?
- b) Como os mapas conceituais oportunizam a ocorrência de aprendizagem significativa em Matemática?
- c) Como o mapeamento conceitual em Matemática ajuda a esclarecer, a definir e a relacionar os conceitos em Matemática?

### **1.2 A CONSTRUÇÃO DO MÉTODO: O PORQUÊ DE UMA PESQUISA-AÇÃO**

Sendo este um estudo qualitativo, pressupõe que o pesquisador e também professor, tendo presente a seriedade, o rigor e o compromisso científico que este estudo impõe, participe ativa e diretamente, ou indiretamente, com seus alunos, no estudo de mapas conceituais, por isso define-se como uma pesquisa-ação e requer uma estratégia sensível, caracterizada pela pluralidade e flexibilidade metodológica.

A pesquisa-ação define-se como uma estratégia de pesquisa social em que os envolvidos atuam conscientemente. Nesse tipo de investigação é produzido novo conhecimento, através da ação crítica de seus participantes, pois os mesmos

envolvem-se num processo de transformação, contribuindo significativamente com informações acerca das situações observáveis. Assim, dá-se início a uma dinâmica de melhoria da realidade investigada, pela resolução crítica de seus problemas e pela emancipação dos indivíduos que dela participam. Conforme Thiollent (1985, p. 25):

[...] a pesquisa-ação não é considerada uma metodologia. Trata-se de um método, ou de uma estratégia de pesquisa agregando vários métodos ou técnicas de pesquisa social, com as quais se estabelece uma estrutura coletiva, participativa e ativa ao nível de captação de informação.

Na pesquisa-ação o trabalho em equipe e a interação do grupo ao longo de todo processo criam o espaço de intercâmbio e comunicação entre pessoas preocupadas em melhorar uma determinada situação e em trilhar caminhos mais construtivos. Daí a atuação do pesquisador ter caráter político.

Segundo Dienes (1970, p. 24), “a falta de entendimento dos processos matemáticos que prevalece em nossas escolas, hoje, não é uma boa preparação para uma carreira científica”; por isso, nós, professores, precisamos superar o paradigma em que se inscreve o ensino tradicional e criar novas condições em que nos sintamos seguros na tarefa de guiar, corrigir e avaliar nosso trabalho (ação) em sala de aula. A pesquisa-ação pode favorecer tal construção.

Tem-se conhecimento de que a época áurea da polêmica epistemológica das discussões sobre as relações entre pesquisador e objeto de pesquisa, sobre sujeito e objeto de conhecimento foi o final do século XIX. Mas foi apenas na década de 70 do Século XX que os educadores sentiram a necessidade da investigação cooperativa, uma vez que, a partir daquele momento, foi-lhes aberto espaço para a participação em pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem.

A pesquisa-ação possibilita ao professor-pesquisador investigar os problemas educacionais e, à medida que reflete sobre eles, propor uma ação para a melhoria de sua prática, enquanto a realiza de modo cooperativo com seus alunos. Neste

sentido, podemos dizer que não há intenção de uma nova teoria pedagógica, mas de uma efetiva colaboração na melhoria da prática de ensino, como afirma Thiollent (1985, p. 20):

na pesquisa-ação existem objetivos práticos de natureza bastante imediata: propor soluções quando for possível e acompanhar ações correspondentes, ou pelo menos fazer progredir a consciência dos participantes no que diz respeito à existência de soluções e de obstáculos.

A atitude do pesquisador, então, deve ser reflexiva, tanto voltada para sua história de vida, como para a maneira de ser do outro, sem desconsiderar a dinâmica e o funcionamento do grupo, que deve ser orientado na direção das mudanças devidas.

Considerando as características de uma pesquisa-ação, esta investigação foi realizada sobre a ação de cada participante, no seu trabalho, nas suas observações, de modo que cada educando fosse tomando consciência de seus avanços e, num processo natural, modificando suas ações e adquirindo conhecimento. Todos os participantes desta pesquisa estavam motivados para a realização do trabalho e tiveram acesso aos resultados da pesquisa para uma possível transformação, como comprovamos no capítulo 4 e através dos depoimentos dos alunos, que constam como anexo no final deste trabalho.

Por ser a educação uma atividade social e cultural, requer a participação ativa de educadores e educandos – estes se constituem agentes ativos do processo educacional. Assim, nesta investigação, todos assumiram posições participativas, como membros envolvidos no trabalho, ensejando um processo aberto de tomada de decisão e comprometimento no exame de seus próprios valores, organizações, engajados que estavam num sentimento de solidariedade, fraternidade e colaboração mútua.

A sociedade hoje redefine a tarefa do professor e o coloca na responsabilidade de aperfeiçoar seu método de ensino. E esta pesquisa visa a esta

retomada, numa perspectiva de mudança, procurando envolver os participantes em todas as etapas da realização e decisão dos estudos, para que possam permanecer como partes da vida de todos os colaboradores.

## **2 SUSTENTAÇÃO DA IDÉIA PELA TEORIA**

### **2.1 O PAPEL DA ESCOLA E DO PROFESSOR NO PROCESSO DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM**

Afinal, como é a escola do Século XXI? Como ela está preparando a criança e o jovem para a vida? Não me refiro a modelos ou técnicas mais eficientes, mas àquela sabedoria que deve ser a herança de uma escola que constrói e reconstrói conhecimento, embasada numa estrutura sólida e consistente, num processo contínuo, não maculado por uma sociedade que repousa na força física ou na rapidez da execução de tarefas; eu me refiro a uma escola comprometida com uma sociedade mais justa, equilibrada, sábia, que ainda acredita no cientista que existe dentro de cada educando que, com sede de saber, senta-se diante do educador e, com olhos curiosos, espera aprender a aprender.

Hoje já não podemos mais aceitar aquela escola em que o professor chega à sala de aula, faz a chamada, vai à lousa e expõe o conteúdo de sua disciplina diante de alunos que escutam, fazem anotações, conversam, brincam, sonham ou dormem. Nessa escola, quando toca o sinal, o professor é o primeiro a estar fora da sala de aula, pois acredita ter dado o seu recado com eficiência, enquanto os alunos, com um suspiro de desalento, saem correndo para encontrar o seu mundo, o seu “eu” deixado fora da sala de aula.

Para mudarmos essa situação, devemos repensar a escola de hoje. Precisamos saber quais as mudanças que devem ser feitas nos diversos segmentos que a estruturam. Poderíamos começar, segundo Macedo (1994, p. 23) pela “postura do professor”. De acordo com o autor, o professor deve conhecer muito bem o conteúdo a ser ministrado, porque só assim pode orientar o aluno na

construção do seu conhecimento. Dentro de uma proposta construtivista, o professor deve ser o desafiador do aluno, induzindo-o a questionamentos inteligentes que despertem o cientista escondido dentro dele. No passado, valorizava-se o conhecimento do educador para que o mesmo ministrasse com maestria o conteúdo e avaliasse corretamente; hoje, além de ter muito conhecimento sobre o que ensinar, ele deve saber conversar com o educando para auxiliá-lo a localizar, na história da ciência, aquilo que corresponde ao seu pensamento. A escola precisa ser guardiã e canalizadora dos valores humanos, tão universais como as verdades científicas, propiciando, ao mesmo tempo, a vivência de momentos em que professor e aluno construam juntos os saberes.

Nesse contexto, é necessário que o professor deixe de ser um mero transmissor de conteúdo; é preciso que saiba colocar a serviço da construção do conhecimento as mais variadas estratégias. De acordo com Macedo (1994, p.36) “ser construtivistas implica ter uma prática pedagógica com base não apenas na simples transmissão”. Mesmo a cópia ou repetição pode ser considerada um método de estudo, pois exige um conhecimento de situações específicas, como: quando repetir, por que repetir e como repetir. A “cópia não morreu, mas foi re-significada como trabalho de pesquisa ou aperfeiçoamento” (MACEDO, 1994, p. 36).

Para o educando, tanto a cópia, como o refazer exercícios é importante, pois lhe permite fixar os conhecimentos adquiridos e avançar facilmente a níveis mais complexos do conteúdo. Repetir é fixar a matéria estudada, fortalecendo a capacidade de estudo. Macedo (1994, p. 36), sintetiza essa idéia, afirmando que “construir conhecimento implica em deduzi-lo a partir de um outro já existente ou dado, ainda que parcialmente”. Ausubel (1982) também converge para essa idéia ao reconhecer que o fator isolado e mais importante a influenciar a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe.

Para facilitar o trabalho do professor, as escolas ainda tendem a separar os alunos em turmas homogêneas do ponto de vista da idade, procedimento e conhecimento; dizem que esse procedimento tem o propósito de facilitar o desenvolvimento intelectual dos alunos. Desse modo, a escola espera que o professor trabalhe com todos os alunos ao mesmo tempo, já que estes apresentariam um ritmo de aprendizagem igual. O que diferenciaria uma turma de outra seria a velocidade em que o professor apresentaria a matéria e o grau de exigência quanto ao alcance dos objetivos propostos. Como resultado, entretanto, realça o bom desempenho de alguns educando e a deficiência de outros, não permitindo que realmente haja um educar pela pesquisa, ou mesmo um “aprender a aprender” igualitário.

Se a escola organizasse turmas heterogêneas propiciaria maior participação de todos os alunos, solidariedade entre os educando e condições para uma aprendizagem significativa e um conhecimento coletivo, não individual.

Para além da artificialidade da constituição de turmas, o que pode diferenciar o aprendizado de nossos educandos é o reagrupamento dos alunos em grupos pequenos para facilitar o contato professor-aluno. O professor, nessa situação, poderia dar conta da formação plena de todos os educandos. Sabemos que na interação dos alunos em grupos menores estes se tornam mais produtivos e é favorecida a inclusão mesmo daqueles que estão distantes dos demais em termos de conhecimento. Não podemos nos esquecer de que cada educando tem o seu tempo de aprendizagem e de que devemos respeitar a capacidade de entendimento que demonstram. Segundo Arroyo (2004, p. 349),

As aprendizagens são diversas, inda que as capacidades sejam as mesmas. [...] todos os educandos têm direito a essas formas mais flexíveis e dinâmicas de interagir, aprender e se socializar, [...] e a função da escola, das redes, dos profissionais do ensino-aprendizagem é criar situações-mediações propícias.

Nestes grupos não se cogita o insucesso do educando, mas o respeito às diferenças individuais; é favorecida uma educação de troca de idéias, dialogada e de conversas colaborativas, que pode conduzir o educando e o educador a novas formações, à construção de aprendizagens mais significativas, de acordo com capacidade e esforço de cada um. Para chegar a isso, precisamos de uma escola que aprenda; que busque novos conhecimentos e métodos incessantemente em todos os setores; que apresente um novo conceito de trabalho; que acredite em seus objetivos; que permita aos educandos o desenvolvimento de suas potencialidades e que realmente o ajude a descobrir novos caminhos a ser trilhados, garantindo um processo de aprendizagem, construção coletiva e trabalho em equipe.

Nesse contexto, ganham importância as relações interpessoais, a educação dos sentimentos e dos valores, que não implicam mudanças no ambiente físico e no material didático, mas no social e psíquico do educando e do educador. É um novo viés da cultura educacional, em que o objetivo é o desenvolvimento da solidariedade, da tolerância, da segurança, da capacidade de gerenciar os pensamentos ocultos e, principalmente, da habilidade de trabalhar perdas e frustrações. Trata-se, enfim, de transformar a inércia em dinâmica, ou melhor, transformar indivíduos não pensantes em pensadores. Somente através dessa relação poderemos ser considerados construtores de um mundo melhor.

Na perspectiva do conceito construtivista, o ensino não consiste em transmitir conhecimentos acabados aos educandos; é necessário oferecer ajuda para que cada educando consiga construir as aprendizagens básicas estabelecidas no currículo escolar (Piaget, 1990). Sendo assim, a função do educador é desenhar e organizar experiências educativas utilizando o período da centralidade do educando como sujeito ativo da aprendizagem. O educador atua como mediador entre o educando e os conteúdos que este precisa aprender, ajustando o apoio pedagógico ao processo de cada um. Aqui fica claro que o ensino não é um conjunto de receitas

que se pode aplicar a todos os alunos e situações uniformemente; pelo contrário, é uma atividade dinâmica, dentro do qual intervêm múltiplos fatores que impedem prever de antemão o que acontecerá nas aulas. Este é fator determinante para que o educador passe a refletir e revisar constantemente a sua prática pedagógica para identificar os fatores estratégicos a serem utilizados e promover a aprendizagem significativa de todos os alunos.

Para tornar significativo um novo conhecimento, é necessário que a nova informação se relacione de maneira não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do educando. Ausubel critica a forma como a escola propõe o conhecimento aos alunos. Ele diz:

[...] todo conteúdo daquilo que vai ser aprendido é apresentado ao aluno de forma final. A tarefa de aprendizagem não envolve qualquer descoberta independente por parte do estudante. Do aluno exige-se somente internalizar ou incorporar o material (uma lista de sílabas sem sentido ou adjetivos emparelhados; um poema ou um teorema geométrico) que é apresentado de forma a tornar-se acessível ou reproduzível em alguma ocasião futura. (AUSUBEL et al, 1980, p. 20).

A escola precisa propiciar aos alunos as condições para desenvolverem significados capazes de manter unidas suas experiências de aprendizagem. Quando os educandos desenvolvem princípios que são gerais e significativos, eles se tornam mais aptos a aplicar novos conceitos e ou habilidades relacionadas numa variedade de situações.

Paulo Freire (2000, p. 31) diz: “uma das bonitezas de nossa maneira de estar no mundo e com o mundo, como seres históricos, é a capacidade de, intervindo no mundo, conhecer o mundo”. Mas o nosso conhecimento do mundo tem historicidade. Ao produzir um novo conhecimento, o que antes foi novo se fez velho e se ‘dispõe’ a ser ultrapassado num outro novo amanhã. Isto nos leva a aprender a aprender, o que envolve um contínuo agir em educação, que se renova a cada dia; constitui-se em uma constante busca por novos saberes, através de que se promovam e

respeitem os saberes dos outros, mas também provoca inquietações. Exige postura crítica, indagações e soluções para os desafios que se apresentam sem cessar.

As aprendizagens fundamentais que deverão constituir os pilares do conhecimento, reproduzidas abaixo, são identificadas em documento da UNESCO:

a) aprender a conhecer: adquirir os instrumentos da compreensão, dominar os instrumentos do conhecimento, isto é, aprender a aprender, fornecer as bases para o aprender durante a vida inteira;

b) aprender a fazer: para poder agir sobre o meio envolvente. Uma combinação de competência técnica com a social, capacidade de trabalhar em equipe, iniciativa;

c) aprender a viver junto com as outras pessoas: conhecer sua história, cooperar, participar de projetos comuns, criando nova mentalidade de partilhar da realização da vida de melhor qualidade para todas as pessoas, incluindo aquelas ainda excluídas dessas qualidades vitais;

d) aprender a ser: envolve discernimento, imaginação, capacidade de cuidar do seu destino; é fundamental e integra os três anteriores. (DELORS, 1998).

A educação é um processo de construção e reconstrução cujos efeitos devem produzir mudanças na configuração do sujeito, neste caso, o educando, tornando-o mais flexível, mais humano, mais identificado com o sistema de valores que lhe servem de referência (SASTRE, 2002, p. 61). Como consequência da mudança nas formas de aprender dos educandos, tornam-se necessárias mudanças nas formas de ensinar dos professores.

A aprendizagem concebida desse modo caracteriza um novo paradigma para a educação, em que o aprender passa a ocupar o centro das preocupações e a aprendizagem ganha novo significado. A aprendizagem deixa de ser vista como a

simples aquisição e acumulação de conhecimentos, em que a transmissão de informações adquire papel relevante; é agora concebida como um processo de apropriação individual que, embora utilize as informações, o faz de forma totalmente diferente, pois supõe que o próprio educando vá buscá-las, e selecioná-las de acordo com suas próprias necessidades de conhecimento.

## **2.2 MAPAS CONCEITUAIS NO CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Mapas conceituais foram usados pela primeira vez por Joseph Novak em 1960 e têm sua origem nos estudos sobre aprendizagem significativa de David Ausubel. O ponto de partida de formulação dos mapas são os conhecimentos prévios dos educandos sobre uma determinada ação. Ao disporem sob a forma gráfica de um mapa conceitual os conceitos conhecidos, relacionando esta noção inicial com outra também já conhecida e estabelecendo uma hierarquia e/ou determinando propriedades, o aluno pode organizar o seu conhecimento de maneira autônoma, retificando seu próprio raciocínio em função da construção do mapa.

