

**CENTRO UNIVERSITÁRIO NOVE DE JULHO - UNINOVE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO - PPGE**

**A ÁRVORE DO CONHECIMENTO E O ENSINO DA MATEMÁTICA**  
**TÓPICOS DA TEORIA BIOLÓGICA DO CONHECIMENTO DE MATURANA E**  
**VARELA E SUA APLICAÇÃO À EDUCAÇÃO E AO ENSINO-APRENDIZAGEM DA**  
**MATEMÁTICA.**

**YARA BUSCH**

**SÃO PAULO**

**2005**

**YARA BUSCH**

**A ÁRVORE DO CONHECIMENTO E O ENSINO DA MATEMÁTICA  
TÓPICOS DA TEORIA BIOLÓGICA DO CONHECIMENTO DE MATURANA E  
VARELA E SUA APLICAÇÃO À EDUCAÇÃO E AO ENSINO-APRENDIZAGEM DA  
MATEMÁTICA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação - PPGE do Centro Universitário Nove de Julho - Uninove, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação.

Prof. Dr. José J. Queiroz - Orientador

**SÃO PAULO**

**2005**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Busch, Yara.

A árvore do conhecimento e o ensino da matemática: tópicos da teoria biológica do conhecimento de maturana e varela e sua aplicação à educação e ao ensino-aprendizagem da matemática. / Yara Busch. 2005.  
138 f.

Dissertação (mestrado) – Centro Universitário Nove de Julho - UNINOVE, 2005.

Orientador: Profa. Dra. José J. Queiroz

1.Educação. 2. Matemática.

CDU – 37

**A ÁRVORE DO CONHECIMENTO E O ENSINO DA MATEMÁTICA**  
**TÓPICOS DA TEORIA BIOLÓGICA DO CONHECIMENTO DE MATURANA E**  
**VARELA E SUA APLICAÇÃO À EDUCAÇÃO E AO ENSINO-APRENDIZAGEM DA**  
**MATEMÁTICA.**

Por

**YARA BUSCH**

Dissertação apresentada ao Centro Universitário Nove de Julho - Uninove, Programa de Pós-Graduação em Educação - PPGE, para obtenção do grau de Mestre em Educação, pela Banca Examinadora, formada por:

---

Profa. Kátia Cristina Stocco Smole, Dra., USP

---

Profa. Izabel Cristina Petraglia, Dra., UNINOVE

---

Prof. José J. Queiroz, Dr., UNINOVE

---

Profa.. Cleide Rita Silvério de Almeida, Dra., UNINOVE  
(suplente)

São Paulo, 2005.

*Aos meus pais, Herbert e Wally, com saudades onde estiverem, aos quais devo tudo o que sou e pelo exemplo de dignidade que me ensinaram.*

*Ao meu irmão Roberto, que por vários momentos foi meu porto seguro.*

*Aos meus filhos, Bernard e Viktor, pela extrema paciência, carinho e ajuda em todos momentos, pois ninguém como eles sabem o significado de suas vidas em minha vida e o significado deste trabalho em nossas vidas.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Dr. José J. Queiroz, meu paciente orientador de todas as dúvidas, pela compreensão, apoio, estímulo e por ter apontado com tanta competência o caminho trilhado.

Às professoras Dra. Kátia Cristina Stocco Smole e Dra Izabel Cristina Petraglia que, na qualificação, tanto me incentivaram, estimulando com isso significativos avanços.

Aos professores do Mestrado em Educação que sempre estiveram abertos às minhas indagações e comentários.

À professora Maria Isabel Bento de Oliveira, por todos momentos de apoio e amizade e por sua contribuição valiosa neste trabalho.

Aos professores da E.E. Antônio Lisboa e EMEF Oliva Irene Bayerlein Silva pelas experiências compartilhadas.

Aos meus alunos de todos os anos, que foram o objetivo principal de toda esta dissertação, pelas ricas experiências que juntos vivemos.

Ao CAPES que, financiou parte desta pesquisa, permitindo assim, a realização do presente trabalho.

A Deus, que conhece o meu coração.

## SUMÁRIO

<b>Introdução.....</b>	<b>01</b>
<b>Capítulo I: A Biologia do Conhecer e seus reflexos na Educação.....</b>	<b>07</b>
1.1. Os autores.....	07
1.2. Tópicos da Biologia do Conhecer relacionados à educação.....	09
1.2.1. Conhecendo o conhecer. Sua importância para a educação.....	11
1.2.2. A organização dos seres vivos e a autopoiese e seus reflexos na educação.....	12
1.2.3. Linguagem, consciência humana e educação.....	16
1.2.4. O explicar a experiência e a objetividade.....	21
1.2.5. Corporeidade, interação e aprendizagem.....	24
1.2.6. As emoções, o amor e a educação competição ou diálogo?.....	25
1.2.7. As consequências epistemológicas, éticas e educacionais da Biologia do Conhecer...	33
<b>Capítulo II: O ensino tradicional da Matemática e os problemas decorrentes.....</b>	<b>39</b>
2.1. O ensino tradicional da Matemática e as tentativas de superação.....	39
2.2. A visão de alguns especialistas. ....	45
2.3. Os depoimentos de Alunos e Professores. ....	57
2.3.1. As dificuldades apontadas pelos professores. ....	58
2.3.2. O que dizem os alunos. ....	62
<b>Capítulo III: Os princípios da Biologia do Conhecimento e o ensino-aprendizagem da Matemática. ....</b>	<b>71</b>
3.1. Conhecer como conhecemos é essencial para o bom ensino da Matemática.....	71
3.2. Autopoiese é fundamental no ensino-aprendizagem da Matemática.....	77
3.3. Linguagem e ensino da Matemática. ....	82
3.4. O explicar a experiência e a objetividade. ....	85
3.5. Corporeidade, interação e aprendizagem. ....	89
3.6. As emoções, o Amor e o ensino da Matemática. Competição ou Diálogo?.....	92
<b>Conclusão.....</b>	<b>106</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>114</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>133</b>

## RESUMO

O objetivo desta dissertação é um estudo da teoria biológica de Humberto Maturana e Francisco Varela buscando nela sugestões e indicativos para a Educação e pistas para uma boa aprendizagem da Matemática. O itinerário que seguimos tem uma primeira etapa na qual nos fixamos sobre a *Árvore do Conhecimento*, obra principal dos autores citados buscando apontar os principais temas da *Biologia do Conhecer* e seus reflexos na Educação. A segunda etapa lança um olhar para o ensino tradicional da Matemática, tendo em vista, em especial, o Ensino Médio e Fundamental, a fim de averiguar os principais problemas e dificuldades que eles apresentam e buscando descobrir as possíveis fontes destes percalços à luz da *Biologia do Conhecer*. Enfim, a terceira etapa busca nos pontos centrais da teoria de Maturana e Varela, tais como a autopoiese, a linguagem, o explicar entre-parênteses, a corporeidade, os jogos, as emoções, o amor, pistas, sugestões, encaminhamentos para um ensino proveitoso da Matemática de forma a criar condições para fazer despontar uma nova fisionomia do professor, do aluno, da relação pedagógica e da própria disciplina.

**Palavras chave:** Biologia do Conhecer; Ensino da Matemática; Autopoiese; Corporeidade; Emoções; Amor.



## **ABSTRACT**

The objective of this dissertation is a studying of biology theory of Humberto Maturana and Francisco Varela taking suggestions and indicate to Education and clues to a good mathematics apprenticeship. The way that we follow have a first stage that we fix about the Knowledge Tree, main piece of authors mentioned trying to show the main topics of Knowledge Biology and its reflects at Education. The second step is to take a look at the traditional mathematics teaching, take into consideration, in special, elementary and high school, to investigate the principal problems and difficulties that they show and try to discover the possible points of these disadvantages to the light of Knowledge Biology. At least the third step searches in central points of Maturana and Varela's theory, such as autopoiesis, language, the explanation-between-parenthesis, corporality, games, emotions, love, clues, suggestions and guides to a profitable teaching of Mathematics, in a way to create conditions to appear a new teacher's and pupil's face and the pedagogical relation and its own discipline.