No processo de aprendizagem significativa, os mapas conceituais demonstram ser um instrumento adequado porque possibilitam ao educando (e ao educador) desenvolver um processo cognitivo de aprendizagem em que ele próprio orienta a aquisição de novas informações porque elas estarão diretamente relacionadas com a estrutura de conhecimento prévio. Entendemos por “estrutura de conhecimento prévio” aquela que o indivíduo possui, no momento da aprendizagem, como produto da sua integração cultural. Através dos mapas, os conhecimentos prévios dos alunos são valorizados, para que possam construir estruturas mentais que permitam descobrir e redescobrir outros conhecimentos.

A aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento do educando e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. Não podemos nos esquecer de que, nas suas atividades cotidianas, o aluno parte e serve-se da sua experiência pessoal, que fundamenta parte de sua ação, dando sentido à nova informação, que serve de elo entre o que conhece e o que adquire. É isso que, na opinião de Ausubel (1980), torna o conhecimento significativo.

A informação nova é ligada a conceitos existentes (subsunçores), isto é, estabelecem-se relações entre os novos conceitos e/ou informações e os conceitos e conhecimentos já existentes ou com alguma experiência prévia. É a isso que Ausubel, Novak & Hanesian (1980, p. 23) chamam aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa [...] ocorre quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia correspondente, para assim proceder.

Assim, o conhecimento que o aluno possui - conhecimentos prévios - é o fator isolado mais importante que influenciará na aprendizagem subsequente (AUSUBEL, 1978, p. 56). Os conhecimentos prévios, acima denominados subsunçores, são elementos centrais para estruturação e construção do conhecimento, com os quais a nova informação interage, resultando uma mudança tanto da nova informação quanto do subsunçor ao qual se relaciona. Se os subsunçores são elementos preponderantes para que haja aprendizagem significativa, da mesma forma o material oferecido ao educando deve ser potencialmente significativo, isto é, relacionável aos conceitos já existentes na sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 1993, p. 9-10).

Segundo o próprio Ausubel, a principal função do conhecimento prévio é de servir de ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber a fim de que o conteúdo apresentado possa ser aprendido de forma significativa. Os mapas são

úteis na medida em que podem facilitar a aprendizagem. Como diz Ausubel (1968, p. 80), “[...] o fator isolado importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; determine isso e ensine-o de acordo”.

Para que ocorra a aprendizagem significativa é preciso que ocorra um processo de modificação do conhecimento, e que se reconheça a importância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento. Nesse sentido, são necessárias duas condições: primeiramente o educando precisa ter uma disposição para aprender - se o educando quiser memorizar o conteúdo arbitrariamente e literalmente, então a aprendizagem será mecânica; em segundo lugar, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo; o significado psicológico relaciona-se à experiência que cada educando tem, de modo que cada educando faz uma seleção dos conteúdos que tenham ou não significado para si.

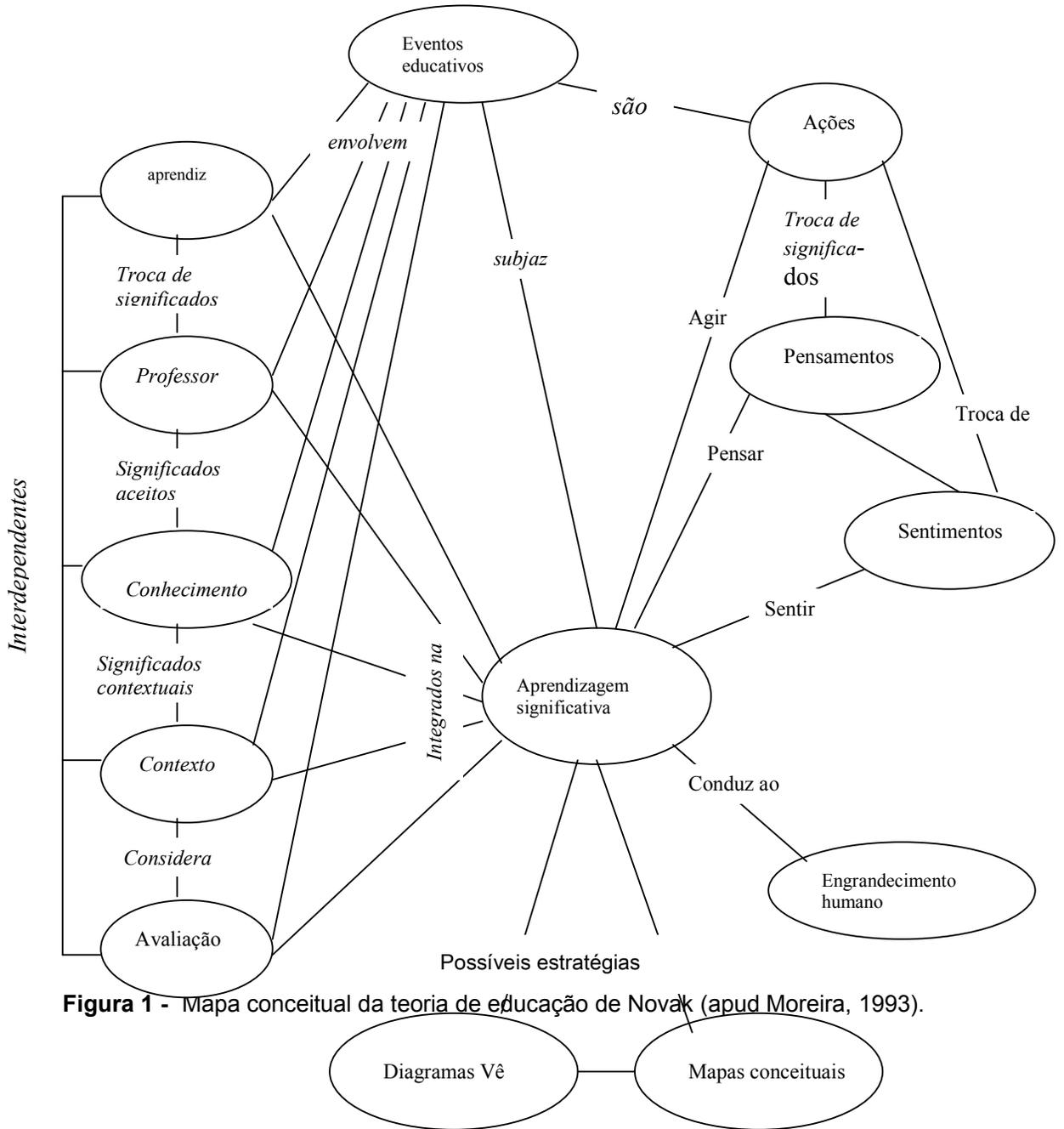
As proposições de Ausubel partem da consideração de que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna, baseada em conhecimento de caráter conceitual, cuja complexibilidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem entre si que do número de conceitos presentes. Assim, a estrutura cognitiva é compreendida como uma rede de conceitos organizados de modo hierárquico, de acordo com o grau de abstração e de generalização de que cada educando é capaz.

Nessa perspectiva, os mapas conceituais apresentam-se como uma possível técnica ou estratégia para ensinar os alunos a aprender a aprender, ou como propõe Novak, (1996, p. 31) para tornar claro “tanto aos professores como aos alunos, o pequeno número de idéias-chave em que eles se devem focar para uma tarefa de aprendizagem específica”.

Em função dessas características, pode-se conceber um mapa conceitual como um instrumento de metacognição. Etimologicamente, “metacognição significa a cognição da cognição, isto é, a faculdade de conhecer o próprio pensar” (SALEMA, 1991, p. 52). Em outras palavras, a metacognição é o processo mental através do qual o sujeito toma consciência das suas atividades cognitivas, avalia o produto mental das mesmas, tomando a decisão de modificá-las ou não.

Salema (1991, p. 55) ainda afirma que o desenvolvimento da metacognição permite que o aluno, “à medida que se torna mais consciente dos seus processos de pensamento, compreenda e escolha mais facilmente aqueles que deverá aplicar numa determinada tarefa e, como tal, tem a possibilidade de os controlar”. Vemos, assim, a importância do processo de metacognição nas transferências e, conseqüentemente, na aprendizagem, que Ausubel (1980) denomina de significativa.

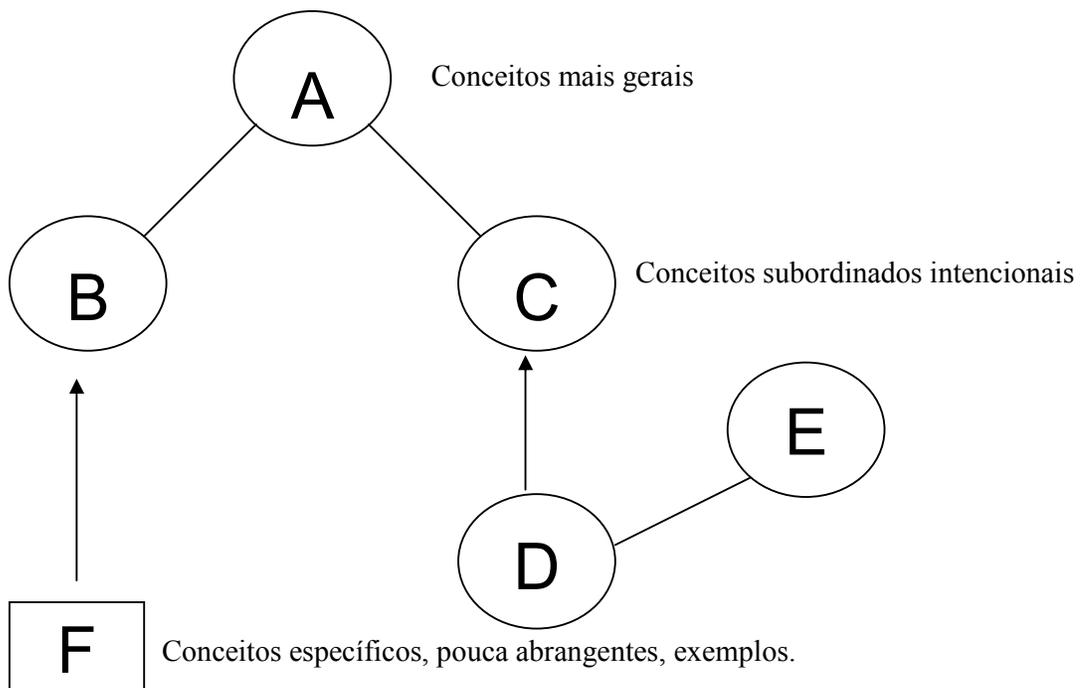
Moreira (1993) considera a teoria de educação proposta por Novak e Gowin (1981) como uma ampliação da teoria significativa de Ausubel (1978). Para Novak e Gowin, toda situação educativa envolveria uma ação cuja intenção seria uma troca de significados, para os quais seria necessário pensar, e de sentimentos entre o professor e o aprendiz. Assim, podemos concluir que uma situação educativa abrangeria cinco elementos: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação, conforme apresentamos no mapa conceitual a seguir.



**Figura 1 -** Mapa conceitual da teoria de educação de Novak (apud Moreira, 1993).

Tomando por base os princípios ausubelianos, um mapa conceitual pode incluir um certo número de conceitos, suas relações bem como o seu grau de abrangência. Normalmente usamos a dimensão vertical para demonstrar a hierarquia dos conceitos. Os conceitos mais gerais ou abrangentes são colocados no topo e, à medida que se desce, vêm os menos abrangentes. Na parte inferior colocam-se os conceitos mais específicos. As linhas conectadas aos conceitos indicam relações entre os mesmos, que podem ser identificados por palavras ou frases.

O modelo abaixo ilustra as características a que se alude acima. O conceito A é considerado o mais geral e o F o menos geral. Os conceitos B e C têm o mesmo grau de generalidade.



**Figura 2** - Modelo simplificado para mapas conceituais.

Os mapas conceituais assim construídos mostram uma estrutura hierárquica, em que se distingue o conceito mais abrangente no topo. A seqüência da construção só será possível se o aluno tiver um bom embasamento conceitual, ou seja, subsunçores adequados para seguir em frente.

Ao evidenciar os conceitos-chave a aprender, ao sugerir novas ligações e ao basear-se nos conhecimentos e experiências anteriores dos alunos, os mapas conceituais podem ser um ótimo instrumento de aprendizagem significativa, ajudando igualmente o professor a estabelecer o caminho a seguir para um desenvolvimento curricular promotor de sucesso na aprendizagem. (NOVAK; GOWIN, 1996).

Na realidade, o que podemos constatar é que os mapas conceituais podem ser utilizados como um recurso “que visa facilitar a aprendizagem de conceitos” (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1987, p. 7). Pela sua simplicidade, tem grande utilização, pois dispensa qualquer tecnologia moderna, inclusive a da informática, ausente em muitas escolas, o que possibilita o seu uso nas mais simples condições de trabalho.

Também podemos dizer que mapas conceituais são uma estratégia para a organização de idéias por meio de palavras-chave, imagens, símbolos, figuras, fórmulas, em uma estrutura a partir de uma idéia, um conceito, um conteúdo etc. Segundo Joseph Novak (1977), eles são utilizados como ferramenta para organizar e representar conhecimento; de acordo com Ausubel (1968) eles são utilizados como uma linguagem para descrição e comunicação de conceitos e seus relacionamentos, funcionando como suporte para a aprendizagem significativa.

Por serem diagramas hierárquicos, de acordo com Moreira e Buchweitz, (1986, p. 11),

procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte de uma disciplina, de um livro, de um artigo, de um experimento de laboratório,

da estrutura cognitiva de um indivíduo sobre um dado assunto, de uma obra ou de uma outra fonte ou área de conhecimento qualquer.

Os mapas conceituais podem ter várias dimensões, sendo os mais utilizados os bidimensionais, que favorecem uma representação menos elementar e menos complexa que os de mais dimensões; permitem que os traços se apresentem de diferentes maneiras, dependendo de como se entendam os conceitos e as relações que mantêm uns com os outros, de modo que não se pode dizer que um tipo de mapa é melhor que outro. Para Moreira e Buchweitz (1986, p. 14) “o ponto importante é que um mapa conceitual deve sempre ser visto como ‘um mapa conceitual’ e não ‘o mapa conceitual’ de um conjunto de conceitos”.

Buchweitz (1984 apud MOREIRA; BUCHWEITZ, 1987, p. 14) assegura que

Embora sejam concebíveis mapas conceituais diferentes dentro de uma mesma área de conhecimento, devido às diferenças individuais da estrutura cognitiva dos autores e da própria forma de representar essa área em um mapa, isso não significa que todos os mapas possíveis sejam plenamente aceitáveis. É provável que alguns poucos possam ser julgados como os que melhor representam a estrutura conceitual da área de interesse e, portanto, mais aceitável que os outros. Bem mais difícil e arbitrário é selecionar um único mapa como ‘o melhor’ ou ‘o mais apropriado’ dentre os aceitáveis.

Não podemos deixar de salientar que mapas conceituais não são mapas rodoviários. Os conceitos não podem representar cidades nem mesmos os traços são as ligações entre as cidades ou rodovias. Segundo Moreira e Buchweitz (1987, p.14), “em mapas conceituais as linhas procuram representar relações proposicionais significativas entre conceitos”.

Ainda de acordo com Moreira (1980, p. 51), podemos destacar algumas vantagens e desvantagens da utilização de mapas conceituais. São consideradas vantagens:

a) enfatizar a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento;

b) mostrar que os conceitos de uma disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade e apresentar estes conceitos numa ordem hierárquica de inclusividade que facilite a aprendizagem e a retenção dos mesmos;

c) prover uma visão integrada do assunto e uma espécie de “listagem” daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais.

Dentre as possíveis desvantagens, podemos citar:

a) se o mapa não tiver significado para o aluno, poderá percebê-lo apenas como algo mais a ser memorizado;

b) os mapas podem ser muito complexos ou confusos, dificultando a aprendizagem e a retenção do conhecimento, ao invés de facilitá-las;

c) a habilidade dos alunos para construir suas próprias hierarquias conceituais pode ficar inibida, em função de que já recebem prontas as estruturas propostas pelo professor (segundo sua própria percepção e preferência).

Apesar disso, Moreira salienta que toda a desvantagem pode ser contornada quando o próprio aluno – a quem esse trabalho se destina - o constrói. Nesse processo, o professor tem papel fundamental, pois ele é que vai criar as condições para que o aluno construa conhecimentos. Como afirma DELLORS (1998, p. 89):

A educação deve transmitir, de fato, de forma maciça e eficaz, cada vez mais saberes e saber-fazer evolutivos, adaptados á civilização cognitiva, pois são bases das competências do futuro. (...) À educação cabe fornecer, de algum modo, os mapas de um mundo complexo e constantemente agitado e, ao mesmo tempo, a bússola que permite navegar através dele. (...) Não basta de fato, que cada um acumule no começo da vida uma determinada quantidade de conhecimento de que possa abastecer-se indefinidamente. É, antes necessário estar à altura de aproveitar e explorar, do começo ao fim da vida, todas as ocasiões de atualizar, aprofundar e enriquecer estes primeiros conhecimentos, e de se adaptar a um mundo em mudança.

A condição necessária para a construção do conhecimento é a existência de um ambiente favorável a esse processo. E em qualquer disciplina, especialmente em matemática, é o professor que deve propiciá-lo.

## **2.3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA A MATEMÁTICA ATRAVÉS DOS MAPAS CONCEITUAIS**

Olhando o contexto educacional, hoje já não podemos mais falar sobre estímulos, respostas, reforços, objetivos educacionais, instrução programada e tecnologia educacional. Atualmente as palavras de ordem são “construtivismo”, “mudança conceitual” e, principalmente, “aprendizagem significativa”, mesmo que a prática de alguns docentes continue reproduzindo alguns princípios behavioristas. Podemos notar, entretanto, que há uma grande preocupação em mudar, ou melhor, em fazer diferente, que fica bem claro ao vermos as mudanças conceituais.

Ausubel (1963, p. 58) afirma que “a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de idéias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento”. Isto equivale a dizer que a construção de significados é a relação ou vinculação entre o que o aluno sabe e os conhecimentos novos, isto é, o processo de reformular o que já conhece a partir do que aparece de novo.

Em se tratando de conceitos, podemos dizer que o aluno só aprende um conceito qualquer quando lhe atribui um significado. Isso não significa que os alunos não possam utilizar mecanicamente uma dada fórmula, sem entenderem o que significa (COLL, 1999, p. 35), mas que a apreensão mnemônica, nesse sentido, não constitui aprendizagem.

Na maioria das vezes, o educando é capaz de atribuir significados parciais ao que aprende, isto é, enquanto o professor espera como resultado a compreensão total, o aluno consegue apenas assimilar uma pequena parcela do conteúdo. Quando se usa a formulação de mapas conceituais como estratégia para favorecer a aprendizagem, mesmo o aluno que só conseguiu apreender uma pequena parte do conteúdo, poderá rever este conteúdo e reelaborar o seu conceito, ao produzir o seu mapa conceitual, o que torna a aprendizagem realmente significativa.

Elaborar mapas conceituais permite a construção de significados, em um processo no qual os educandos aprofundam e ampliam os significados que constroem, mediante uma participação ativa e concisa nas atividades de aprendizagem. Os alunos podem estudar o conteúdo praticamente sozinhos, sem o auxílio do professor, o que lhes permite desenvolver uma boa postura de estudo e aprimoramento de sua capacidade de concentração. Aqui não podemos deixar de salientar a importância dos mapas conceituais como instrumento de metacognição, ou seja, de aprender a aprender.

Novak e Gowin (1988, p. 33) afirmam que os mapas conceituais têm por objetivo representar ligações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição é constituída de dois ou mais termos conceituais unidos por palavras que formam uma unidade semântica. Ainda de acordo com os autores, a forma mais simples de se construir um mapa conceitual constaria somente de dois conceitos unidos por uma palavra de ligação, formando, assim, uma proposição., como no exemplo: “o triângulo possui três lados”. Neste caso, temos uma proposição verdadeira, que se refere a dois conceitos: “triângulo” e “lados”.

A elaboração de mapas favorece a síntese, pois nos mapas as informações se reduzem às idéias importantes, que são apresentadas de modo a revelar a hierarquia de conceitos, organizados dos mais gerais para os menos inclusivos. Os conceitos tornam-se mais claros, à medida que é possível perceber a relação

existente entre os mesmos. Nesse processo, educando tem a oportunidade de situar-se na construção do conhecimento matemático, estabelecendo relações de significado, organizando seus entendimentos e podendo distinguir o correto do errado em termos de conceitos. Por conseqüência, a aprendizagem passa a ser realmente significativa, ao mesmo tempo que prazerosa, pois o aluno passa a ter gosto pelo estudo da matemática, e isso reflete-se positivamente no seu rendimento escolar.

A teoria cognitivista de Ausubel corrobora o exposto e reforça que as novas idéias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, funcionando, dessa forma, como ponto de ancoragem para as novas idéias e conceitos.

O mapa conceitual é um método que oferece orientação individualizada, tornando os alunos mais seguros em relação ao conteúdo; possibilita o desenvolvimento da capacidade de fazer uma série de associações mentais a fim de que eles confirmem suas suposições e cheguem às próprias conclusões. Estas dificilmente serão esquecidas, pois não foram informações recebidas e memorizadas, mas por eles geradas.

A Matemática exige capacidade de raciocínio, mas os educandos não podem raciocinar matematicamente se não estiverem preparados para essa operação intelectual. Usando os mapas conceituais, os alunos representam relações significativas entre conceitos, o que lhes permite descobri-los e, assim, operar intelectualmente. Entre outras conseqüências, desaparece o medo de não saber resolver com precisão as tarefas solicitadas.

Os mapas conceituais podem ser usados como a base de atividades abertas, isto é, de atividades que podem ser abordadas com educandos que tenham diferentes níveis de compreensão e de desempenho, de modo que não se

destaquem os que sabem mais ou menos, pois tudo o que eles propuserem poderá ser disposto, segundo as possibilidades e interesses dos educandos que optarem por desenvolvê-los. Além disso, o uso dos mapas também tem o propósito de clarear os conteúdos em estudo.

Quando todos interagem e participam ativamente da construção dos mapas conceituais, além de se estabelecerem relações entre os conceitos, passa a existir um elo de interação social entre os educandos, que se revela no respeito aos seus saberes e em relação à sua identidade sócio-cultural. O educador garante, assim, a liberdade e a diversidade das opiniões dos educandos e, nesse sentido, também ele é obrigado a abandonar crenças e comportamentos que neguem ao educando a possibilidade de aprender a partir do que sabe e chegar até aonde é capaz de progredir.

Ausubel relacionou o processo ao qual ele atribui o nome de “aprendizagem significativa” com a forma como esta se relaciona com a estrutura cognitiva do aprendiz. A construção de significados implica a conexão ou vinculação entre o que o educando sabe e os conhecimentos novos, quer dizer, entre o antigo e o novo, assegurando a auto-estruturação significativa. Sugere a participação ativa do sujeito, sua atividade auto-estruturante, o que supõe a participação pessoal do educando na aquisição de conhecimentos, de maneira que ele não seja uma repetição simples, uma cópia dos conceitos formulados pelo educador, mas uma reelaboração pessoal.

Para Ausubel, independentemente de qual seja o nível da aprendizagem por recepção educativa do sujeito, a incorporação de novas aprendizagens na sua estrutura cognitiva ocorre em três fases: na primeira, o sujeito julga a relevância do novo material para que este possa ser propriamente categorizado; na segunda, o material é integrado ao conhecimento anterior; na terceira, o sujeito transforma o todo num conjunto pessoal de idéias de acordo com as suas próprias experiências. A chave, então, para a aquisição de novo conhecimento, de acordo com Ausubel, é

a sua assimilação e interação com o conhecimento preexistente na estrutura cognitiva do sujeito.

A aquisição dos conhecimentos é vista, desse modo, como um processo individual, porque decorrente de mudanças na estrutura cognitiva do aluno, mas também social, porque compartilhável. Disso decorre que o professor também reformule sua prática. A esse propósito, Gardner (1994, p. 107) diz que, em uma perspectiva construtivista,

[...] o professor serve como um técnico ou facilitador, tentando evocar certas qualidades ou compreensões nos estudantes. Através da proposição de certos problemas, da criação de desafios, colocando o estudante em certas situações, o professor espera encorajá-lo a elaborar suas próprias idéias, testá-las de modo variados e avançar na sua própria compreensão pessoal.

Segundo Pozo (2002, p. 69) “aprender significa, de alguma forma desaprender”. Isso implica dizer que a maior dificuldade na aprendizagem é deixarmos os hábitos anteriores para que possamos substituí-los pelos novos ou, ainda, compreender que o ato de errar não pode ser visto como falha, mas como um momento necessário de aprendizagem. A ausência do erro denuncia a ausência da experimentação e, conseqüentemente, a ausência da aprendizagem. De maneira geral, a aprendizagem depende de uma mudança, mas temos que admitir que nem toda mudança produz, necessariamente, uma aprendizagem da mesma qualidade.

Não podemos deixar de salientar que, se aquilo que foi aprendido não puder ser transferido para novos contextos, torna-se obsoleto. Dentro desta perspectiva, a aprendizagem não configura apenas a quantidade de informações que o indivíduo possui, mas também o caminho percorrido na construção dessa informação, mediante um processo original que ninguém pode fazer pelo aprendiz. Pozo (2002, p.63) nos lembra de que

Na complexa sociedade da aprendizagem, necessitamos de habilidades e conhecimentos transferíveis para novos contextos, já que não podemos

prever as novas demandas que o mercado de trabalho e a sociedade da informação vão colocar num futuro próximo para os aprendizes.

A aprendizagem não é um método ou processo que tenha uma característica passiva, pois, segundo Campos (1971, p. 34), “[...] só se faz através da atividade do aprendiz [...] porque a aprendizagem é um processo que envolve a participação global do indivíduo, em seus aspectos físicos, intelectuais, emocionais e sociais”. Decorre disso poder-se falar nela como sendo um processo de mudança que leva a outras mudanças, sucessivamente, em crescente estruturação sob a forma de desempenho.

A eficiência da aprendizagem está condicionada à existência de problemas que surgem na vida do educando e que o levam a sentir-se compelido a buscar soluções. Isto significa que a aprendizagem não pode ser considerada somente como um processo de memorização, ou que empregue apenas o conjunto das funções mentais, ou unicamente os elementos físicos ou emocionais, pois todos estes aspectos são necessários. Educador e educandos são elementos unidos na busca de objetivos comuns: a aprendizagem, a evolução, o conhecimento de si próprios.

Ao estudar a aprendizagem, devemos considerar não apenas a acumulação de informações, mas a maneira como essas informações se organizam na mente, levando em consideração o significado que têm os conhecimentos para o educando. Segundo Carretero (1997, p. 50) “se aprende melhor aquilo que se compreende adequadamente”. É necessário, então, levar-se em consideração o conhecimento que o educando já possui, a fim de que o professor possa auxiliá-lo na resolução de problemas significativos para o aprendiz, ou ainda que o aprendido deva ser incorporado ao indivíduo não só em situações temporárias, mas por um tempo razoável, que muitas vezes toda a vida.

## **2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: O DESAFIO DE CONVERTER INFORMAÇÃO EM CONHECIMENTO**

Aprender de modo significativo implica a produção de mudanças em conceitos e é sempre o ponto de partida para se continuar aprendendo. Nessa perspectiva, o aluno assume um papel ativo no processo de construção e reconstrução de conhecimento (AUSUBEL; NOVAK; HASENIAN, 1980). Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual, que resulta das abstrações da experiência dos indivíduos; nessa hierarquia, elementos mais específicos de conhecimentos são assimilados e também ligados a conceitos mais gerais, mais inclusivos.

A aprendizagem significativa pode ser considerada como integradora dos cinco elementos da situação educativa: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação com as ações, os pensamentos e os sentimentos que co-existem na situação. Os mapas conceituais apresentam-se como uma estratégia facilitadora desse tipo de aprendizagem, especialmente porque podem representar a estrutura conceitual e proposicional do conhecimento de um indivíduo, sendo, nesse caso, um instrumento de meta-aprendizagem.

A aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel (1982), se contrapõe à aprendizagem mecânica, que é a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, ou seja, é proposta de modo que o conteúdo a ser apreendido não se liga a algo já conhecido, ou, ainda, quando as novas informações são apreendidas sem interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Isso ocorre quando o aprendiz decora fórmulas ou leis para usá-las em provas e as esquece logo após a

avaliação. O conhecimento adquirindo desse modo fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos.

Na verdade, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia, mas como um *continuum*. Os dois tipos de aprendizagem também não devem ser confundidos com aprendizagem por descoberta (o conteúdo principal a ser aprendido pelo aprendiz é por ele descoberto) e aprendizagem por recepção (o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final), pois, na concepção ausubeliana, elas serão significativas se a nova informação incorporar-se de forma não arbitrária à estrutura cognitiva.

Para Ausubel, os subsunçores constituem uma idéia, um conceito ou proposição existente na estrutura cognitiva, que serve de ancoradouro para novas informações, de modo que estas se tornem significativas, ou melhor, conduzam a um entendimento mais completo do já existente, modificando-se em função dessa ancoragem. Segundo Ausubel (1978, p. 41) a essência do processo de aprendizagem significativa

[...] é que idéias simbolicamente expressas sejam relacionadas, de maneira substantiva (não literal) e não-arbitrária, ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante (i.e., um subsunçor) que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição já significativos.

Assim, uma aprendizagem será significativa se o material for significativo para o aluno, bem como se o aprendiz estiver aberto para receber este novo material; caso contrário, só ocorrerá uma aprendizagem mecânica.

Não se pode deixar de ressaltar a idéia central da teoria de Piaget (1983), segundo a qual o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas uma construção. Nessa perspectiva, a construção do conhecimento acontece na medida em que o

sujeito vive a realidade. Nem toda a informação é assimilada, apenas a que estiver em função do conhecimento prévio; a aprendizagem depende do nível do desenvolvimento cognitivo do educando. A aprendizagem, entretanto, não acontece apenas em função da capacidade geral do aluno nos estágios, mas também através de estratégias desenvolvidas em sala de aula.

Tanto Piaget quanto Ausubel usam o termo “assimilação”, embora com sentidos diferentes.

Eles diferem em dois aspectos: a) na concepção ausubeliana o novo conhecimento interage com conceitos ou preposições relevantes específicos existentes na estrutura cognitiva, e não com ela como um todo; b) de acordo com Ausubel, a assimilação é um processo contínuo e modificações relevantes na aprendizagem significativa (no uso do conhecimento em solução de problemas) ocorrem, não como resultado de períodos gerais de desenvolvimento cognitivo, mas de uma crescente diferenciação e integração de conceitos específicos relevantes na estrutura cognitiva. (MOREIRA, 1982, p. 29-30).

Apesar disso, tanto Piaget como Ausubel acreditam que o desenvolvimento cognitivo é um processo em constante mutação e que sua estrutura está sempre sendo modificada pelas experiências.

Para Novak e Gowin (1996), “a aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação, que conduz ao engrandecimento humano”. Os autores crêem que os seres humanos pensam, sentem e agem interativamente e que deva existir uma teoria que argumente sobre como se pode melhorar essa maneira de pensar. Roger (1978, p. 160) corrobora essa posição:

A aprendizagem significativa verifica-se quando o estudante percebe que a matéria a estudar se relaciona com seus próprios objetivos. De maneira um tanto mais formal dir-se-á que uma pessoa só aprende significativamente aquelas coisas que percebe implicarem na manutenção ou na elevação de si mesma

Podemos inferir, então, que qualquer evento educacional pode constituir-se em momento de aquisição de conhecimento, em momento para trocas de significados e sentimentos entre educando e educador, cujo resultado seja a

aprendizagem significativa de um novo conhecimento, contextualmente aceito por ser mais novo, mais rico e mais elaborado.

### 3 PERCURSO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO

Nesta investigação propus-me a desenvolver um estudo qualitativo, antes caracterizado como pesquisa-ação, sobre a contribuição dos mapas conceituais para a aprendizagem de conceitos matemáticos. A objetividade referente às regras e aos procedimentos utilizados, em especial em relação ao enfoque dado ao tratamento de conceitos, embasa-se na teoria de David Ausubel (1963, 1978, 1982) e outros colaboradores, que focaliza a aprendizagem significativa e a formulação de conceitos. A sistematização da análise foi efetivada levando-se em consideração a maneira como ocorre a aprendizagem significativa em Matemática com a utilização de mapas conceituais, tendo como referência os conceitos propostos por Novak (1981).