**Key words:** Biology of Knowledge; Mathematics teaching; Autopoiesis; Corporality; Emotions; Love.

## INTRODUÇÃO

Vinda de uma família com verdadeira paixão pelas ciências exatas, cursei a faculdade de Matemática em Joinville, Santa Catarina, onde nasci, e minha vida foi uma longa trajetória repleta de experiências únicas como professora dessa matéria.

Tive alunos de todas as séries, da primeira à oitava série do ensino fundamental, como do primeiro ao terceiro ano do ensino médio. Tive alunos com imensas dificuldades de aprendizagem nas ciências exatas e foram eles meus maiores incentivadores para levar adiante este meu tema dentro da Matemática.

Em Joinville, no Colégio Bom Jesus, onde fui professora e diretora, experimentei diversos caminhos, novas maneiras de conquistar os alunos para o aprendizado proveitoso da Matemática. Ao fazer um curso de dinâmica de grupo na educação, percebi que o teatro também poderia ser uma ferramenta a ser usada com resultados satisfatórios. Do teatro, o passo seguinte foi a música. Foi fundado no mesmo Colégio Bom Jesus, um coral e uma bandinha rítmica e isto, para mim, representou na época novas experiências e outros alunos passando a gostar de Matemática.

Depois de um breve período que passei na cidade de Colônia (Alemanha), vim morar em São Paulo onde iniciei meu trabalho com alunos de escolas públicas (tanto municipal quanto estadual). Continuei ouvindo de uma grande parte dos alunos que não gostavam de Matemática, que desanimavam de estudar por serem considerados incompetentes e ainda, pais que se queixavam da ignorância dos filhos quando estes não tinham um bom desempenho na Matemática. Eu estava diante de um problema social tanto para os alunos como para as suas famílias que, diante de um fracasso em Matemática, generalizavam este resultado para toda vida escolar do aluno e este, por vezes, deixava de estudar devido a “não saber Matemática”.

Já existem trabalhos de pesquisa que focalizam o ensino da Matemática, suas dificuldades, com propostas de soluções. Um dos trabalhos que julgo importante é da professora Kátia Cristina Stocco Smole, Mestre e Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo. Quando ela conheceu a Teoria das Inteligências Múltiplas, começou a desenvolver várias atividades, adequadas a diferentes faixas etárias, ficando consultora do Instituto Salesiano Dom Bosco, de Americana, no interior de São Paulo e

do Colégio Emilie de Villeneuve, na capital paulista. Seu objetivo era que os números deixassem de ser um martírio na vida dos alunos. Kátia Cristina teve como tema para sua dissertação para obtenção do grau de Mestre em Educação o seguinte: *A Matemática na Pré- Escola: uma abordagem consentânea à Teoria das Inteligências Múltiplas* (SMOLE, 1995, USP). Hoje, sua dissertação de mestrado tornou-se o livro: *A Matemática na Educação Infantil* (SMOLE, 1996/2000).

Maria Aparecida Lemos Silva elaborou a dissertação para obtenção do grau de Mestre em Educação, na PUC, São Paulo, sob o título: *Conteúdos Pré-Requisitos em Matemática no Primeiro Grau: um estudo diagnóstico realizado na escola pública do primeiro grau, no município de Florianópolis, Santa Catarina* (SILVA, 1989,PUC). Ela também procurou trabalhar a Matemática em sala de aula com êxito, tendo como ponto de partida a experiência vivida pelos alunos.

Ubiratan D'Ambrósio com sua obra, *Da Realidade à Ação: Reflexões sobre Educação e Matemática* (D'AMBRÓSIO, 1986), preocupou-se com a questão da aprendizagem da Matemática para os oprimidos, usando uma metodologia do ensino da Matemática fácil de ser compreendida.

Ricardo Luís de Souza, em sua dissertação de mestrado, defendida na PUC, São Paulo, que tem como título: *A atitude interdisciplinar como fundação para o ensino da Matemática* (SOUZA, 1995), aponta a postura interdisciplinar como capaz de derrubar o medo e o mito que cercam o ensino da Matemática.

O físico-matemático Aguinaldo Prandini Ricieri, que criou o curso Prandiano, ministrado nos finais de semana no Anglo vestibulares, também procura uma proposta para mostrar que a Matemática é uma disciplina fantástica e que não foi feita para aterrorizar ninguém.

Adelaide Giaquinto, com sua dissertação de mestrado: *Do bagulho ao enunciado*, defendida no Centro Universitário Nove de Julho em São Paulo (GIAQUINTO, 2001), nos mostra as dificuldades do aluno em entender o enunciado de um problema de Matemática e procura caminhos para melhorar essa compreensão.

Rosemeire Vastag Peres, com sua dissertação: *A Matemática – do prazer à dor existencial*, defendida na Uninove (PERES, 2001), procurou mostrar que a linguagem

matemática, apesar de tida como objetiva e exata, não precisava ser colocada como incompatível com a linguagem psicológica.

O nosso trabalho filia-se ao rol dos que se preocupam com a situação em que se encontra no Brasil o ensino da Matemática. As estatísticas demonstram ainda grandes falhas nessa área. Os últimos dados (2004) da participação brasileira na prova elaborada pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico, que avaliou o desempenho de estudantes na faixa dos 15 anos em 40 países, apontam que ficamos nas últimas colocações. E o foco da prova foi exatamente a Matemática.

Os alunos tiveram de responder a questões que abordaram situações do dia-a-dia, incluindo questões de raciocínio e cálculo. A Finlândia, a Coreia e a China/Hong-Kong aparecem no topo da lista, enquanto nós brasileiros estamos no final dela. Foram usados 7 níveis de proficiência para avaliar o conhecimento dos alunos. No Brasil, mais de 50% dos alunos ficaram abaixo do nível 1. Os estudantes falharam ao tentar mostrar que possuem os conhecimentos básicos. Na realidade faltou o que os professores chamam de “base dos anos anteriores”.

Na avaliação de leitura e compreensão de textos, e que na Matemática supõe o entendimento da linguagem, o Brasil também não foi bem, pois aparece em trigésimo sexto lugar, à frente somente do México, Indonésia e Tunísia. É de lamentar, pois os dados indicam que continuamos entre os que têm menores níveis de conhecimento na Matemática. (Dados retirados do site [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br), com acesso em 10/12/04 às 21:30 h).

Nota-se, porém, uma reação frente a essa situação. Os trabalhos que indicamos acima e outros mais, que por brevidade, não apresentamos agora, mas serão citados ao longo da dissertação, indicam interesse e vontade em apontar caminhos de superação. Dentre as muitas obras que consultamos, encontramos nenhuma até o momento que recorra à teoria da Biologia do Conhecer buscando aplicá-la ao ensino da Matemática, por isso acreditamos que o nosso trabalho possa oferecer uma contribuição nova nessa área. O tema de nossa dissertação: *A árvore do conhecimento e o ensino da Matemática: tópicos da teoria biológica do conhecimento de Maturana e Varela e sua aplicação à educação, e ao ensino-aprendizagem da Matemática* filia-se a uma nova visão epistemológica que vem se projetando na área das ciências humanas.