A fim de norteá-lo, formulei, inicialmente, as três questões retomadas abaixo:

- a) Como se processa o ensino de Matemática com o uso de mapas conceituais?
- b) Como os mapas conceituais oportunizam a ocorrência de aprendizagem significativa em Matemática?
- c) Como o mapeamento conceitual em Matemática ajuda a esclarecer, a definir e a relacionar os conceitos em Matemática?

Para respondê-las, defini o percurso metodológico que a seguir exponho.

### **3.1 OS SUJEITOS DA PESQUISA**

O estudo foi desenvolvido com três turmas de alunos do Ensino Médio do Instituto Educacional Dom, de Erechim, durante o ano letivo do ano de 2005, envolvendo, no total noventa sujeitos, sendo trinta alunos do primeiro ano, trinta alunos do segundo ano e trinta alunos do terceiro ano. Nas três turmas a professora titular sou eu, o que favoreceu o desenvolvimento do estudo.

Sobre o conhecimento da estratégia dos mapas conceituais devo dizer que apenas os alunos do terceiro ano a conheciam, pois já haviam sido meus alunos em 2004, durante o segundo ano do Ensino Médio.

### **3.2 A AMOSTRA**

Embora noventa alunos tenham participado do estudo, escolhi, aleatoriamente, nove mapas conceituais para, a partir deles, fazer a análise detalhada do processo de aprendizagem. Esse número corresponde a dez por cento do número total de alunos. A distribuição corresponde a quatro mapas confeccionados por alunos do primeiro ano, dois do segundo ano e três do terceiro ano. A seleção aleatória garantiu que os mapas não fossem necessariamente nem os melhores, nem os piores, mas possíveis representações conceituais.

### 3.3 O MÉTODO

Propus aos alunos que construíssem um mapa conceitual sempre que o estudo de um conteúdo chegasse a cabo. A metodologia das aulas não foi alterada, de modo que os conteúdos continuaram sendo expostos por mim na primeira etapa do trabalho. Em seguida, os alunos liam sobre o conteúdo na apostila usada na escola, depois partiam para a construção dos mapas conceituais, conforme seu entendimento dos conceitos.

No primeiro momento, os alunos trabalharam individualmente, para que um não interferisse com dúvidas ou observações no processo de aprendizagem do outro. Em um segundo momento, quando o primeiro esboço do mapa já estava definido, a compreensão e as dúvidas eram compartilhadas em um debate, do qual eu só participava se eles, em grupo, não chegavam a um consenso, ou se eu percebia que não haviam entendido os conceitos.

Durante essa etapa, sempre esteve presente a perspectiva de Hoffmann (1998, p. 62):

[...] o conhecimento produzido pelo educando, num dado momento de sua experiência de vida, é um conhecimento em processo de superação. A criança e o jovem aprimoram a sua forma de pensar o mundo à medida que se deparam com novas situações, novos desafios e formulam e reformulam suas hipóteses.

Para composição dos mapas, permiti que usassem qualquer ferramenta à disposição na escola, inclusive o computador. Apesar de a construção de mapas conceituais prescindir do uso de qualquer moderna tecnologia, isso permitiu que os trabalhos resultassem limpos e bem organizados, como os que podem ser vistos no Capítulo 4, onde apresento a análise dos dados.

Em nenhum momento a elaboração dos mapas pelos alunos foi usada para atribuir-lhes nota. A avaliação foi feita no sentido de mensurar o entendimento de conceitos, ou seja, a fim de verificar como os alunos estruturam, hierarquizam, diferenciam, relacionam e integram conceitos de um determinado conteúdo. Cabe lembrar que entre os objetivos desta investigação prevê verificar a eficácia dos mesmos para aquisição de conhecimento, bem como verificar se os mesmos podem ser um instrumento potencialmente eficaz para o estudo da Matemática.

Foi exatamente para mostrar a eficácia do trabalho que selecionei os nove mapas conceituais de alunos, que também relataram, em depoimentos, sua experiência de produzi-los. Os mapas e os depoimentos constituem o *corpus* da análise.

No próximo capítulo, apresento a análise dos mapas, circunstanciada pelos depoimentos.

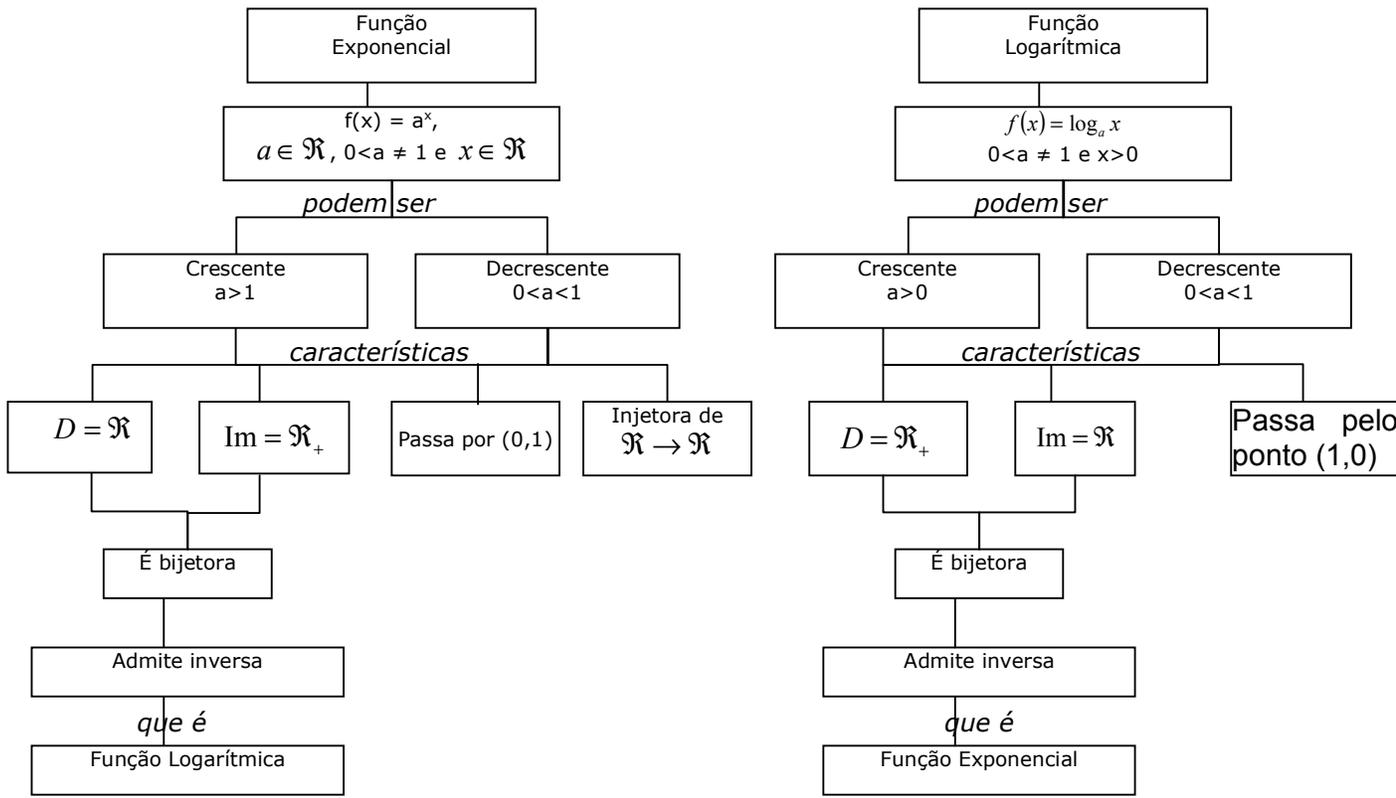
## 4 ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, apresento os mapas conceituais propostos pelos nove alunos do Ensino Médio, conforme definidos no Capítulo 3 - Percurso Metodológico. Os mapas estão reproduzidos no corpo da análise, para dar-lhe mais clareza. Os depoimentos são parcialmente incorporados ao texto, sempre que contribuem diretamente para a análise e constam integralmente dos anexos que se encontram no final deste trabalho. Os depoimentos foram transcritos exatamente como os alunos os escreveram, isto é, não foi realizada correção de espécie alguma para que não houvesse distorção do sentido de suas colocações. No corpo do texto, optei por reproduzir os trechos de depoimentos usando itálico, para não confundi-los com os trechos de citação do referencial teórico.

Na primeira parte do capítulo, apresento a análise dos mapas; na segunda, comentários sobre os depoimentos.

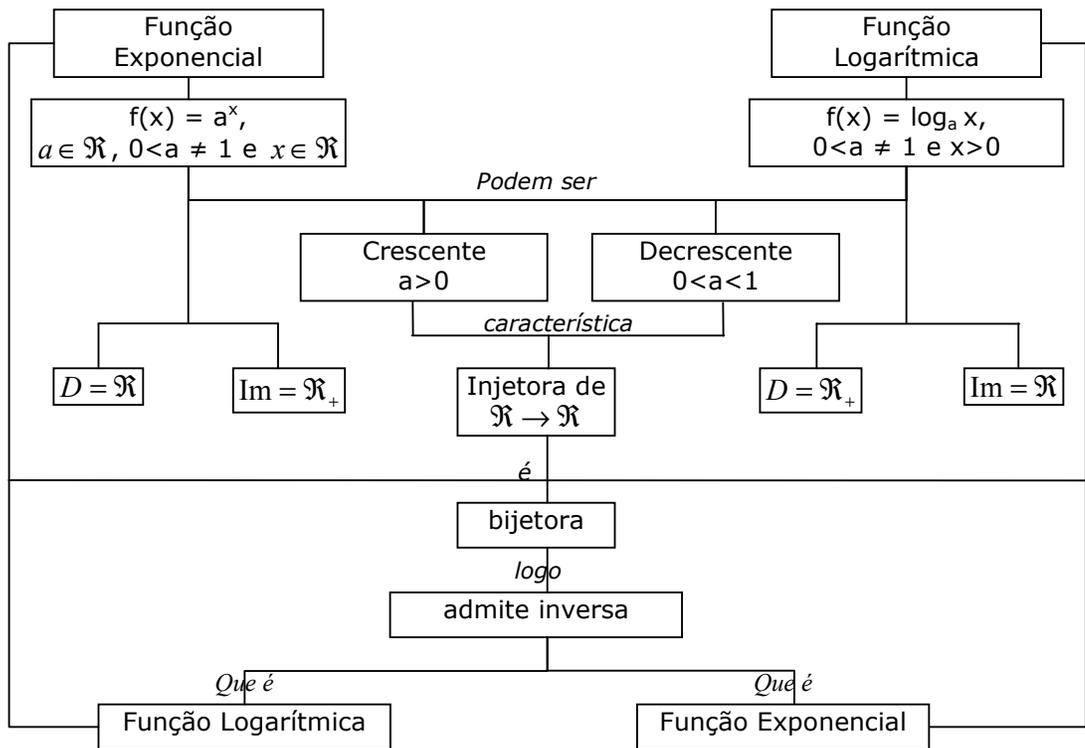
### 4.1 ANÁLISE DOS MAPAS

A seguir, dois mapas (figura 3), através dos quais um aluno do primeiro ano do Ensino Médio representa o estudo individual de função exponencial e de função logarítmica.



**Figura 3** - Mapas conceituais traçados por um aluno do primeiro ano do Ensino Médio a partir do estudo individual do conteúdo de função exponencial e função logarítmica.

Chamado a descrever o processo de composição de seus mapas conceituais, o aluno, explicitou sua intenção de verificar as semelhanças entre as funções, cujo resultado aparece na figura 4. O mapa a seguir também revela a compreensão do conteúdo de função logarítmica e de função exponencial.



Comparando a figura 3 à figura 4, podemos notar que a hierarquização dos conceitos é vertical, de modo que os mais gerais estão no topo do diagrama e, os mais específicos, na base, demonstrando que o aluno teve um bom entendimento do conteúdo trabalhado, identificou corretamente os conceitos que eram específicos de cada função, bem como os conceitos que eram gerais para as duas funções.

O que chamou minha atenção foi o fato de o próprio aluno decidir juntar as funções ao verificar que havia conceitos idênticos, isto é, que as duas funções são crescentes para  $a > 0$  e decrescentes para  $0 > a < 1$ ., bem como são bijetoras e admitem inversa. Ao elaborar o mapa, mesmo sem que eu tivesse pedido, ele fez a inversa, identificando corretamente que o domínio da função exponencial corresponde à imagem da função logarítmica e o domínio da função logarítmica corresponde à imagem da função exponencial, daí elas serem inversas.

Para mim foi surpreendente que ele mesmo tenha me dito: “*professora, uma é inversa da outra*”, identificando corretamente o que é uma função inversa. Isso evidencia que os mapas conceituais levam o aluno a uma aprendizagem significativa, pois o conteúdo de função inversa precedeu este conteúdo.. Como bem nos diz Ausubel, a aprendizagem significativa é a construção de significados que vinculem conexões do que o aluno sabe com os novos conhecimentos, ou, ainda, o material a ser aprendido precisa fazer algum sentido para o educando. Nesse caso, podemos constatar que a nova informação ancorou-se nos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Apesar de o desempenho dos alunos em atividades avaliativas formais não ser do interesse específico deste trabalho, quero salientar que houve melhora no rendimento dos alunos, bem como manifestações de aumento da satisfação pessoal, levando os participantes da investigação ao enriquecimento do estudo dos mapas conceituais, o que também tornou o ambiente de sala de aula um espaço de trocas de experiências, de construção e, principalmente, de amizade.

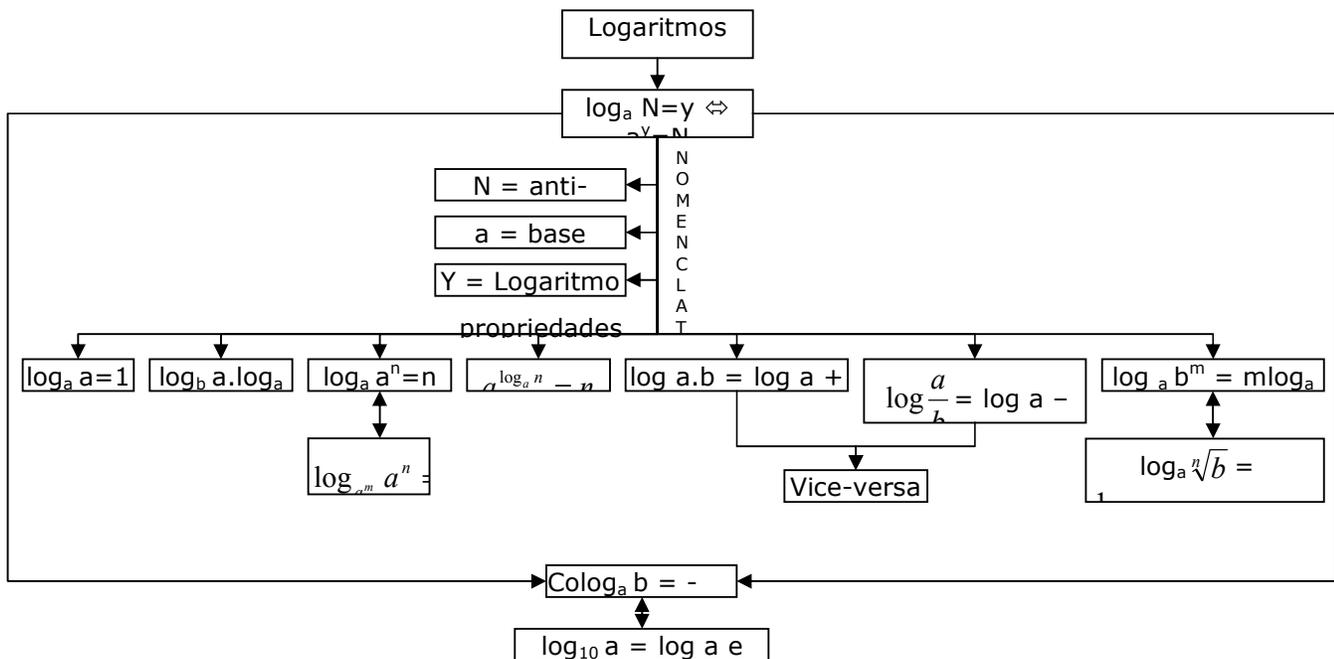
Também quero salientar que podemos completar ou dar enfoque diferente aos mapas conceituais, sendo que não podemos vê-los como produtos acabados. Existe sempre uma possibilidade de modificá-los, tornando-os mais compreensíveis tanto para o educando como para o educador. Lembro, ainda, que não existe um mapa conceitual melhor ou pior, o que na realidade acontece é o entendimento dos conceitos pelo educando, que pode se revelar em um mapa mais claro. Afinal, o objetivo que Ausubel e Novak pretendiam é que o ensino fosse estruturado de forma a facilitar a aprendizagem significativa e a levar a experiências afetivas positivas.

O mapa conceitual da figura 5, a seguir, mostra claramente as condições de existência do logaritmo, bem como o modo de proceder quando temos de operar com os logaritmos, identificando todas as propriedades existentes e a relação que possuem entre si.

Manteve a hierarquia vertical, colocando os conceitos mais gerais no topo e os específicos mais abaixo, deixando evidente a importância que cada um tem para a resolução dos problemas que serão propostos pelo educador. É possível afirmar que, se o aluno conseguiu relacionar os conceitos, ele os entendeu e houve aprendizagem significativa. Ausubel (1978, p. 189) diz:

Uma vez resolvido o problema organizacional substantivo da identificação dos conceitos organizadores básicos da matéria de ensino, a atenção pode ser dirigida para os problemas organizacionais programáticos envolvidos na apresentação e organização seqüencial das unidades complementares. Aqui, conjectura-se, vários princípios relativos à programação eficiente do conteúdo são aplicáveis, independentemente da área de conhecimento.

Depois que o aluno identifica os conceitos, segundo Ausubel, podemos propor exercícios para verificar a veracidade do aprendido, isto é, para conferir se realmente aconteceu a aprendizagem significativa e como se processou esse aprender.



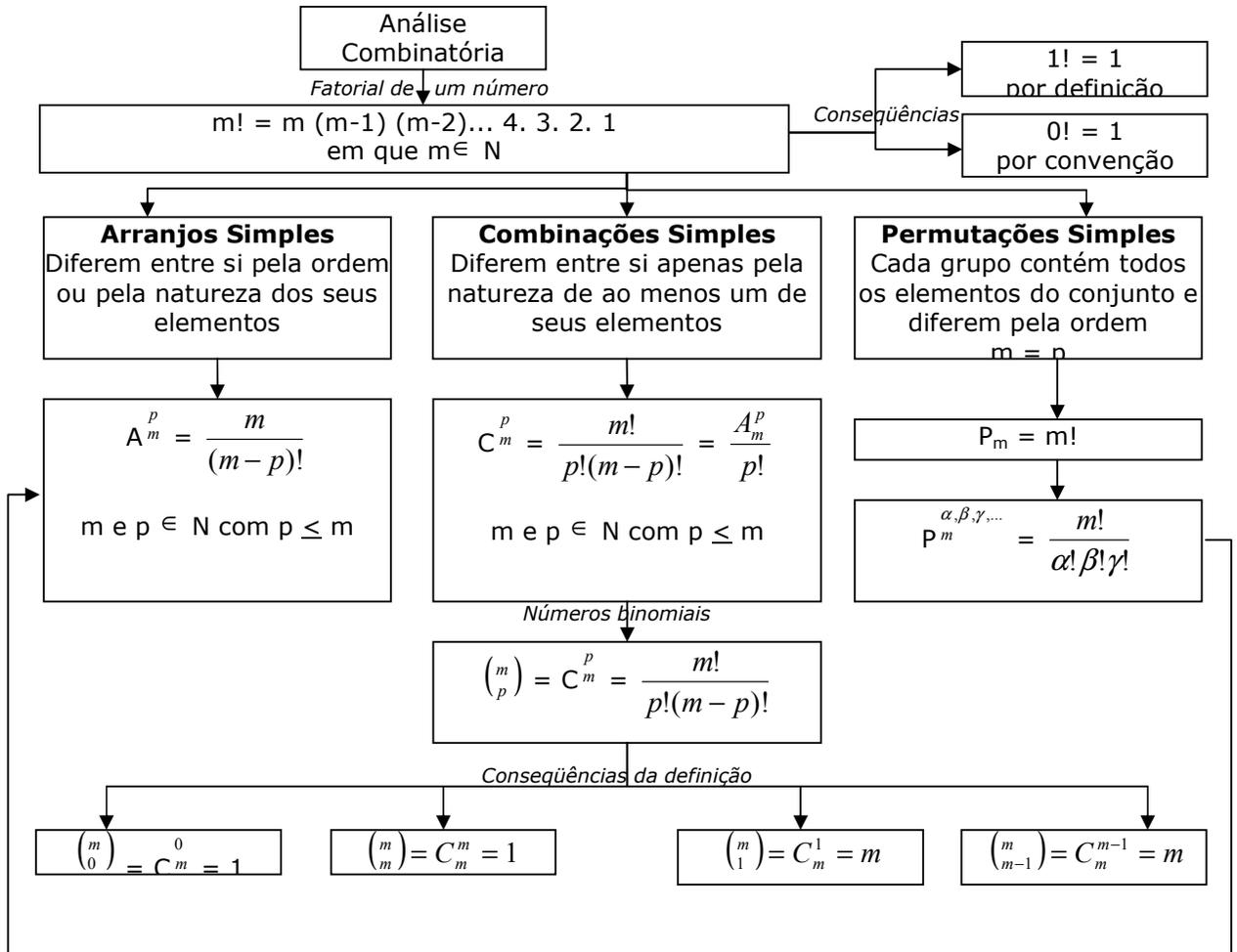
**Figura 5** - Mapa conceitual elaborado por um educando do primeiro ano do Ensino Médio no estudo de logaritmo e suas propriedades.

O mapa conceitual reproduzido na figura 5 foi feito por um aluno do primeiro ano que tinha muita dificuldade na disciplina de Matemática. Para ele foi muito importante perceber que poderia melhorar seu desempenho nesta disciplina, o que manifestou dizendo em seu depoimento: *“Professora, nunca imaginei que um dia poderia resolver exercícios de matemática como tenho feito. Deu para eu ver que não existe apenas um caminho para desenvolver os exercícios. Vai depender de qual propriedade eu aplicar e às vezes não preciso passar uma por uma, basta aplicar mentalmente algumas delas e chego também na resposta, só com uma diferença, mais rápido. É bem que nem a senhora sempre diz, basta fazer os exercícios que a gente aprende.”*

Acerca da elaboração de seu mapa, outro aluno comentou: *“Professora, agora eu entendo o porquê das tal de potências que a gente tinha que saber”*. O comentário evidencia que o aluno usou conhecimentos que já tinha e os ancorou aos novos, o que caracteriza uma aprendizagem significativa, segundo a teoria de aprendizagem de Ausubel.

Quero salientar que, mesmo não fazendo parte desta pesquisa, a melhora na avaliação dos mesmos se tornou significativa, a partir deste conteúdo. Foi exatamente neste momento que pude ficar tranqüila com relação à confecção dos mapas conceituais por parte dos alunos.

Na figura 6, temos o mapa conceitual elaborado por um aluno do segundo ano do Ensino Médio que estudou o conteúdo de análise combinatória. Devo destacar que a análise combinatória é a parte da matemática que estuda os diversos tipos de agrupamentos e sua abordagem, que podem ser formados com elementos de um conjunto mediante determinados critérios diferenciados, tais como ordem e natureza. É preciso considerar que ela se divide em combinatória simples (não há elementos repetidos) e combinatória com repetição (há repetição de elementos). A análise combinatória está fundamentada no princípio fundamental da contagem.



**Figura 6** - Mapa conceitual elaborado por um aluno do 2º ano do Ensino Médio que estudou o conteúdo de análise combinatória

Neste mapa conceitual o educando sintetizou e organizou proposições e conceitos da análise combinatória, chamando atenção para as diferenças e similaridades importantes. Desse modo, evidenciou a metacognição, isto é, o processo de produção de seu conhecimento. A elaboração do mapa, tal como se apresenta, indica que houve reconstrução do conhecimento inicial, confirmando a seguinte afirmação de Moreira (1998):

novas idéias, conceitos, proposições, podem ser apreendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras idéias, conceitos e proposições, específicas relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de ancoragem aos primeiros.

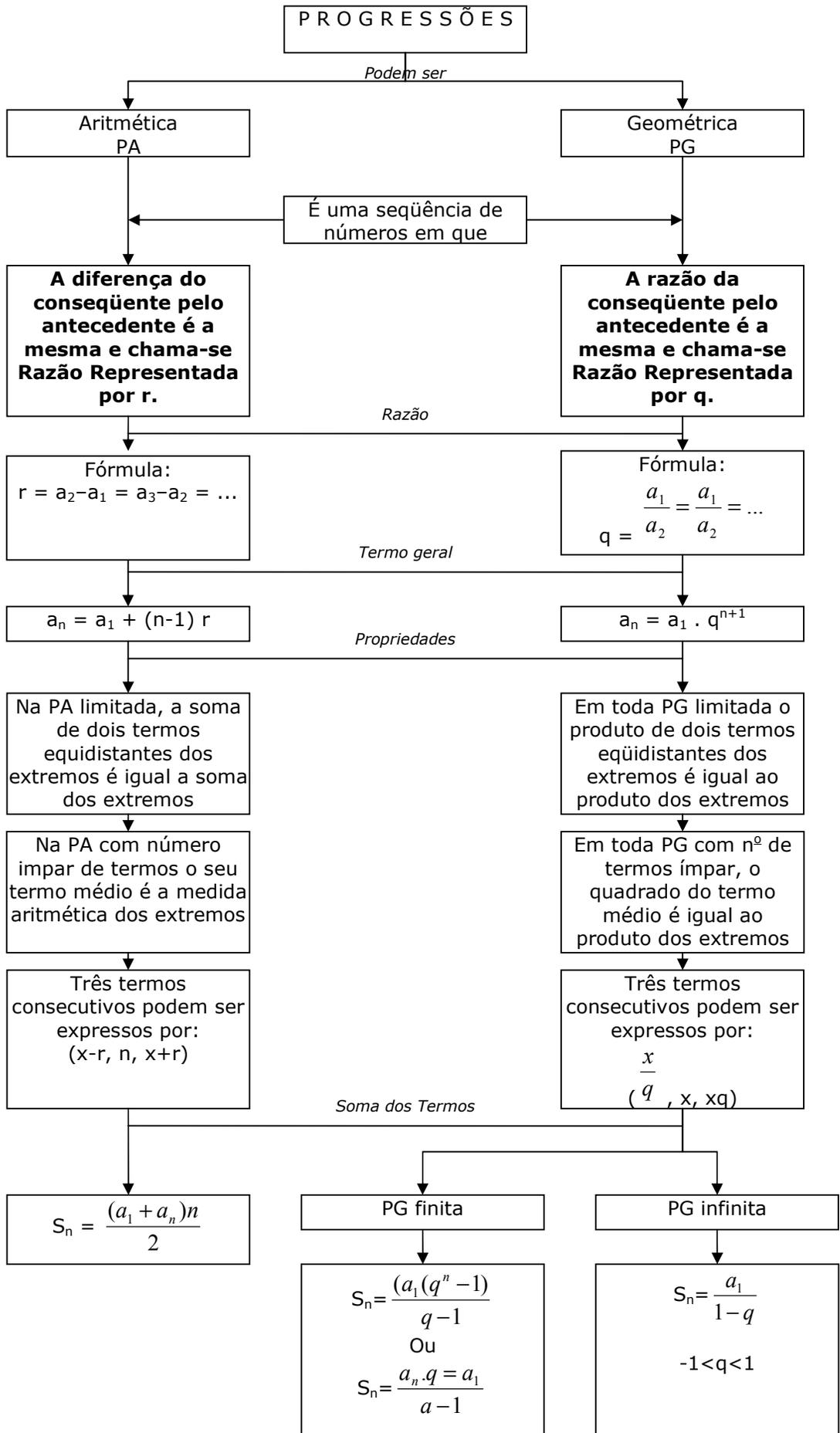
O educando iniciou seu mapa conceitual por fatorial, por ser uma das maneiras de aplicação na resolução dos problemas de contagem, organizando o conteúdo em uma seqüência equivocada. Apesar disso, evidencia sinais de aprendizagem significativa, como o intento de relacionar os novos conhecimentos (análise combinatória) com conhecimentos já adquiridos (fatorial).

O destaque nesta construção foi que o aluno percebeu que o arranjo simples e a permutação simples possuem características semelhantes, de maneira que os exercícios correspondentes a eles poderão ser resolvidos aplicando-se a forma de qualquer um. Isso implica dizer que, ao fazer esta relação, o aluno aprendeu significativamente, já que se mostra aberto a aprender e integra a nova informação aos conhecimentos previamente adquiridos.

Destaco a satisfação dos alunos ao saberem identificar quando o exercício era determinado por um arranjo, ou combinação, ou, ainda, por uma permutação, o que, além disso, os levou a uma excelente avaliação final.

Na figura 7, a seguir, apresento um mapa conceitual que enfatiza o conteúdo de progressões, construído por um aluno do segundo ano do Ensino Médio. É importante ressaltar que os conceitos de PA e PG são os mais relevantes para o ensino de progressões. Subordinado a estes conceitos aparece o termo geral bem

como a soma de seus termos, acrescidos das propriedades que estão diretamente relacionados à consequência da própria formação das progressões.



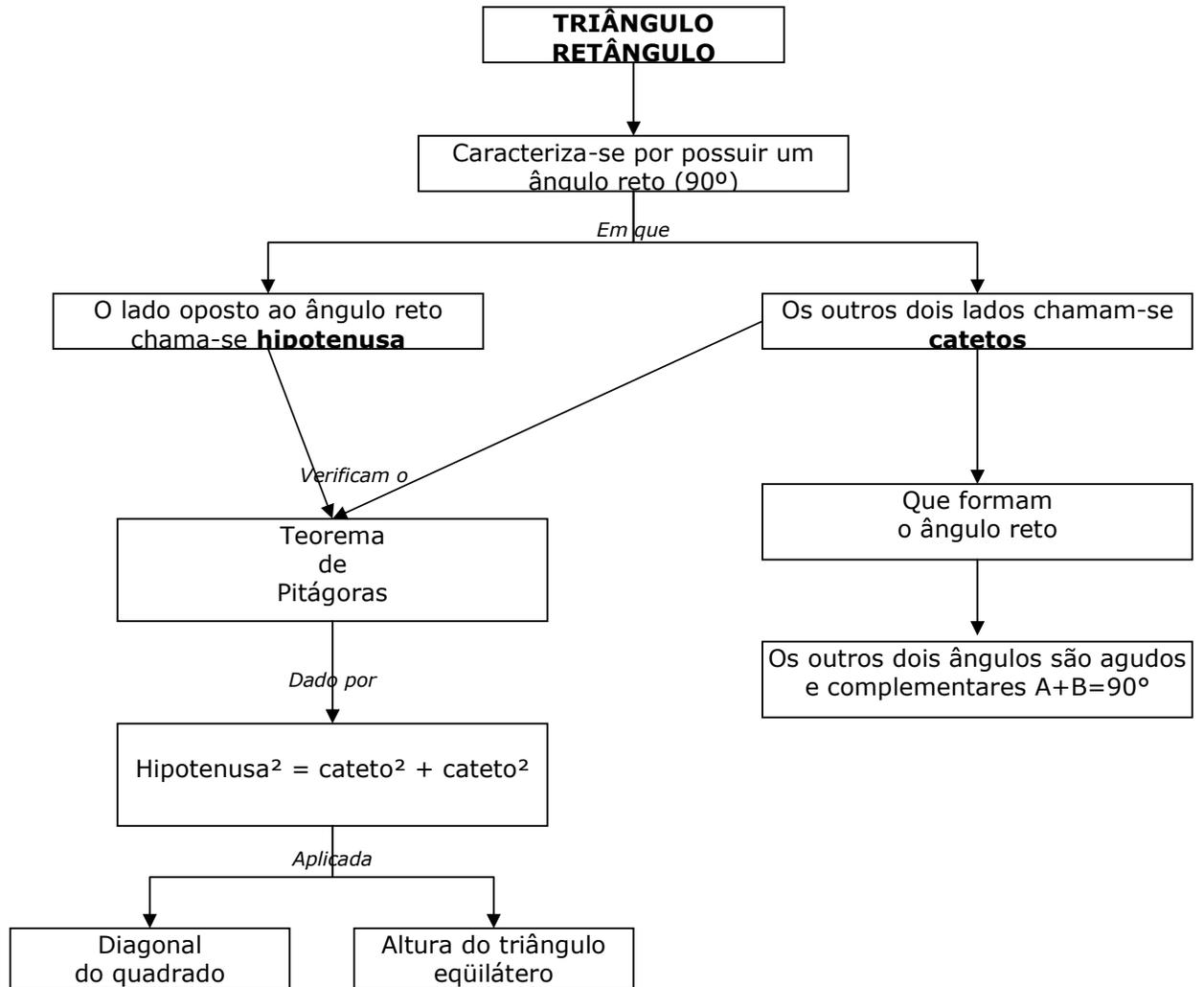
**Figura 7-** Mapa conceitual construído por um aluno do segundo ano do Ensino Médio enfatizando o conteúdo de progressões.