Há atualmente grandes avanços científico-tecnológicos que despertam novos debates e novas fronteiras epistêmicas, tais como as biociências que postulam uma nova antropologia e novos olhares para as ciências humanas; a informática avançada, a realidade virtual, a inteligência artificial, a cibernética, que se agrupou sob a nomenclatura de tecnotrônica; a complexidade e os sistemas complexos, área em que emerge Edgar Morin; as inteligências múltiplas e em especial a inteligência emocional.

Nossa proposta de investigação pretende filiar-se a uma linha emergente de pensamento não linear, que focaliza o ser humano, a sociedade e a educação sob novos prismas, superando a visão mecanicista e fragmentária.

Pretendemos relacionar a educação e, em particular, o ensino da Matemática, às ciências da vida, em sintonia com as novas descobertas das biociências, nas quais ocupam ponto de destaque as teorias de Humberto Maturana e Francisco Varela.

O encontro entre pedagogia e biociências é abrangente e a linguagem da educação em seus vários ramos precisa conhecer e considerar as inovações das ciências da vida e aplicá-las ao processo de aprendizagem.

A partir do estudo de Maturana e Varela com a obra: *A Árvore do Conhecimento, as bases do entendimento Humano*, Campinas, Editorial Psy II, 1995, e de Humberto Maturana: *Emoções e linguagem na educação e na política*, Belo Horizonte, editora UFMG, 1999, buscaremos caminhos proveitosos para o ensino da Matemática, recorrendo à capacitação básica, biológica dos seres humanos para ativarem seu próprio potencial cognitivo. A corporeidade, nessa perspectiva, torna-se uma categoria fundamental. Com base nos fundamentos biológicos pretendemos focalizar o ensino da Matemática, as dificuldades que ela apresenta no ensino fundamental e médio e buscar, a partir das teorias biológicas, possíveis caminhos para uma boa aprendizagem na Matemática, pistas concretas para a relação professor-aluno neste campo do ensino-aprendizagem.

O problema central que desponta desse objeto e será enfrentado em nosso trabalho consiste em indagar sobre “o fazer” matemático no espectro de uma Biologia do Conhecimento. Quais seriam as possibilidades concretas do ensino-aprendizagem e do acompanhamento de alunos com dificuldades em Matemática a partir de uma visão da Matemática centrada na Biologia do Conhecimento?

Norteará nosso trabalho a seguinte suposição preliminar ou hipótese: a Matemática, como toda área do conhecimento, tem profundas implicações biológicas. Um estudo aprofundado na Biologia do Conhecimento pode trazer pistas de grande relevância para o ensino da Matemática e possibilita oferecer subsídios para o acompanhamento de situações de escasso aproveitamento no estudo da Matemática, tendo em vista particularmente alunos do ensino fundamental e médio. Portanto, são resultados concretos a que pretendemos chegar com esta dissertação:

- a) Aplicar a teoria da Biologia do Conhecimento à educação e ao ensino da Matemática;
- b) Oferecer subsídios a partir dessa teoria para um ensino proveitoso da Matemática, visando aos professores e alunos do ensino fundamental e médio.

O quadro teórico com que iremos trabalhar consiste em explicar a teoria biológica proposta por Maturana e Varela, em especial em sua relação com o conhecimento matemático. Não apresentamos aqui em detalhes o quadro teórico porque ele será trabalhado ao longo dos capítulos.

O trabalho é preponderantemente teórico. O método utilizado é o de revisão bibliográfica, com os seguintes procedimentos: coleta e seleção de bibliografia para compor o quadro teórico da Biologia do Conhecimento e sua relação com o conhecimento e o ensino-aprendizagem da Matemática, seleção, leitura, interpretação e organização dos textos e aplicação.

Para levantar as dificuldades relativas ao ensino-aprendizagem da Matemática, além dos dados colhidos na revisão bibliográfica, realizamos também uma pesquisa de campo.

Os locais escolhidos foram a E.E. Professor Antônio Lisboa (São Paulo) e a E.M.E.F. Oliva Irene Bayerlein da Silva (São Paulo). Leciono nestas duas escolas sendo que a E.E. Professor Antônio Lisboa atende a alunos de classe média, enquanto que a E.M.E.F. Oliva Irene atende a alunos mais carentes, inclusive de duas favelas que ficam próximas. Meu critério de escolha desse espaço foi a intenção de abranger as mais diversas classes sociais de alunos, supondo que as dificuldades em Matemática são as mesmas para todos. Tenho contato diário com os alunos e os professores destas escolas,

desta maneira fico sabendo dos principais problemas tanto dos alunos quanto dos professores com relação ao ensino-aprendizagem da Matemática.

Os alunos que responderam ao questionário foram em número de 300, sendo 140 do ensino médio e 160 do ensino fundamental. Do ensino médio foram alunos da primeira à terceira série e do fundamental foram alunos da quinta à oitava série. Foram escolhidos esses alunos pois eles além das aulas normais de Matemática que constavam da grade curricular, também participavam de projetos na área de Matemática o que propiciava um maior relacionamento com eles. Nós, professores de Matemática destas duas escolas, nas reuniões departamentais que realizamos periodicamente, refletimos sobre nossas dificuldades em nos fazer compreender quando ensinamos nossa disciplina. Em sala de aula aplicamos o questionário para os nossos alunos que está no anexo 17, mas antes sempre foi feito um debate no qual os alunos levantavam suas dificuldades e seus progressos na Matemática. Os professores em número de 30, que responderam ao questionário que está no anexo 18, foram todos os docentes da área de exatas das duas escolas. Devido às reuniões departamentais, foi possível colher as informações de todos os professores de exatas das duas escolas.

O corpo da dissertação se organiza nos seguintes capítulos:

Capítulo I- A Biologia do Conhecer e seus reflexos na educação.

Capítulo II- O ensino tradicional da Matemática e os problemas decorrentes.

Capítulo III- Os princípios da Biologia do Conhecimento e o ensino –aprendizagem da Matemática.

## **Capítulo I:-A Biologia do Conhecer e seus reflexos na educação.**

Neste capítulo, pretendemos expor os fundamentos biológicos do conhecimento. Nosso trabalho terá como foco a obra que Maturana escreveu com Francisco Varela intitulada *A Árvore do Conhecimento*, e a obra de Maturana, *Emoções e Linguagem na Educação e na Política*.

A primeira obra é a mais fundamental. É também a que expõe com método e seqüência lógica e gradativa os passos dos autores para provar a sua teoria da Biologia do Conhecer. A segunda é a obra na qual Maturana mais aproxima a sua teoria com a Educação.

*A Árvore do Conhecimento* foi escrito originalmente em alemão com o título *Der Baum der Erkenntnis – Die Biologischen Wurzeln des Menschlichen Erkennens*.

Antes de iniciarmos a exposição da teoria e sua aplicação à educação, daremos uma breve informação biográfica de Maturana e Varela.

### **1.1. Os autores**

Humberto Maturana Romesín nasceu em Santiago do Chile em 1928. Iniciou seus estudos superiores como aluno da faculdade de medicina de Santiago do Chile. Antes de formar-se, estudou Anatomia na Inglaterra com J. Z. Young, de quem aprendeu a ousadia especulativa e o respeito pelo erro. Em 1958, obteve seu Ph.D. em Biologia na Universidade de Harvard.

Como biólogo, Maturana orienta o seu interesse pela organização do ser vivo e isto levou-o a interessar-se também pela organização do sistema social. Este interesse não só levou-o a estudar e relacionar culturas e comportamentos passados e presentes, mas também a buscar, na prática, no campo da educação, as situações que motivam comportamentos aberrantes e como modificá-las.