No mapa conceitual da figura 7 o educando apresentou idéias e informações, seguindo um corpo organizado de conceitos, que deu origem a significados claros. Para tanto, utilizou a explicação que dei em aula, trilhando exatamente os passos que segui. Para justificar a competência na elaboração do mapa, soma-se a isso o fato de que a progressão tanto aritmética como geométrica estão presentes no dia-a-dia do educando, facilitando a aprendizagem significativa.

Ao testar a compreensão dos conceitos na elaboração dos mapas, verificamos que os mesmos foram aprendidos significativamente, pois os alunos souberam fazer a correta distinção quando o exercício envolvia uma PA ou uma PG; além disso, estabeleceram relação entre esse conteúdo e outros conteúdos já explorados, como é o caso da geometria plana (perímetros, áreas e volumes), matemática financeira (juros simples e compostos), proporção. A aplicação desses conhecimentos também se evidenciou em outras disciplinas, como na Biologia, o que pôde ser verificado no decorrer das práticas realizadas com exercícios envolvendo tais conteúdos.

Novamente posso afirmar que as novas idéias e informações interagiram com um conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva dos indivíduos, o que Ausubel trata como sendo idéias-âncora: os subsunçores serão ancorados ao novo conhecimento, criando uma excelente oportunidade de ligar com facilidade os conceitos já existentes aos novos conhecimentos, o que bem define a aprendizagem significativa.

Na figura 8, a seguir, está representado o mapa conceitual do conteúdo de figuras planas, introdução à geometria espacial, elaborado por um aluno do terceiro ano do Ensino Médio. Este mapa permite evidenciar que os mapas conceituais são úteis não só como auxiliares na determinação do conhecimento prévio, como também para investigar mudanças na estrutura cognitiva durante a construção, conforme previu Ausubel.



**Figura 8** - Mapa conceitual do conteúdo de figuras planas, introdução à geometria espacial, elaborado por um aluno do terceiro ano do Ensino Médio.

Na figura 8 percebe-se que o educando não tinha conhecimento claro de como é um triângulo retângulo. Ele conhecia o teorema de Pitágoras, mas não tinha assimilado os conceitos que o fazem retângulo. Como o próprio aluno declarou, não sabia muito bem em que ponto os conceitos poderiam ser relacionados. Ao descobrir que a diagonal do quadrado, bem como a altura do triângulo equilátero se aplicam ao teorema de Pitágoras, a geometria plana tornou-se mais clara para o aluno, pois até então ele conhecia fórmulas, mas não sabia como construí-las. A partir da construção do mapa conceitual, percebeu com clareza onde era necessário aplicar o teorema, e disso decorreu uma melhora significativa nos resultados de suas avaliações.

No depoimento do aluno e na construção de seu mapa, foi possível verificar que ele usou os conhecimentos prévios que tinha sobre triângulo e a eles foi ancorando novos conhecimentos, o que produziu a sua aprendizagem significativa. Quando assimilou os conceitos, pôde construir o mapa conceitual, organizando-o hierarquicamente e conseguiu responder às atividades proposta com êxito. Como diz Ausubel (1976),

Para que ocorra realmente aprendizagem significativa não é suficiente que o novo material seja intencional e que se relacione substancialmente com as idéias correspondentes abstratamente [...]. É também necessário que esse conteúdo idealmente pertinente exista na estrutura cognitiva do aluno em particular.

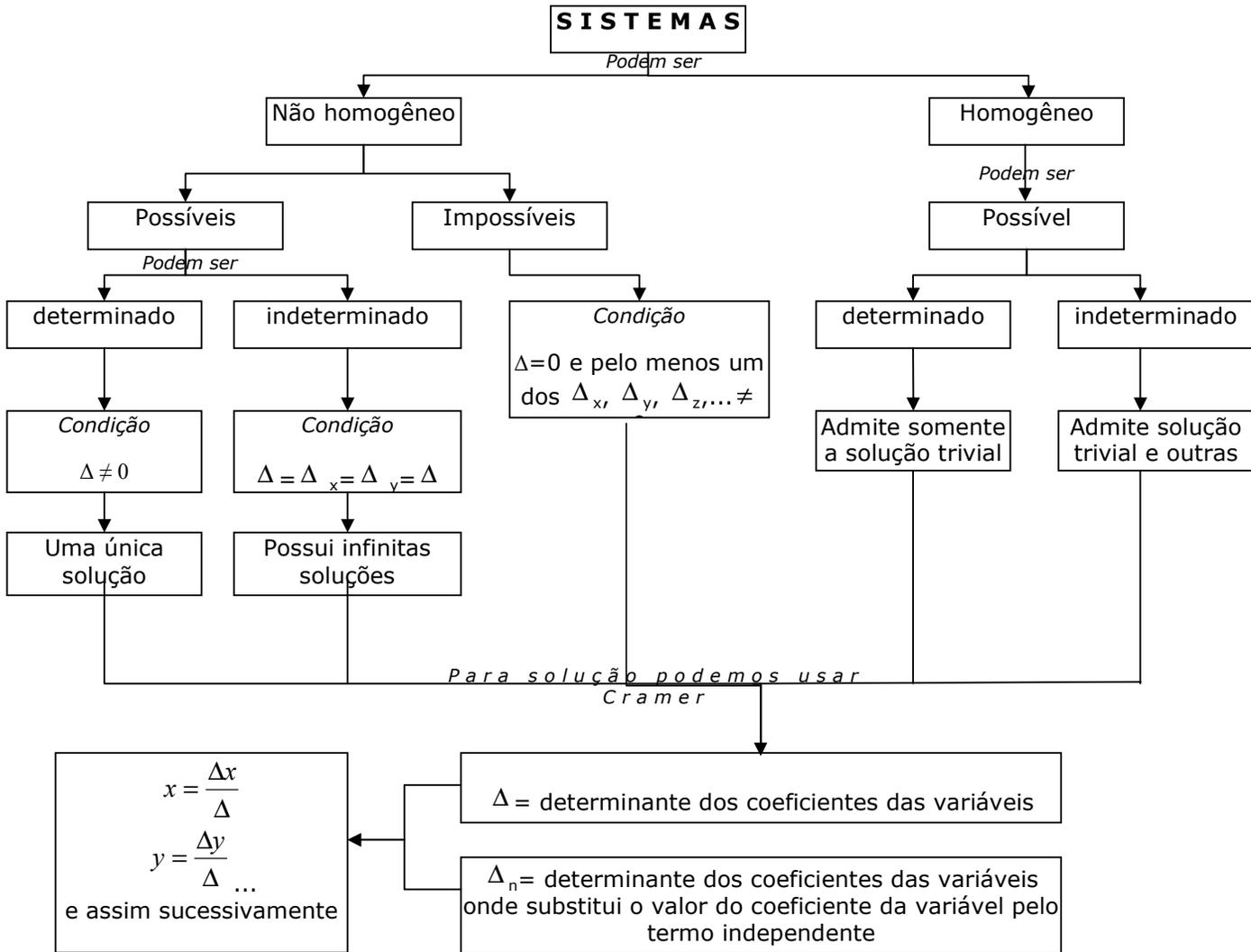
Um dos objetivos desta investigação é verificar como o mapa conceitual pode ser usado como um instrumento de estudo para a matemática. Nos resultados das produções dos alunos envolvidos nesta pesquisa, o mapa conceitual mostra-se como um facilitador da aprendizagem significativa, uma vez que ajuda a esclarecer, a definir e a relacionar os conceitos em Matemática. O aluno que elaborou o mapa que constitui a figura 9 afirmou que, após elaborá-lo, passou a ter segurança em fazer os cálculos de diagonal bem como da altura do triângulo equilátero, utilizando o teorema de Pitágoras ou mesmo a fórmula aprendida na quinta série.

Na figura 9 está representado o mapa conceitual construído por um aluno do terceiro ano do Ensino Médio, a partir do conteúdo desenvolvido nas aulas de revisão. O conteúdo sistematizado no mapa é desenvolvido no segundo ano do Ensino Médio e o aluno cursava o terceiro ano.

A história do aluno que criou esse mapa conceitual é muito interessante. Ele sempre detestou matemática e, quando propus o trabalho com mapas conceituais, ele achou o máximo, não porque esperasse aprender, mas porque imaginava apenas “matar tempo”.

Esse aluno apresentava dificuldades nas aulas de matemática, dizia que “*não conseguia entender nada*”, o que equivale a dizer que não entendia os conceitos. Quando começou a construir os mapas, segundo ele “*deu um estalo*”, ou, dizendo de outro modo, houve uma aprendizagem significativa. Seu mapa tem hierarquia vertical, os conceitos mais gerais estão colocados no topo e, os específicos, na base.

Apesar de não ser a única maneira para se resolver um sistema, o aluno identificou-se com Cramer, porque esse conteúdo ancora-se em determinantes, conteúdo anterior a este. Isso permite afirmar que o mapa possibilitou a utilização de seus conhecimentos prévios. Como se sabe, os conhecimentos prévios dos alunos devem ser valorizados para que possam construir estruturas mentais que permitam descobrir outros conhecimentos, caracterizando-se, desse modo, uma aprendizagem prazerosa e eficaz. Ausubel afirma que “o mais importante fator que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz sabe. Determine isso e ensine-o de acordo”.

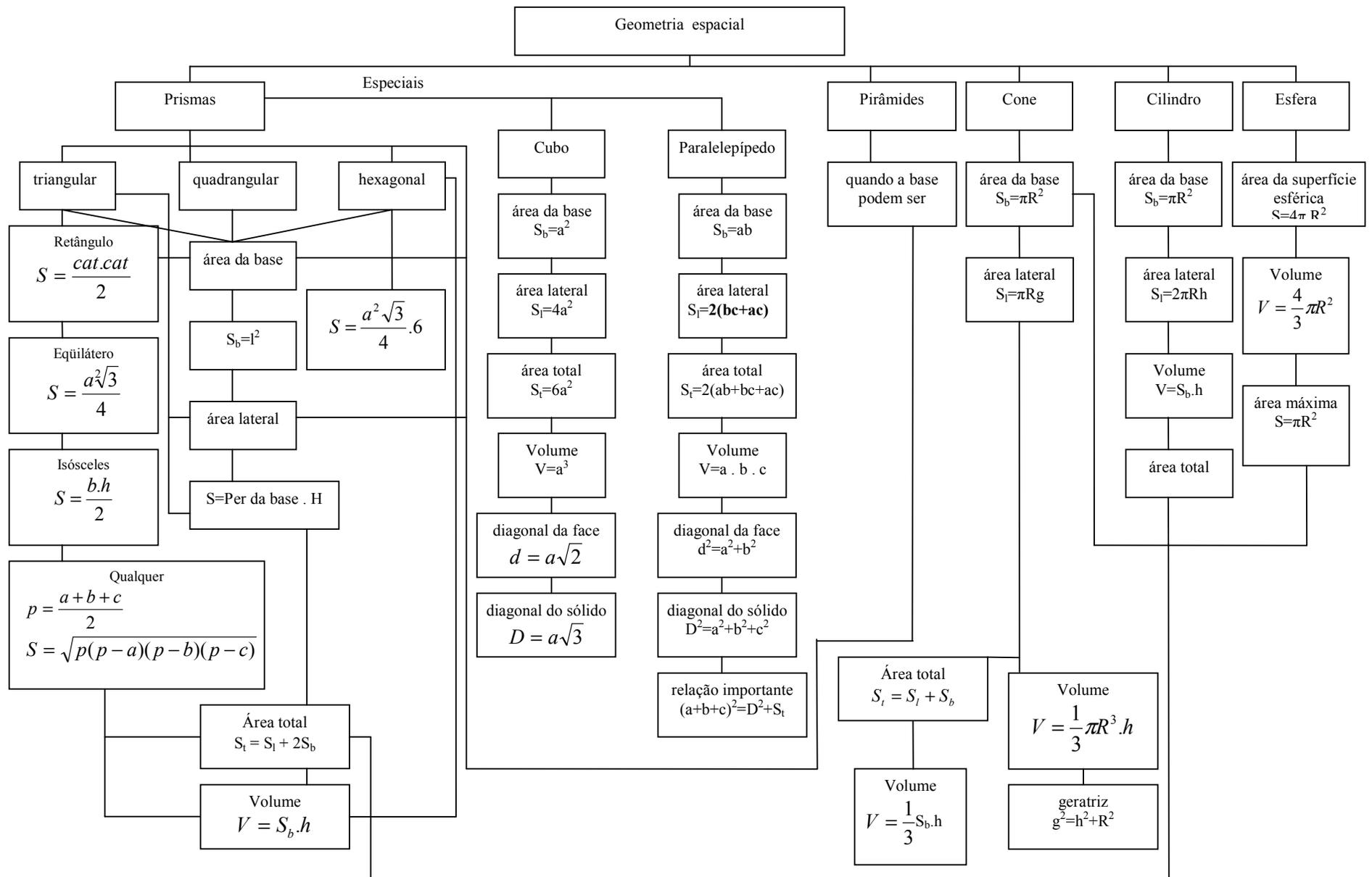


**Figura 9** – Mapa conceitual construído por um aluno do terceiro ano do Ensino Médio no conteúdo desenvolvido nas aulas de revisão.

O aluno, que afirmara não entender coisa alguma de matemática, hoje é outra pessoa, consegue desenvolver todas as atividades com conhecimento de causa, deixando até a rebeldia para o passado, o que me faz cogitar que a dificuldade de alguns alunos na escola pode estar mais relacionada mais a um problema de auto-estima e de maturidade do que à competência intelectual.

Este mesmo aluno, quando lhe perguntei sobre a validade do mapa conceitual para aprender conceitos matemáticos, respondeu que ele ajuda a esclarecer, a definir e a relacionar conceitos matemáticos. Pela história desse aluno, acima resumida, outros comentários são desnecessários.

Na figura 10 está reproduzido o mapa conceitual construído por um aluno do terceiro ano do Ensino Médio, enquanto trabalhávamos com o conteúdo de geometria espacial.



**Figura 10** - Mapa conceitual construído por um aluno do terceiro ano do Ensino Médio no conteúdo de geometria espacial

Esse mapa conceitual apresenta uma organização vertical, mostrando claramente a ordem de ocorrência dos conceitos. Para a construção do mapa, o aluno começou por partes que foram sendo acopladas, até que obtivesse todos os conceitos necessários para o estudo da geometria espacial. Ao analisá-lo, constatei a forte influência do material instrucional sobre a estrutura cognitiva do aluno e foi possível verificar em que ponto realmente se encontrava o aluno em termos de conceitos. Na medida em que ia criando o seu mapa conceitual, o aluno passava por uma mudança conceitual progressiva, evolutiva, isto é, relacionava os novos conhecimentos com aqueles que já detinha.

Como o conteúdo anterior a este é geometria plana, ele foi observando que quando a base de uma figura espacial era triangular, deveria identificar o tipo de triângulo que tinha para poder responder corretamente ao exercício, já que triângulos existem vários, caso que não acontece com o círculo, hexágono e quadrado.

Ao constatar esse fenômeno, pude levantar uma hipótese sobre por que os alunos têm dificuldades na geometria espacial. Eles provavelmente não conseguiram transformar informação em conhecimento, ou seja, não houve uma organização hierárquica de proposições e conceitos na estrutura de conhecimento desses alunos, o que produz um desânimo, o qual muitos professores chamam de falta de estudo. Na base da solução desse problema está a necessidade de construção de uma aprendizagem que leve o aluno à autonomia, ao desenvolvimento das habilidades e à flexibilidade de pensamento, que só se dá a partir do desenvolvimento de uma prática educativa problematizadora, que tenha como objetivo o exercício do aprender a aprender.

No caso específico deste aluno, a maior parte das fórmulas colocadas em seu mapa conceitual foram deduzidas na sala de aula, durante o debate e de um modo não mecânico. A participação de todos os alunos na discussão favoreceu o que Ausubel definiu como sendo a principal função dos organizadores prévios: “pontes cognitivas” entre o que o educando já sabe e o que tem que saber. São essas pontes que permitem a formação de um conjunto ordenado de idéias (verificamos na construção deste mapa) para a retenção e incorporação de material mais detalhado e diferenciado, evitando idéias ostensivamente conflituosas.

Logo após a conclusão do mapa, o próprio aluno percebeu que poderia melhorá-lo se o refizesse, evidenciando, assim, que a aprendizagem foi significativa.

## **4.2 COMENTÁRIOS SOBRE OS DEPOIMENTOS**

Um dos pontos altos do trabalho que desenvolvi foi a elaboração própria dos alunos, que mostrou para eles mesmos a capacidade que têm de criar, deixando de simplesmente copiar. Isso se evidencia no depoimento que diz “[...] nós aprendemos a criar [...]”, e também na afirmação “*aqui nós construímos e quando se constrói não se esquece, é que nem aprender a dirigir [...]*”. Também está claro na observação sobre os mapas: “[...] sendo eles uma elaboração da própria pessoa”. Esses trechos de depoimentos dos alunos podem ser relacionados às palavras de Demo (2002, p. 95)

[...] a elaboração própria torna-se, então, atividade estratégica, em primeiro lugar porque reflete a capacidade reconstrutiva, de onde surge o impulso para a autonomia [...] a elaboração individual é importante porque aprimora a capacidade própria de propor e traduz o talento de cada um.

Em síntese, “a elaboração própria precisa ser o indicador inequívoco de que sabemos elaborar nossa história própria”. (DEMO, 2002, p.95).

Nos depoimentos também aparece a confirmação de que os mapas conceituais favorecem a aprendizagem significativa. *“Fiquei admirada comigo mesma, antes eu tinha que tudo decorar e logo em seguida eu esquecia, agora não preciso me matar estudando e consegui guardar todos os conceitos na minha memória”*, diz a aluna.

Mapas conceituais podem ser considerados como uma ferramenta para negociar conceitos, tal como dizem Novak e Gowin (1984, p.14), “porque são representações explícitas, abertas, dos conceitos e proposições que uma pessoa tem, permitindo que professores e alunos troquem, ‘negociem’, significados até que os compartilhem”. Os alunos confirmam essa perspectiva. Em um dos depoimentos, um aluno afirma que os mapas *“[...] só ajudaram a gravar muito mais os conceitos e não precisava ficar horas decorando o conteúdo para a prova mensal”*.

Os recursos esquemáticos dos mapas conceituais, que representam um conjunto de conceitos inter-relacionados numa estrutura hierárquica proposicional, servem para tornar claro para professores e alunos as relações entre conceitos de um conteúdo aos quais deve ser dada maior ênfase (NOVAK; GOWIN,1996). Dessa forma, pode-se argumentar que, ao criar o mapa conceitual, o aluno torna-se autor e autônomo em relação à intenção do professor. Isso resulta de uma complexa elaboração mental existente em momentos diferentes do processo de

aprendizagem que transforma o ensinar em uma ferramenta de pensamentos, abrindo espaços para que se criem e se constituam experiências construtivas que darão ao aluno suporte para a resolução de seus problemas ou situações matemáticas do dia-a-dia.

A importância desse processo pode ser avaliada a partir do seguinte depoimento: “[...] *não tenho necessidade de ficar decorando fórmulas, pois os mapas propiciam uma maior compreensão do conteúdo e através de sua confecção, memorização do mesmo, evitando um desgaste quando é época de prova*”. Nesse depoimento evidencia-se a transformação do próprio modo de aprender.

Os alunos não só são capazes de desenvolver as suas estratégias para realizar as tarefas escolares de Matemática, mas também de construir o seu próprio conhecimento matemático. E os mapas conceituais propiciam esta construção, que pode ser atestada pelo seguinte depoimento: “*Gostei porque aprendi a criar e não só copiar ou decorar como estava acostumado [...]*”.

É importante, entretanto, lembrar o que diz Charlot (2000, p. 68): “aprende-se porque se tem oportunidade de aprender, em um momento em que se está mais ou menos disponível para aproveitar essas oportunidades”. A partir dessa afirmação, avalio a importância de o professor ter discernimento no momento de escolher e aplicar algum método. O professor sempre deve considerar que o educando esteja aberto para receber a proposta, não como uma imposição, mas como um meio de facilitar seu entendimento dos conceitos e evitar a pura e simples memorização.

Os professores devem ter convicção de seu papel. Como afirma Freire (1995, p. 37):

O educador lida com a arte de educar. O instrumento de sua arte é a pedagogia. Ciência da educação e do ensinar. É no ensinar que se dá o aprendizado de artista. Toda pedagogia sedimenta-se num método. Maneira de ordenar, organizar com disciplina, a ação pedagógica segundo certos pressupostos teóricos. Toda pedagogia está sempre engajada a uma concepção de sociedade, política. É nesse sentido que, nesta concepção de educação, este educador faz arte, ciência e política. Faz política quando alicerça seu fazer pedagógico a favor ou contra uma classe social determinada. Faz ciência, quando apoiado no método de investigação científica, estrutura sua ação pedagógica. Faz arte, porque cotidianamente enfrenta-se com o processo de criação na sua prática educativa, em que, no dia-a-dia, lida com o imaginário e o inusitado. A ação criadora envolve o estruturar, dar forma significativa ao conhecimento. Toda ação criadora consiste em transpor certas possibilidades latentes para o campo do possível, do real.

O educando, como sujeito em interação com o meio e que está aberto para progressivamente construir conhecimento ao agir sobre os objetos, incorpora novos conhecimentos (assimilação) a estruturas já existentes, oportunizando reajustes nessas estruturas (acomoda-ção). A consciência do processo de construção do conhecimento que se estrutura a partir do uso dos mapas conceituais fica evidente no depoimento do aluno: *“Ele [o mapa conceitual] requer uma melhor compreensão e domínio do conteúdo fazendo a gente desenvolver nosso raciocínio lógico levando a uma aprendizagem segura e correta da matéria”*.

Segundo Piaget (1978, p. 19), “[...] conhecer não consiste em copiar o real, mas em agir sobre ele e em transformá-lo, de modo a compreendê-lo em função do sistema de transformação a que estão ligadas essas ações”. Fica aqui entendido que o desenvolvimento cognitivo do educando é um processo que tem caráter seqüencial, isto é, ocorre numa série de estágios, e cada um deles resulta necessariamente do precedente (exceto o primeiro) e ao mesmo tempo, prepara para o seguinte.

*“Achei que o mapa conceitual é um método bem mais fácil de ensino e ajuda a gente entender alguns conceitos de séries anteriores que não estavam bem claros em nossa memória.”* O depoimento reforça a idéia de que de aprendizagem mecânica produz ligações arbitrárias entre estruturas, pois não leva o educando à capacidade de diferenciar, bem como de comparar. Já os mapas conceituais favorecem a conexão lógica entre estruturas cognitivas, servindo de parâmetro para a aprendizagem de novos conceitos, favorecendo a aprendizagem significativa, segundo Ausubel (1968).

*“Com estes mapas pude organizar melhor minhas idéias para desenvolver os exercícios que até então achava que não tinha capacidade para tal”.* No depoimento deste educando fica evidente o que Novak e Gowin (1988, p. 19) afirmam sobre a elaboração de mapas conceituais poder se tornar uma atividade que estimula a capacidade criadora, ajudando a desenvolver a criatividade, no propósito de “[...] ajudar os estudantes e educadores a captar o significado dos materiais que serão aprendidos” e a ter uma visão integradora do assunto. Ainda podemos verificar que para muitos educandos, como este, a aprendizagem da Matemática envolve sentimentos de grande ansiedade e medo de fracassar, reflexo do modo como são ensinados e, talvez, da cobrança de bons resultados por parte de pais e professores.

*“Passei a entender a importância destes mapas conceituais quando comecei a fazer o cursinho pré-vestibular. Quando o professor começava a falar de um determinado conteúdo em seguida vinha tudo a minha cabeça como se estivesse aprendendo na escola”.* O depoimento evidencia que para a construção do conhecimento precisa haver uma parceria entre o professor e os alunos, pois aprender a aprender é o grande desafio da educação. As aulas devem ser

dinâmicas, motivadoras do interesse dos alunos e desafiadoras. Para tanto, como diz Paulo Freire (1996, apud GADOTTI, 2000):

Devemos pensar num novo professor, mediador do conhecimento, sensível e crítico, aprendiz permanente e organizador do trabalho na escola, um orientador, um cooperador, sobretudo, um construtor de sentido. "ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção{...} é preciso que, pelo contrário, desde o começo do processo, vá ficando cada vez mais claro que, embora diferentes entre si, quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado{...} Não há docência sem discência, as duas se explicam e seus sujeitos, apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem á condição de objeto um do outro. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.

Na análise dos depoimentos, evidenciou-se que os alunos consideram os mapas conceituais uma excelente contribuição para o entendimento dos conceitos propostos nas diferentes séries estudadas.

## 5 CONCLUSÃO

Durante muito tempo, face aos trabalhos de Piaget, considerou-se o processo de construção de conhecimento como um fenômeno fundamentalmente individual, fruto da interação do sujeito com o objeto do conhecimento. Mesmo reconhecendo que a atividade do sujeito é básica para a construção do conhecimento e que há momentos específicos a serem respeitados nesse processo, isto não implica necessariamente que a influência do educador e o tipo de interação por ele propiciada não tenha peso na construção.

Foi buscando uma estratégia que favorecesse a construção do conhecimento pelos alunos que comecei a trabalhar com os mapas conceituais na sala de aula, identificando-os como um instrumento que poderia ajudar os educandos no estudo da disciplina de Matemática.

Na perspectiva do construtivismo, reconhecemos que o professor não transmite conhecimento e que não basta apresentar ao educando uma informação para que ele aprenda. É preciso que ele construa o conhecimento segundo sua própria experiência interna, ou seja, que ele utilize o que sabe, seus esquemas de conhecimento precedentes, a eles relacionando o novo conhecimento. Isso constitui o que Ausubel (1973), chama de aprendizagem significativa: a nova informação se relaciona à velha, não de maneira literal e arbitrária, mas segundo o aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo, que ele chama de “subsunção”.

Iniciei esta investigação reconhecendo que os mapas conceituais, propostos por Novak e Gowin (1984; 1988) representam um suporte à aprendizagem significativa, sendo os mesmos uma ferramenta capaz de organizar

e representar o conhecimento em termos de conceitos e suas ligações. Meu propósito nesta pesquisa foi investigar qual a contribuição dos mapas conceituais para a aprendizagem de conceitos matemáticos. A construção de mapas conceituais pelos alunos, que também prestaram depoimentos sobre como os mapas modificaram seu processo de aprendizagem, confirmou-se como uma estratégia favorável à construção e entendimento de conceitos matemáticos, alguns antes ininteligíveis para os educandos.

Isso ficou evidente quando, por exemplo, trabalhamos com o conteúdo de triângulos. Todos os alunos sabiam o que é um triângulo, mas alguns desconheciam a existência de diferentes tipos de triângulos; não sabiam que os tipos possíveis definem-se em razão de suas características peculiares, a partir de que lhes são atribuídos os nomes. Os educandos incorporaram esse processo de ancoragem da nova informação, o que resultou em crescimento e modificação dos conceitos subsunçores (no caso triângulo); perceberam que o conceito de triângulo é mais abrangente e elaborado e capaz de servir de subsunçor para novas informações.

Ausubel (1978) acredita que cada disciplina tem seus próprios conceitos e métodos idiossincráticos de investigação. Entretanto, os conceitos podem ser clarificados e apresentados ao educando de modo que formem um conjunto de informações estruturadas hierarquicamente. Moreira (1993, p. 33) confirma essa perspectiva dizendo que “a estrutura do conhecimento na mente humana tende a seguir uma estrutura hierárquica na qual as idéias mais abrangentes incluem proposições, conceitos e dados menos inclusivos e mais diferenciados”.

Os depoimentos dos alunos, bem como o aprimoramento dos mapas conceituais que foram construindo ao longo do estudo, indicam que a estratégia

favoreceu a aprendizagem dos conceitos matemáticos; mais do que isso, teve conseqüências sobre o estudo de outras disciplinas, pois permitiu que os educandos estabelecessem relações mais amplas. Alguns alunos, como se viu nos depoimentos, incorporaram os mapas conceituais à sua prática, como uma forma de estudar.

O acompanhamento e a observação das práticas dos alunos, descritas no Capítulo 3, em que fiz a análise dos dados, evidenciou uma evolução favorável do desempenho dos alunos em termos de construção de conceitos, a partir da incorporação dos mapas conceituais como estratégia para a construção do conhecimento dos conceitos matemáticos.

As possíveis transformações que esta pesquisa pode produzir em seu meio constituem-se no aspecto fundamental a ser destacado neste estudo. Acredito que mudanças sempre venham acompanhadas de um novo enfoque da disciplina, neste caso específico, da Matemática. Essas podem levar os alunos a uma compreensão maior dos conceitos matemáticos e, conseqüentemente, a um excelente desenvolvimento algébrico na resolução de problemas.

Houve, entretanto, alunos muito resistentes ao trabalho com os mapas conceituais, seja por preferirem a aula tradicional e não gostarem de inovações, seja por se recusarem a adotar propostas que exigissem o esforço intelectual de pensar e estabelecer relações, acostumados que estavam ao uso de fórmulas mnemônicas. Esses alunos constituíram um desafio especial, que exigiu muita habilidade de mediação, para que, sem imposição, mudassem de posição e se dispusessem a aprender a aprender. O resultado pode ser visto em alguns depoimentos de alunos que dizem quanto ficou mais fácil estudar matemática a partir dos mapas conceituais.

Apesar de eu reiteradamente afirmar que a construção dos mapas conceituais pelos alunos resultou em aprendizagem significativa, uma das limitações deste estudo, evidentemente, é o fato de não ter sido possível chegar ao ponto em que, quando eu explicasse o novo conteúdo, o aluno identificasse o conteúdo que deveria já saber para poder desenvolver os trabalhos propostos. Mas isso não invalida a afirmação de que tenha havido a aprendizagem significativa, apenas me obriga a reconhecer que não foi possível mensurar sua extensão. Afinal, como o trabalho com mapas conceituais não vinha sendo feito antes, fui obrigada a voltar várias vezes aos conteúdos de outras séries para que pudesse desenvolver o previsto para a série com a qual estava trabalhando.

Outra dificuldade encontrada para o desenvolvimento da investigação foi o tempo muito pequeno para construir os mapas. O conteúdo a ser desenvolvido nas séries é extenso e a quantidade de períodos é escassa, o que dificultou a construção dos mapas. Apesar disso, preciso ressaltar a riqueza do trabalho que emergiu da interação entre os alunos dos grupos que constituíram a amostra.

Também pude observar que muitos de nossos alunos não possuem o hábito de leitura, o que dificultou a construção dos mapas conceituais, obrigando-me a, muitas vezes, intervir, orientando-os para que pudessem obter um resultado satisfatório em suas construções. Desse modo, os alunos puderam perceber a necessidade de melhorar e de se dedicar mais aos conhecimentos que ainda não dominavam bem, criando-se uma oportunidade para o amadurecimento de idéias e aprimoramento dos conhecimentos.

Apesar das limitações desta investigação, ela pode servir como ponto de partida para o aprofundamento dos estudos que relacionem os mapas conceituais à aprendizagem significativa. Uma das possibilidades é o desenvolvimento de um

trabalho longitudinal, usando os mapas conceituais como estratégia de ensino na disciplina de Matemática, que seja aplicado a uma turma de alunos desde as Séries Iniciais até o Ensino Médio. Um estudo assim, desenvolvido em ambiente controlado, com a mensuração da aquisição dos conceitos ao final de cada série, permitiria evidenciar as diferentes etapas da aprendizagem significativa.

Uma outra possibilidade que se configura a partir desta investigação é o desenvolvimento de um projeto experimental que definisse dois grupos de alunos da mesma série: um grupo experimental e outro de controle, com os quais estivesse sendo desenvolvido o mesmo conteúdo matemático. O grupo experimental seria ensinado com o uso de mapas conceituais e o grupo de controle, do modo tradicional. Ao final do experimento, que poderia ocorrer durante um ano letivo, o pesquisador poderia comparar o aproveitamento dos dois grupos a fim de verificar quanto os mapas conceituais podem favorecer a melhoria do aproveitamento dos alunos, em termos de avaliação.

Durante o desenvolvimento da minha pesquisa, os alunos demonstraram forte interesse pelo uso do computador como ferramenta para construção dos mapas conceituais. Em uma outra pesquisa, essa relação poderia ser explorada, de modo a investigar quanto essa tecnologia pode favorecer a estruturação e a sistematização dos mapas conceituais.