Dentre os seus inúmeros prêmios e distinções, destacam-se o título de Doutor Honoris Causa pela Universidade Livre de Bruxelas, o Prêmio Mc. Culloch pela



Sociedade Americana de Cibernética e o prêmio Nacional de Ciências pela Academia Nacional de Ciências do Chile.

Dentre sua vasta bibliografia, destacamos os livros: *Autopoiese e Conhecimento* (Reidel, 1980), *A Árvore do Conhecimento*: as bases biológicas do entendimento humano, escrito com Francisco Varela, traduzido e publicado no Brasil em 1995, *Emoções e Linguagem na Educação e na Política* (1990), traduzido e publicado no Brasil em 1998, *Amar e Brincar: Fundamentos esquecidos do humano*, escrito com Gerda Verden-Zöller (1994), traduzido e publicado no Brasil em 2004.

Seu pensamento é expresso no decorrer de sua atividade como professor da Universidade do Chile, em especial a partir do curso: “Biologia do Conhecimento” (1972), acrescentando, a partir de 1979, o curso: “Evolução: deriva natural”.

Maturana não foi o melhor dos estudantes em seu colégio. Era apenas um bom estudante, o qual gostava de se ausentar das aulas conforme ele mesmo conta numa entrevista para Barbara Vicuña na revista Cosas, em 06/05/2001.

Eu queria estar em minha casa, então, pedia permissão para ir ao banheiro, colocava os cadernos sob minha roupa e escapava. Quando eu era menino, porque na Universidade não havia necessidade dessas coisas. (www.matriztica.org, 2002)

O trabalho de Maturana é conhecido principalmente na Alemanha, Itália, Austrália, Canadá e nos Estados Unidos onde suas idéias são desenvolvidas em diversas áreas que vão do Direito, Terapia de Família e Sociologia a áreas mais técnicas como Lingüística, Ciências Cognitivas, Imunologia e Psicologia Organizacional.

Mas é para sua terra natal que Humberto Maturana sempre retorna, dedicando-se ao ensino da Biologia e à pesquisa na Faculdade de Ciências da Universidade do Chile, em Santiago.

Francisco Varela era chileno, biólogo, Ph.D. por Harvard. Estudou medicina e biologia na Universidade do Chile. Seu interesse está centrado nas bases biológicas e cibernéticas do conhecimento e da consciência, sendo seu mestre Humberto Maturana. Recebeu vários prêmios e distinções acadêmicas internacionais. Varela faleceu no dia 28 de maio de 2001, aos 54 anos de idade. Trabalhou na convergência de duas disciplinas

que por tradição não dialogam: Fenomenologia e Ciências Cognitivas. Sobre isto editou e publicou *Naturalizing Phenomenology: Issue in Contemporary Phenomenology and the New Sciences*, (Oxford, 2001), o jornal *Phenomenology and the Cognitive Sciences* participou da *Association for Phenomenology and Cognitive Sciences* e de grupos de pesquisa e workshops *The phenomenology and Cognitive*, (Paris, 2001). Varela foi assim definido por Maturana:

Francisco foi meu aluno. Comigo aprendeu a pensar em biologia e no sistema nervoso mediante uma nova visão (...). Era uma pessoa inteligente, trabalhadora, muito empenhada, com uma grande habilidade matemática. (www.matrztica.org, 2002)

## **1.2. Tópicos da Biologia do Conhecer relacionados à Educação.**

Estamos acostumados a viver num mundo onde as coisas são conforme as vemos, e aquilo que vemos, que nos parece certo, não nos dá chance de ser encarado de outra maneira. Temos nossas convicções e nossa tendência é aderir a estas certezas.

Maturana e Varela em a *Árvore do Conhecimento* convidam a resistir a essa tentação:

(...) este livro pode ser visto como um convite a resistirmos à tentação da certeza. O esforço é necessário por dois motivos: por um lado, porque se o leitor não suspender suas certezas, não poderá incorporar à sua experiência o que comunicaremos como uma compreensão efetiva do fenômeno da cognição. Por outro lado, porque este livro precisamente mostrará, ao estudar de perto o fenômeno do conhecimento e nossas ações ocasionadas por ele, que toda experiência cognitiva envolve aquele que conhece de uma maneira pessoal, enraizada em sua estrutura biológica. (MATURANA e VARELA, 1995, p.61)

A tentação da certeza permeia também o campo educacional. Por isso Edgar Morin, em *Os sete saberes necessários à educação do futuro*, adverte: “(...) o conhecimento é, pois, uma aventura incerta que comporta em si mesma, permanentemente, o risco de ilusão e do erro” (MORIN, 2000, p. 86).

E mais adiante ele diz: “conhecimento é a navegação em um oceano de incertezas, entre arquipélagos de certezas” (Ibid. p. 86).

É essa navegação que mescla certezas e incertezas, que os autores empreendem na *A Árvore do Conhecimento*. Eles nos fazem refletir e ver que nossas certezas são experiências individuais, das quais temos que nos desprender, pois levam a nos fechar ao ato cognitivo do outro. Maturana e Varela ainda apontam que:

(...) nossa experiência está indissociavelmente amarrada à nossa estrutura. Não vemos o “espaço” do mundo – vivemos nosso campo visual. Não vemos as “cores” do mundo - vivemos nosso espaço cromático (...) e habitamos num mundo. Mas, ao examinarmos mais de perto como chegamos a conhecer esse mundo, sempre descobriremos que não podemos separar nossa história de ações - biológicas e sociais – de como ele nos parece ser. (MATURANA e VARELA, 1995, p. 66)

A Biologia do Conhecer proposta por Maturana em colaboração com Varela, contribuiu para uma nova visão da ciência cognitiva. Antes o sujeito cognitivo era investigado à semelhança dos computadores, a partir de estruturas funcionais abstratas, independentemente da dinâmica biológica e social na qual ele se insere em sua vida cotidiana. É justamente em oposição a essa estratégia, supostamente explicativa, de modelagem computacional da mente, que se instaurou a proposta de Maturana e Varela de investigar a atividade cognitiva do ser humano a partir de suas raízes biológicas, historicamente situadas num ambiente de interações sociais dinâmicas.

### **1.2.1. Conhecendo o conhecer. Sua importância para a educação.**

Educar é produzir conhecimentos na relação educador-educando. Daí a importância do conhecer o conhecer para a tarefa educacional.

Em Nova York, em um zoológico, existe um pavilhão com uma grande variedade de primatas. Lá encontramos, numa cela separada, a qual possui um espelho, uma placa onde lemos: “O primata mais perigoso do Planeta”. Segundo Maturana e Varela, ao visitarmos a cela, deparamo-nos com nossa imagem refletida no espelho, vindo à explicação de que somos o mais perigoso dos animais, somos campeões da destruição de outras espécies do planeta. (MATURANA e VARELA, 1995, p.66)

Saímos da condição de observar os primatas (observadores) para agora sermos observados (por nós mesmos).

Como dizem Maturana e Varela em sua análise:

A reflexão é um processo de conhecer como conhecemos, um ato de nos voltarmos sobre nós mesmos, a única oportunidade que temos de descobrir nossas cegueiras e de reconhecer que as certezas e os conhecimentos dos outros são, respectivamente, tão nebulosos e tênues quanto os nossos. (Ibid. p.67)

Temos dificuldades em conhecer o conhecer, pois vivemos numa cultura ocidental a qual está centrada na ação e, portanto, não é reflexiva. O fenômeno do conhecer não é somente captar fatos ou objetos lá fora e guardá-los na cabeça. Qualquer coisa lá fora é validada pela estrutura humana, que torna possível aquilo que descrevemos.