Em relação às questões propostas no Capítulo 1 para esta pesquisa, apesar de todas as limitações já evidenciadas acima, posso dizer que o ensino de Matemática com o uso dos mapas conceituais permite que os alunos organizem, hierarquizem, sintetizem e estabeleçam relações entre conceitos, favorecendo a aprendizagem significativa. Os alunos, usando os mapas conceituais, desenvolvem, além disso, um processo metacognitivo, que lhes permite ter

consciência de seu processo de aprendizagem, o que pode ter conseqüências positivas também sobre o estudo de conceitos em outras disciplinas.

Cabe, agora, a outros pesquisadores, o aprofundamento na investigação desse tema. Certamente será possível chegar a outras descobertas que, aplicadas ao ensino, talvez possam favorecer o desempenho dos alunos e o gosto pelo estudo da Matemática.

## REFERÊNCIAS

ARROYO, M. G. **Imagens quebradas**: trajetórias e tempos de alunos e mestres. Petrópolis: Vozes, 2004.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York, Grune and Stratton, 1963.

\_\_\_\_\_. **Educational psychology**: a cognitive view. New York: Grune and Stratton, 1968.

\_\_\_\_\_. **Psicologia educativa**: um ponto de vista cognitivo. México: Editorial Trillas, 1976.

\_\_\_\_\_. **Psicologia educativa**: um ponto de vista cognoscitivo. México: Trillas. Tradução Roberto H Dominguez. México: Trillas, 1978.

\_\_\_\_\_. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Psicología educacional**. Tradução Eva Nick et al. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

\_\_\_\_\_. **Psicologia educativa**. México: Trillas, 1989.

BRAUMANN, C. Divagações sobre investigação matemática e o seu papel na aprendizagem da matemática. In: XI Encontro de Investigação em Educação Matemática. **Conferência**. Coimbra, maio 2002.

CHARLOT, B. **Da relação com o saber**: elementos para uma teoria. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

CAMPOS, D. M. de S. **Psicologia da aprendizagem**: sumário para estudantes de curso superior. Petrópolis: Vozes, 1971.

CARRETERO, M. **Construtivismo e educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

COLL, C. **O construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 1999.

DELORS, J. **Educação**: um tesouro a descobrir. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC/UNESCO, 1998.

DELORS, J. (Org.). Educação: um tesouro a descobrir. In: **Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI**. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC, 2001.

DEMO, P. **Saber pensar**. 3. ed. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire, 2002.

DIENES, Z. P. **Aprendizado Moderno da Matemática**. Rio de Janeiro: Zahar, 1970.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia**. 15. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

FREIRE, M. **A aventura de ensinar, criar e educar**:: observação, registro, reflexão.. São Paulo: Espaço Pedagógico, 1995. (Instrumentos metodológicos I).

GARDNER, H. **Estruturas da mente**: Teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

GADOTTI, M. **Pedagogia da terra**. Petrópolis: Vozes, 2000.

GOWIN, D. B. **Educating**. Ithaca (USA): Cornell University Press, 1981.

HOFFMANN, J. **Avaliação pontos e contra-pontos**: do pensar ao agir em avaliação. Porto Alegre: Mediação, 1998.

KAMII, C. **A criança e o número**: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 5 anos. Tradução Regina A, de Assis. 9. ed. Campinas: Papyrus, 1988.

MACEDO, L. de. **Ensaio construtivistas**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa**. São Paulo: Ciência e Cultura, 1980.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: UnB, 1982.

\_\_\_\_\_. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem**: Os mapas conceituais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

MOREIRA, M. A. e BUCHWEITZ, B. **Mapas Conceituais**. São Paulo: Moraes, 1987.

\_\_\_\_\_. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem:** os mapas conceituais e o vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

NOVAK, J. D. **A theory of education.** Ithaca: New York: Cornell University Press, 1977.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Uma teoria de educação.** Tradução Marcos A. Moreira. São Paulo: Pioneira, 1981.

\_\_\_\_\_. **Aprender a aprender.** Tradução Carla Valadares. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

\_\_\_\_\_. **Aprendiendo a aprender.** Barcelona: Martínez Roca, 1988.

\_\_\_\_\_. **Aprender a aprender.** Lisboa: Edições Técnicas, 1996.

\_\_\_\_\_. **Clarify with concept maps revisited:** proceedings of the International Meeting Meaningful learning. Spain, Sept. 1997.

PIAGET, J. **A tomada de consciência.** São Paulo: Melhoramento, 1978.

\_\_\_\_\_. **A epistemologia genética:** sabedoria e ilusões da filosofia, problemas de epistemologia genética. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

\_\_\_\_\_. **Epistemologia genética.** Rio de Janeiro: Forense: Universitária, 1990.

PIRAN, G. C. T. Relações de poder na escola: significados e práticas. In: **Programa Interinstitucional de Integração da Universidade como educação Fundamental.** Erechim: São Cristóvão, 1997, p. 55-71. (Olhares sobre a Escola 2).

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres:** A nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

ROGER, C. R. **Tornar-se pessoa.** São Paulo: Martins Fontes, 1978.

SALEMA, M. H. **Aprender a pensar:** a metacognição na composição escrita. Lisboa: U-L, 1991.

SASTRE, G.; MORENO, M. **Resolução de conflitos e aprendizagem emocional.** São Paulo: Moderna, 2002.

THIOLLET, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez, 1985.

## **ANEXO A - Depoimentos de alunos do 1º Ano do Ensino Médio**

### **Aluno A**

Ao elaborar estes mapas conceituais fui tendo uma visão maior do que é os conceitos que devo saber para poder desenvolver com segurança os exercícios propostos pelos professores, que até então achava horrível de difícil. Quando clareou os conceitos fiquei mais seguro, mais ainda não estou com toda bola. Sei que preciso estudar muito mais para ser o médico que pretendo ser no futuro.

### **Aluno B**

Com estes mapas pude organizar melhor minhas idéias para desenvolver os exercícios que até então achava que não tinha capacidade para tal. Eles passaram a ser um recurso de estudo de casa não só na disciplina de Matemática como em outras, quando sentia dificuldade de entender os conceitos explicados pelo professor. Não tenho certeza que sei fazer um bom mapa conceitual, mais sei dizer que consegui me organizar para estudar em casa, coisa que antes nem tinha vontade devido às dificuldades de entender os conteúdos.

**Aluno C**

Estes mapas conceituais não fizeram milagres comigo, mas ao menos me incentivaram ao estudo em sala de aula, principalmente porque não consigo em casa estudar (acho uma perda de tempo, afinal tem tanta coisa boa na internet e a gente tem que ficar estudando coisas que para mim não me interessam). Só me interessou porque a professora me deixou eu trabalhar no computador, daí a coisa ficou mais interessante e acredito que foi isso que me fez eu entender esse bicho papão que é a tal da Matemática.

**Aluno D**

A escola para mim foi sempre uma chatice. Os professores além de velhos estão por fora, as aulas arcaicas ainda bem que esta professora veio com uma coisa nova para a gente se sentir mais a vontade nas aulas. Este tal de mapas conceitual começou a me fazer entender, não muita coisa, mas um pouco mais do que antes entendia. Acho que é porque eu tenho que fazer e assim tenho que ler várias vezes o conteúdo para colocar no papel o que realmente é importante. Assim comecei a melhorar as notas e isso me incentivou um pouco pois antes todo mundo me chamava de excepcional e agora ninguém disse nada. Não pense a senhora que estou achando uma glória vir à escola, mas ao menos estou notando que melhorei muito perto do que eu era.

**Aluno E**

Achei excelente trabalhar com os mapas conceituais, pois aprendi muito e pessoalmente consigo entender mais os conteúdos. Hoje, prefiro fazer os mapas a ter que fazer a tal das provas que me deixam muito nervosa fazendo esquecer todo o conteúdo que eu sei que sabia. Eles fizeram com que eu não esquecesse o conteúdo nas provas e ainda, assim eu não esqueço nada do que já estudei. Antes eu estudava para as provas e depois não lembrava mais nada, hoje ainda lembro o conteúdo que a professora deu no primeiro bimestre. Se essa idéia pegar vai ser ótimo para todos que nesta escola venham estudar.

**Aluno F**

Nunca gostei de ler e nem de estudar em casa. Hoje eu estou muito feliz por não precisar mais estudar em casa, pois ao fazer o mapa conceitual eu já estou estudando e tudo fica gravado na minha cabeça e até a explicação da professora parece que penetra lá dentro e quando preciso tudo volta muito rápido para minha mente. Acredito que devo muito a este método, pois ele me ensinou a achar as palavras chaves dos conceitos ajudando até no meu raciocínio lógico que deveras era lento. Hoje eu faço os testes com muito mais segurança que antes, devido a este método que a professora trabalhou.

## **ANEXO B - Depoimentos de alunos do 2º Ano do Ensino Médio**

### **Aluno G**

Sempre gostei de Matemática graças a Deus mesmo assim, acho que estes mapas conceituais ajudaram não só a mim como a meus colegas que possuíam muita dificuldade em assimilar os conceitos explicados pelos professores. Gostei de trabalhar com eles, não que os mesmos tenham melhorado meu desempenho escolar mas contribuíram como um novo conhecimento adquirido nestes dois anos que aqui estudo.

### **Aluno H**

Eu particularmente não gostei dos ditos mapas conceituais. Eu tinha que ficar lendo muito até entender o que deveria colocar e para mim é um sacrifício e ao mesmo tempo uma perda de tempo. Acho que o motivo é que não fomos acostumados a trabalhar com conceitos e me levou a um descrédito com relação a sua eficácia. Agradeço por eles não valerem nota senão estava ferrado. Valeu pro.

**Aluno I**

Achei que o mapa conceitual é um método bem mais fácil de ensino e ajudam a gente entender alguns conceitos de séries anteriores que não estavam bem claros em nossa memória. Com eles eu consegui não precisar estudar em casa sem saber o que estava fazendo devido a falta de compreensão dos conteúdos. Em algumas outras disciplinas eu construía os mapas para estudar e tudo começou a melhorar em mim. Achei-os com muitas vantagens até para apresentação de trabalhos exigidos por outros professores.

**Aluno J**

Quando passei para o 2º ano eu já estava apavorada com o tal de conteúdo de trigonometria. Quase todos os alunos do 3º ano hoje viviam falando que não dava para entender nada devido ao grande número de fórmulas existente neste conteúdo. Quando começamos a estudar juntamente com os mapas vi que não era tão difícil assim, afinal quando entendemos os conceitos chaves do conteúdo o resto é moleza. Fiquei admirada comigo mesma, antes eu tinha que tudo decorar e logo em seguida eu esquecia, agora não preciso me matar estudando e consegui guardar todo os conceitos na minha memória. Como a senhora mesmo diz: “temos que aprender significativamente e tudo melhora aqui e agora”.

## **ANEXO C - Depoimentos de alunos do 3º Ano do Ensino Médio**

### **Aluno K**

Passei a entender a importância destes mapas conceituais quando comecei a fazer o cursinho pré-vestibular. Quando o professor começava a falar de um determinado conteúdo em seguida vinha tudo a minha cabeça como se estivesse aprendendo na escola. Justamente por esse motivo é que posso dizer da valia de tê-los usado. Uma pena não ter aprendido já no 1º ano daí sim eu tiraria de letra no vestibular, mas mesmo assim valeu a pena, pois tivemos revisão de todo o conteúdo e deu para gravar muitos conceitos que eu não havia entendido anteriormente.

### **Aluno L**

No início, quando a professora começou a nos ensinar os mapas conceituais, fiquei meio sentado no muro achando que tudo seria uma matação de aula e não iria aprender nada, logo agora que estava terminando o Ensino Médio e deveria aprender muito mais devido ao vestibular que tenho que prestar no final deste ano. Com o passar do tempo vi é que estava ganhando tempo e conhecimento, pois todo o mapa que construía em aula e às vezes em casa só ajudaram a gravar muito mais os conceitos e não precisava ficar horas decorando o conteúdo para a prova mensal. Hoje já tento fazer mapas conceituais em outras matérias porque para mim ele passou a ser um método

de estudo para casa. Eu tenho que passar no vestibular. Não pretendo ser a ovelha negra de minha família já que todos passaram no primeiro.

### **Aluno M**

Gostei de trabalhar com mapas conceituais, sendo que foram eles que me ajudaram a esclarecer muitos conceitos que eu não tinha entendido quando a professora expôs o conteúdo. Pude entender a relação que um conceito tem com o outro valorizando todos os detalhes que neles contém e ainda ir melhorando aos poucos conforme ia entendendo os conceitos. Ele requer uma melhor compreensão e domínio do conteúdo fazendo a gente desenvolver nosso raciocínio lógico levando a uma aprendizagem segura e correta da matéria. Também gostaria de salientar sua importância perante outros colegas de cursinho pré-vestibular quando os professores faziam alguma pergunta eu logo respondia, pois tudo estava muito presente em minha memória.

### **Aluno N**

Eu é que construo os mapas conceituais, logo eu também posso ser autor de pelo menos eles coisa que nunca passou pela minha cabeça fazer algo diferente como tenho feito. Gostei porque aprendi a criar e não só copiar ou decorar como estava acostumado. A gente até parecia papagaio de repetição onde o professor faz e o aluno copia. Com eles aprendi a me organizar para estudar outras disciplinas e melhorar as notas que para mim só

servem para passar de ano. É bem que nem a senhora falava em sala de aula “só aprendemos a fazer, fazendo” ou então “não sejamos como nossos governantes que nada criam só copiam” eu acho um barato quando a senhora assim fala.

## **Aluno O**

No início achei estes mapas conceituais fora da realidade da disciplina de matemática por estar acostumado apenas a trabalhar com números fazendo exercícios solicitado pelos professores e como sempre gostei de estudar fazia tudo o que era solicitado em sala de aula. Hoje já consigo ver a diferença em relação a meu conhecimento. Não tenho necessidade de ficar decorando fórmulas, pois os mapas propiciam uma maior compreensão do conteúdo e através de sua confecção memorização do mesmo evitando um desgaste quando é época de prova. Hoje em toda disciplina que estou com um pouco de dificuldade tento sana-la através da do mapa e tem dado certo. Só espero que quando estiver fazendo o vestibular tudo esteja ainda gravado em minha memória e eu possa sair vitorioso como é o meu desejo e o de todos que me cercam.

**Aluno P**

Gostaria de dizer que os mapas conceituais ajudaram a enriquecer meu conhecimento com relação a disciplina de matemática, bem como em outras disciplinas que sozinho comecei a desenvolver, mas gostaria de salientar que o dinamismo com que a senhora faz sua aula acontecer é que faz todos nós ouvirmos o que a senhora tem para dizer. Eu admiro muito estes profissionais como à senhora que possui um coração do tamanho do mundo bem como uma humildade que quase a maioria de outros profissionais não os tem. Queria lhe dizer muito obrigado do fundo da minha alma, se hoje sou o que sou foi graças a seu empenho de nunca desacreditar que todos são capazes e com paciência esperar aflorar a vontade de querermos aprender. Este trabalho com os mapas conceituais foi fantástico como ferramenta que facilita a compreensão, percepção, construção e organização de conceitos matemáticos permitindo uma maior concentração dos alunos resultando numa verdadeira aprendizagem.

**Aluno Q**

Os mapas conceituais foram de grande utilidade, sendo eles uma elaboração da própria pessoa. Para que pudéssemos elabora-los tínhamos que realmente nos interar do conteúdo para não fugirmos dos conceitos essenciais a ser utilizados. O conhecimento não veio de fora nem foi imposto, nós aprendemos a criar através do básico que nos foi passado em suas

explicações. Aqui nos construímos e quando se constrói nos se esquece é que nem aprender a dirigir, só se aprende dirigindo o mesmo acontece com a gente em sala de aula, só aprendemos se construímos que para mim foi o ponto que mais me chamou a atenção.

### **Aluno R**

Apesar de achar o vestibular uma verdadeira cola de conteúdos e junto a sorte de que muitos candidatos tem, os mapas conceituais irão colaborar principalmente no momento em que estarei realizando-o. Quando pego os livros para estudar algum conteúdo onde elaboramos o mapa tudo começa aparecer em minha cabeça como se eu estivesse lendo o livro. Sei lá, mas acho que isso é ter assimilado o conteúdo. Acredito que por muito tempo isso não irá se apagar em minha memória. Assim espero, pois o vestibular já está chegando e todas as possíveis fórmulas vistas este ano tenho a convicção que sei justamente por ter utilizado os mapas conceituais para agrupa-las e conseqüentemente ficaram organizadas em minha mente.