Maturana e Varela dizem: “(...) tal inseparabilidade entre ser de uma maneira particular e como o mundo nos parece ser, indica que todo o ato de conhecer produz um mundo”. (Ibid. p. 68)

Assim também como afirmam: “Todo fazer é conhecer e todo conhecer é fazer”. (Ibid. p. 68)

A linguagem, como veremos adiante, é também nosso instrumento cognitivo, pois toda reflexão se dá necessariamente na linguagem. Maturana e Varela deduzem que:

Tudo que é dito, é dito por alguém. Toda reflexão produz um mundo, sendo assim a reflexão não é uma ação do homem, realizada por alguém em particular, num lugar particular. (...) O produzir do mundo é o cerne pulsante do conhecimento, e está associado às raízes mais profundas de nosso ser cognitivo, esse gerar se manifesta em nossas ações e em todo o nosso ser. (Ibid. p. 69)

Nesses pensamentos iniciais, os educadores já podem ver um grande programa para a ação. O conhecimento, que a educação quer produzir, não deve ser apenas um reflexo do que já existe. Educar é produzir a realidade, o mundo. É ser criativo.

### **1.2.2. A organização dos seres vivos e a autopoiese. Seus reflexos na educação.**

Uma nova linguagem emerge no campo da epistemologia, portadora de novos conceitos e de novos temas. Há diferentes nomes para esta nova linguagem: “teoria dos sistemas dinâmicos”, “Biologia do Conhecer”, “teoria da complexidade”, “dinâmica não linear”.

Há uma mudança de enfoque de grande relevância no panorama atual da ciência. Uma mudança da Física para as ciências da vida. Diz Fritjof Capra:

Mesmo que a mudança de paradigma em Física ainda seja de especial interesse porque foi a primeira a ocorrer na ciência moderna, a Física perdeu o seu papel como a ciência que fornece a descrição mais fundamental da realidade. Entretanto, hoje, isto ainda não é geralmente reconhecido... Hoje, a mudança de paradigma na ciência, em seu nível mais profundo, implica uma mudança da Física para as ciências da vida”. (CAPRA, 2003, p. 29)

Deve-se a Maturana e Varela uma nova visão biológica chamada autopoiese, que tem conseqüências importantes para a epistemologia e a educação.

O termo autopoiese vem do grego *autós* = próprio e *poiein* = fazer. O sentido literal é portanto (auto - fazer-se) ou produzir-se a si mesmo (autofazimento).

Maturana, em uma entrevista<sup>1</sup>, conta que descobriu o conceito de autopoiese no campo biológico por volta de 1963 conversando com um amigo microbiólogo, Guillermo Contreras. Naquela conversa, eles concluíram que um ser vivo, uma célula, é um sistema no qual diversas classes de moléculas participam da síntese de diversas classes de moléculas. A palavra autopoiese foi inventada depois, após Maturana ouvir seu amigo José Maria Bilnes, que havia feito uma tese sobre Don Quixote, o qual dizia que o dilema de Don Quixote era escolher entre o caminho das armas, ou da práxis e o caminho da poiese (literatura). Daí, Maturana descobriu a palavra para indicar a sua teoria dos seres vivos: autopoiese.

Para Maturana, autopoiese não é simplesmente falar de auto-referência, mas sim, é falar dos processos, os quais, quando se dão, vão formar o ser vivo como uma unidade.

(...) os seres humano se caracterizam por literalmente, produzirem-se continuamente a si mesmos – o que indicamos ao chamarmos a organização que os define de organização autopoietica. (MATURANA e VARELA, 1995, p. 84)

O conceito de autopoiese enfatiza o fato de os seres vivos serem unidades autônomas e é a autopoiese que os caracteriza como tais.

Tomar consciência dos seres vivos como unidades autônomas (...) se torna explícita quando indicamos que aquilo que os define como unidade é sua organização autopoietica. (Ibid. p.88)

---

<sup>1</sup> Entrevista a Cristina Magno e Ricardo Santamaria, com apoio de Matias Fernandes no Laboratório de Epistemologia Experimental do Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Chile, em Santiago em 31/07/90. (Apud. MATURANA, 2001, p.31)

Podemos dizer que os sistemas vivos são entidades autônomas, apesar de dependerem de um meio para sua existência e intercâmbios de material, sendo que todos os fenômenos relacionados a eles dependem da forma pela qual sua autonomia é realizada. Sabemos também que essa autonomia é resultado de sua organização como sistema de auto-produção, uma contínua auto-produção. São esses sistemas que Maturana e Varela chamam sistemas autopoieticos, e sua organização, de organização autopoietica. Quando se deram na terra condições suficientes para a formação de moléculas orgânicas, surgiram também condições para a formação de unidades autopoieticas, então a formação de sistemas autopoieticos ocorreu de modo inevitável. Conforme Maturana e Varela, seria este o momento para a origem da vida.

(...) uma vez dadas as condições para a origem dos sistemas vivos, estes se organizaram muitas vezes – ou seja, muitas unidades autopoieticas, com muitas variantes estruturais, surgiram em muitos lugares na terra, ao longo de talvez muitos milhões de anos. (Ibid. p.91)

As unidades autopoieticas possuem a fenomenologia biológica como sendo próprias delas, mesmo satisfazendo todas as leis físicas, isto por terem componentes moleculares.

Maturana e Varela explicam isto:

(...) porque o fenômeno que geram ao operar como unidades autopoieticas dependem de sua organização e do modo como esta se realiza, e não da natureza física de seus componentes, que só determinam seu espaço de existência. (Ibid. p. 92)

Tendo visto o conceito de autopoiese, cabe agora explicitar os reflexos desta importante teoria biológica para a educação. Trata-se de operar uma aplicação desse conceito da biologia para a educação.

E é uma aplicação metafórica porque a autopoiese biológica acontece no plano celular e metacelular, ao passo que a educação se dá em um plano mais amplo, no qual a

autoprodução se faz mediante interações abertas, que não têm caráter fechado (que Maturana chama de “clausura operacional”), que é próprio da autopoiese biológica.

Educador e educando devem ser vistos como seres autopoieticos no ato de educar-se. O alcance da metáfora biológica aplicada à educação consiste em considerar o educador e o educando como sujeitos ativos que se auto-produzem e se reproduzem na ação educacional. Sujeitos que se auto-constroem. Isto significa que ocorre superar o mecanicismo que encara os sujeitos da educação como autômatos, meros receptores de noções, definições; ocorre superar o professor e o aluno como meros memorizadores. Podemos ver uma caracterização do professor e do aluno autopoieticos em um texto de Paulo Freire em sua obra: *A Educação como prática da Liberdade*. (FREIRE, 1981). A primeira marca é a pluralidade nas relações com o mundo “(...) na medida em que responde à ampla variedade dos seus desafios...no jogo constante de respostas, altera-se no próprio ato de responder. Organiza-se. Escolhe-se a melhor resposta. Testa-se. Age”. (Ibid. p. 40-41)

Outra característica é a criticidade, pela qual captam-se os dados objetivos da realidade, os laços que prendem um dado a outro, um ponto a outro, o que constitui uma atitude “reflexiva e não apenas reflexa”. (Ibid. p. 40)

Na atitude do auto-fazer-se, o educador e o educando descobrem também a própria temporalidade. “Varam o tempo unidimensional, atingem o ontem, reconhecem o hoje e descobrem o amanhã”. Existir no tempo significa “estar dentro, herdar, incorporar, modificar”. (Ibid. p.41)

Por exercer esta temporalidade, educador e educando assumem uma atitude “consequente”, deixam a mera “passividade” e passam a ser “interferidores” no processo educacional. Já não são simples espectadores. “Herdando a experiência adquirida, criando e recriando, integrando-se às condições de um contexto, respondendo a seus desafios, objetivando-se a si próprios, discernindo, transcendendo” (Ibid, p. 41), educador e educando lançam-se no domínio da História e da Cultura.



A ação autopoietica é fundamental na educação. Diz Edgar Morin:

O conhecimento não é um espelho das coisas ou do mundo externo. Todas as percepções são ao mesmo tempo traduções e reconstruções cerebrais com base em estímulos ou sinais captados e codificados pelos sentidos. (MORIN, 2000, p.20)

A educação é, pois, um constante trabalho de saber traduzir e reconstruir sinais codificados pelos sentidos. Traduzindo e reconstruindo, educador e educando se auto-constroem no processo educacional.

(...) o futuro de um organismo nunca está determinado em sua origem. (MATURANA, 1999, p. 29)

Podemos então dizer que o educar ocorre durante o tempo todo, portanto é um processo contínuo que dura toda a vida. Veja-se a mensagem que Maturana deixa aos educadores: “Como vivermos é como educaremos e conservaremos no viver o mundo que vivermos como educandos”. (Ibid. p.30)

### **1.2.3: Linguagem, consciência humana e educação.**

Ao falar da linguagem, Maturana e Varela começam definindo a lingüística como uma conduta “que se dá num acoplamento estrutural<sup>2</sup> ontogênico entre organismos e que um observador pode descrever em termos semânticos”. (MATURANA, 1995, p. 231)

Por isso, todos os seres vivos realizam uma “comunicação semântica”, possuem uma conduta lingüística, embora somente os humanos tenham a fala.

Experimentos recentes têm mostrado que a linguagem não é um privilégio absoluto e exclusivo dos humanos. Foi demonstrado que os primatas superiores são capazes de aprender a interagir lingüisticamente conosco.

---

<sup>2</sup> Há uma interação entre o ser vivo e o meio em que ele vive. O meio produz mudanças na estrutura dos sistemas, que por sua vez age sobre eles, numa relação circular, alterando-o. Este é o chamado acoplamento estrutural.

Entretanto “(...) o domínio lingüístico do homem é muito mais abrangente e envolve muito mais aspectos de sua vida do que ocorre com qualquer outro animal”. (Ibid. p. 233)

Os autores identificam uma característica chave da linguagem, “(...) que modifica de modo radical os domínios comportamentais humanos, possibilitando novos fenômenos como a reflexão e a consciência” (Ibid. p. 233). Esta característica *é que a linguagem<sup>3</sup> permite a quem opera nela descrever-se a si mesmo a às suas circunstâncias*.

Os autores sublinham que, no caso humano, quem observa a conduta lingüística, percebe que as descrições podem ser feitas tratando as outras descrições como objetos ou elementos de domínio de interações. Isto significa que “(...) o próprio domínio lingüístico passa a fazer parte do meio de interações possíveis”. (Ibid. p. 233)

A linguagem humana só existe, segundo os autores, quando acontece “tal reflexão lingüística”. Só então surge a possibilidade de existir “um observador” e os organismos participantes passam a operar “em um domínio lingüístico”. E o que é mais notável é que, então, o “(...) domínio semântico passa a fazer parte do meio de conservação da adaptação de seus participantes”.

Nisto reside a peculiaridade dos seres humanos: “(...) existimos em nosso operar na linguagem, conservando nossa adaptação no domínio de significados resultantes: fazemos descrições das descrições que fazemos. Somos observadores e existimos num domínio semântico criado pelo nosso operar lingüístico”. (Ibid. p. 234)

Para enfatizar a importância da linguagem nos seres humanos, os autores recorrem a uma metáfora, a “trofolaxe”<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Maturana, em muitos conceitos, quando se refere à linguagem, prefere o termo “linguajar”, dando força a seu caráter de atividade de comportamento. Não quer que seja associado a uma mera “faculdade” própria da espécie.

<sup>4</sup> Em alguns animais existe a aprendizagem adquirida por meio de mensagens não biológicas, passadas e compreendidas por membros da espécie. Nas formigas que não têm cultura, essa transmissão se chama trofolaxe. As formigas trocam seus conteúdos estomacais todas as vezes que se encontram, e nesta troca há distribuição de uma certa quantidade de substâncias, entre elas os hormônios responsáveis pela diferenciação e especificação de papéis. Uma rainha das formigas torna-se rainha pela maneira como é alimentada.

A linguagem é a “trofolaxe” social dos seres humanos. Ela faz com que:

Existamos num mundo sempre aberto de interações lingüísticas recorrentes. A partir da existência da linguagem, não há limites para o que podemos descrever, imaginar, relacionar. Ela permeia de modo absoluto toda a nossa ontogenia como indivíduos, desde o caminhar e a postura, até a política. (Ibid. p. 234)

Estudos em fósseis, que fazem referência à origem do humano, permitem concluir que a transformação do cérebro está relacionada com a linguagem.

Os homens realizam o seu acoplamento estrutural mútuo através da linguagem (trofolaxe) e co-evoluem, co-operam, co-ordenam seus comportamentos, compondo a sua autonomia e diversidade. A importância da linguagem é tal que a ela Maturana atribue o surgimento do mental, da consciência do “eu”.

O âmbito lingüístico surge nos primórdios de humanidade como efeito da contínua co-operação e co-ordenação comportamental entre os homídeos. Neste âmbito de coordenações comportamentais cooperativas, os primitivos foram aumentando continuamente “a capacidade de fazer distinções” até chegar “a reflexão que deu origem à linguagem”.

As características únicas da vida social humana e seu intenso acoplamento lingüístico foram capazes de gerar um fenômeno novo (...) a mente e a consciência. (Ibid. p.243)

O surgimento da linguagem humana, bem como todo o contexto social em que esta aparece, gera o fenômeno inédito – até onde sabemos – do mental e da consciência de si como a experiência mais íntima do homem. (Ibid. p. 252)

Aprendemos com Maturana e Varela que o ser humano surge a partir do desenvolvimento histórico de estruturas adequadas. O mental não é algo que já trazemos “dentro do crânio”. Ele surge como fenômeno do linguajar na rede das relações sociais e

lingüísticas. A consciência e o mental pertencem ao domínio do acoplamento social e é neste que se dá a sua dinâmica.

É preciso reconhecer que a linguagem não se dá no cérebro. Nós precisamos do cérebro para estar na linguagem, para crescer na linguagem. A linguagem como fenômeno ocorre no espaço das relações, não na cabeça, no cérebro, na gramática ou na sintaxe.

E é importante reconhecer que somos seres condicionados por nossa cultura. Nosso existir acontece no espaço de relações em que se dá a convivência. Nós vamos nos transformando com o estabelecimento do linguajar como parte de nosso modo de viver.

Maturana e Varela recusam a idéia de que a linguagem, assim como o conhecer, seja apenas uma ferramenta para reproduzir um mundo externo.

Ao contrário, é dentro do linguajar mesmo que o ato de conhecer, na coordenação comportamental que é a linguagem, produz um mundo. Realizamos a nós mesmos em mútuo acoplamento lingüístico, não porque a linguagem nos permita dizer o que somos, mas porque somos na linguagem num contínuo existir nos mundos lingüísticos e semânticos que produzimos com os outros. Encontramos a nós mesmos nesse acoplamento, não como a origem de uma referência, nem em referência a uma origem, mas sim em contínua transformação no vir-a-ser do mundo lingüístico que construímos com os outros seres humanos. (MATURANA e VARELA, 1995, p.252 – 253)

Fica bastante claro que estamos imersos num viver que nos ocorre na linguagem, na experiência de sermos observadores na linguagem. No momento em que refletimos, já estamos na linguagem. Se não refletirmos, não há discurso.

Para estabelecer a relação entre linguagem e educação, começamos trazendo algumas reflexões de Hugo Assmann, na obra *Reencantar a Educação*, na qual o autor recorre amiúde à Biologia do Conhecer de Maturana e Varela.

Diz Assmann que “(...) educar é desencadear a auto-organização de linguagens (...)” (2001, p. 70). Embora, “passar matéria seja um elemento importante na

aprendizagem, aprender não é armazenar saberes prontos (...). Também não significa propriamente adquiri-los”.

Ensinar não é como uma transfusão de sangue. Nesta, o sistema circulatório se encarrega de reorganizar-se. Já o sistema neuronal do cérebro/mente é extremamente versátil e a “(...) relação pedagógica lida diretamente com os processos auto-organizativos do cérebro/mente”. (Ibid. p. 71)

Embora ainda se ignore muita coisa sobre a coincidência entre os processos auto-organizativos neuronais e os processos auto-organizativos das linguagens:

Não há dúvida de que a relação pedagógica lida com o mais íntimo do processo auto-organizativo da parte mais complexa do organismo humano. Isto é maravilhoso, mas ao mesmo tempo espantoso. (Ibid. p.71)

Para o autor, “educar significa propiciar e desencadear processos de auto-organização nos neurônios e nas linguagens”. (Ibid. p. 71)

Face à extrema versatilidade do cérebro/mente, a ação pedagógica deve tomar todo cuidado “para não diminuí-la mas ativá-la ao máximo...Enquanto adquirem novas informações e conhecem novas linguagens, os aprendentes devem poder também, como respeito à versatilidade de seu sistema neuronal, deixar soltos os laços de seus significantes”. Mas também quem ensina tem uma importante tarefa: “mostrar pistas, insinuar ritmos para a dança das linguagens. Domesticar e escravizar os significantes em sentidos unívocos representa um atentado à plasticidade do cérebro/mente”. (Ibid. p. 71)

O recado do autor para o professor evitar o fechamento da linguagem em sentidos unívocos, significa que na ação pedagógica é necessário acolher o que diz Maturana: a linguagem deve ser um “linguajar”isto é, algo dinâmico e interativo.

Voltando às reflexões de Maturana sobre a linguagem, no intento de aplicá-las à educação, podemos afirmar que é operando na linguagem que o educador e o educando podem descrever-se a si mesmos e as circunstâncias que envolvem o processo educacional. Pelas palavras eles descobrem os domínios comuns entre eles, os termos educacionais relevantes, os estados de espírito, as intenções. É pela linguagem que se criam as interações educacionais.

A linguagem possibilita descrever, observar, adaptar, refletir, conservar, imaginar, ultrapassar os limites, ir além de simples reproduções do mundo externo, dizer o que somos e participar do vir-a-ser transformador da própria linguagem e das nossas interações educacionais.

#### **1.2.4. O explicar a experiência e a objetividade.**

Em nossa linguagem sobre o conhecer, duas atitudes são possíveis: ou aceitamos nossa capacidade de conhecer como uma condição dada e inquestionável ou nos perguntamos como é que conhecemos. Nesta pergunta, queremos uma resposta explicativa, a qual “(...) deve separar a explicação da experiência a ser explicada, na proposição de um processo que, como resultado de seu operar, dá origem ao que se quer explicar”. (MATURANA, 1999, p. 38)

Se somos ultrapassados por um carro e não o tínhamos visto atrás de nós, falamos: Ele vinha muito rápido. Juntamos a experiência “apareceu um automóvel que me ultrapassou” com a explicação “devido sua rapidez não notei sua aproximação”.

Relacionado a isto, Maturana diz: “Explicar é sempre propor uma reformulação da experiência a ser explicada de uma forma aceitável para o observador”. (Ibid. p.40)

Se o observador aceitar a proposição explicativa, será uma explicação. E se ele não aceitar, não será. Devemos observar que é a aceitação do observador que fará dela uma explicação. Maturana oferece o seguinte exemplo (Ibid. p. 41):

O filho pergunta à mãe:

- Como é que estou aqui?

Ouviu a resposta:

- Você foi trazido pela cegonha.

- Obrigado, mãe. (Esta proposição foi aceita pela criança como explicação). A criança não refletiu e o que ouviu satisfaz suas expectativas.

Mais tarde a criança fala para a mãe:

- O Joãozinho vai ganhar uma irmã e a mãe dele nos contou que a irmã dele está crescendo na barriga dela (da mãe). Eu não acredito mais na cegonha!

- Neste momento, a formulação antiga “você foi trazido pela cegonha”, deixa de ser uma explicação para a criança. A nova formulação acontece quando a mãe lhe diz:

- Agora você está mais maduro. E lhe conta a história de como os bebês vieram para sua casa. Ele vai feliz com esta nova formulação da experiência, passa a ser uma explicação, já que a criança a aceitou.

Ao perguntarmos sobre o observador e sua capacidade de conhecer, há duas atitudes que são também dois caminhos de reflexão e simultaneamente dois caminhos de relações humanas.

Quando escutamos uma resposta explicativa e não fazemos pergunta pela origem das capacidades do observador, comportamo-nos como se tivéssemos capacidade de fazer referência “(...) a verdade cuja validade é independente de nós, porque não depende do que fazemos” (MATURANA, 1999, p. 42). Este caminho explicativo é que Maturana chama de caminho da objetividade-sem-parênteses (Ibid. p. 42).

Isto acontece quando dizemos: “O que estou dizendo é válido, não porque seja eu quem diz, é a realidade, são os dados, as medições, não eu, os responsáveis pela validade do que digo, e se digo que você está errado, não sou eu quem determinou isto, mas a realidade” (Ibid. p. 46).

À objetividade-sem-parênteses, Maturana contrapõe uma outra atitude explicativa: a objetividade-entre-parênteses, que se fundamenta na nossa condição biológica e em nossa corporeidade.

Na objetividade-entre-parênteses:

Me dou conta de que não posso pretender que eu tenha a capacidade de fazer referência a uma realidade independente de mim, e quero me fazer ciente disto na intenção de entender o que ocorre com os fenômenos sociais do conhecimento e da linguagem, sem fazer referência a uma realidade independente do observador para validar meu explicar. (Ibid. p. 45)

Maturana afirma: “(...) é através de nossa realização como seres vivos que somos seres conscientes que existem na linguagem” (Ibid. p.53).

No caminho explicativo da objetividade-sem-parênteses, a ilusão é a expressão de uma limitação ou falha no operar do observador, visto que é considerado falso algo que não é validado por uma realidade objetiva que é usada como referência para validar o explicar.

Já no caminho da objetividade-entre-parênteses encontramos a “indistinguibilidade experimental entre ilusão e percepção, como condição constitutiva do observador”, como diz Maturana. E acrescenta que esta “indistinguibilidade” não é uma limitação ou falha de seu operar.

Devido à sua maneira de constituição, todos os domínios de realidade que surgem no caminho da objetividade-entre-parênteses são igualmente válidos, mesmo que sejam distintos e nem todos eles sejam igualmente desejáveis para se viver.

Acrescenta Maturana: “Uma explicação feita num domínio de realidade é considerada absurda quando descrita a partir de outro domínio de realidade” (Ibid. p.54).

Vivemos numa cultura que valoriza a ciência e a tecnologia. Esta posição de Maturana encontra ressonância no pensamento complexo de Edgar Morin.

O termo ciência vem do latim, scientia, de sciens, conhecimento, sabedoria. Edgar Morin, ao falar de ciências nos diz:

A ciência, hoje, começa a desvendar sua verdadeira fase. Já não é mais aquela deusa benfeitora a glorificar o antigo cientificismo, nem aquele ídolo cego denunciado pelos adoradores dos antigos ídolos. Nem deusa nem ídolo, tende a identificar-se cada vez mais com a aventura humana, da qual se originou. (MORIN, 1969, p.47)

Segundo Maturana:

A ciência – e a validade da explicação científica – não se constitui nem se funda na referência a uma realidade independente que se possa controlar, mas na construção de um mundo de ações comensurável com nosso viver. (MATURANA, 1999, p.55)



Devemos saber então que não é certo falarmos de controle, pois “(...) a vida cotidiana nos mostra que não controlamos nada” (MATURANA, 1999, p. 55). O conhecimento não leva ao controle. Ele leva ao entendimento, à compreensão e isto gera uma ação ajustada com os outros e com o meio.

As explicações científicas têm poder, pois têm a ver com as coerências operacionais das experiências do viver do observador. O que explicamos é sempre uma experiência, que se baseia em observações que nós fizemos. Na experiência não há divergências, o problema está na explicação. Se a explicação estiver no caminho da objetividade-sem-parênteses, quando é dito: -“Isto é assim”, digo ao outro que se ele não está de acordo comigo, ele está errado. No caminho da objetividade-entre-parênteses, as divergências revelam que aqueles que discordam estão em diferentes domínios de realidade.

É interessante notar que se considerarmos isto, podemos dizer que, se duas pessoas não querem estar juntas, a divergência resulta numa separação responsável, mas se elas querem se unir, a divergência será uma oportunidade para criar um novo domínio de realidade.

Explicar ocupa sempre um lugar de destaque na prática educacional. Já alertava Edgar Morin (2003, p. 51) que explicar não basta para compreender. Explicar é utilizar todos os meios objetivos de conhecimento que são, porém, insuficientes para compreender o ser subjetivo.

Este alerta vem ao encontro da posição de Maturana. Na tarefa educacional, não há explicação puramente objetiva que não leve em conta vários fatores. O primeiro é a subjetividade de quem explica e de quem recebe a explicação. Além disso, uma explicação, que queira ser pedagógica, estará sempre vinculada à reformulação de experiências e dados que o educando, na qualidade de observador, pode aceitar ou recusar. E só no caso de aceitação é que a proposição se torna realmente explicativa. Também é importante que o mestre, ao explicar, siga o caminho da objetividade-entre-parênteses. Isto ocorre quando ele tem consciência de que não há realidades puramente objetivas, independentes da observação do educando. Se o educador seguir a trilha da objetividade-sem-parênteses, tornar-se-á um impositor de idéias e afirmações tidas como inquestionáveis. O caminho da objetividade-entre-parênteses abre a possibilidade de

divergir, de questionar, e isso traz a oportunidade de criar novos horizontes do saber e do viver.

### **1.2.5. Corporeidade, interação e aprendizagem.**

Para Maturana (1999. p. 59), toda interação implica num encontro estrutural entre os que interagem e todo encontro estrutural resulta num desencadeamento de mudanças estruturais entre os participantes do encontro.

É importante observarmos que também nos seres humanos, que estão em contínua mudança estrutural espontânea e reativa, esta mudança se faz de acordo com a história de suas interações.

Se colocarmos uma criança numa escola, isto significa introduzi-la num determinado âmbito de interações. Mudando de escola, o resultado não será o mesmo, porque as interações se alteram.

O aprender está relacionado com as mudanças estruturais que ocorrem em nós e estas mudanças estão relacionadas com a história de nossas relações.

Sobre o aprender, afirma Maturana (1999, p.60): “(...) o que está envolvido no aprender é a transformação de nossa corporalidade, que segue um curso ou outro dependendo de nosso viver.

Ele ainda diz que: “(...) crianças que crescem sob uma ditadura, crescem corporalmente diferentes das crianças que crescem numa democracia” (Ibid. p. 60).

O que está envolvido no aprender é a transformação de nossa corporalidade que segue um curso dependendo de nosso modo de viver. O aprender tem a ver com a corporalidade. O aprender tem a ver com as mudanças estruturais que ocorrem em nós de maneira contingente com a história de nossas interações.

As mudanças são difíceis devido à incorporação de modo de viver. Isto se deve à inércia corporal, não devido à limitação do corpo.

O ser humano vive em interações recorrentes com o meio. O ser humano muda quando sua circunstância muda e sua circunstância muda quando ele muda.

Maturana (Ibid. p. 65) dá como exemplo o abrir de uma fechadura com a chave. Pode parecer que é a chave que definiu a mudança produzida na fechadura, mas se perco

a chave terei que usar a fechadura como molde para a nova chave. É a fechadura que determina se a chave serve ou não. A chave abre a fechadura se são congruentes por construção. Nos seres humanos, a congruência de conduta se dá pela história.

Nas minhas aulas falo em português, meus alunos me ouvem em português, porque pertencemos a uma mesma história. A linguagem também surge na história dos seres vivos no âmbito de interações recorrentes.

Embora Maturana ao explicar a mudança coloque ênfase nas circunstâncias e na história, é preciso fixar que o fator principal da mudança são as relações decorrentes das interações entre os sujeitos. É incontestável a relevância da corporeidade para a aprendizagem. No caminho explicativo da objetividade-entre-parênteses afirma-se que “(...) a nossa corporalidade nos constitui, e que o nosso corpo não nos limita, mas, ao contrário, ele nos possibilita” (Ibid. p. 53).

Há um elo indissolúvel entre aprendizagem e corporeidade. Diz Maturana:

(...) o que está envolvido no aprender é a transformação de nossa corporalidade, que segue um curso ou outro dependendo de nosso modo de viver. Falamos de aprendizagem como da captação de um mundo independente num operar abstrato que quase não atinge nossa corporalidade, mas sabemos que não é assim. Sabemos que o aprender tem a ver com as mudanças estruturais que ocorre em nós de maneira contingente com a história de nossas interações. (MATURANA, 1999, p. 60)

A corporeidade<sup>5</sup> situa o homem como um ser no mundo. Devemos sempre pensar num ser sujeito e não num ser objeto.

No campo da educação, o aluno deve deixar de ser um “corpo objeto” e se tornar um “corpo sujeito”, um corpo “vivido”, conforme relata Luciano Meireles de Pontes em seu artigo “O homem, o corpo e a corporeidade da Ed. Física: uma visão filosófica”. Este corpo não se reduz à perspectiva de objeto, ele é um fenômeno complexo.

---

<sup>5</sup> Corporeidade e corporalidade são sinônimos, entretanto Maturana prefere o termo corporalidade e Hugo Assmann prefere o termo corporeidade.

O corpo como sujeito no mundo é criativo e se humaniza a partir de sua existência, possuindo identidade, capacidade e principalmente intencionalidade. Deve-se aceitar o corpo não mais como a soma de partes, mas sim, pensar o corpo integrado, como um sistema de interação que se relaciona. (PONTES, 2004)

O professor deve fazer com que o aluno valorize as experiências corporais. E estas experiências devem ser concretas e significativas para o aluno.

Descartes, no *Discurso do Método* nos deixou a famosa frase: “Penso, logo existo”. Hoje sabemos que não se pensa sem corpo, podemos dizer que quem pensa é o corpo, pois o homem é o próprio corpo. É necessário que o aluno tenha consciência de que somos um corpo e que toda a atitude do ser humano é corpórea. O ato mecânico deve ser substituído pelo ato da corporeidade consciente da educação motora. É importante trabalhar nas aulas a consciência do corpo.

Com razão, afirma Assmann:

A corporeidade não é fonte complementar de critérios educacionais, mas seu foco irradiante primeiro e principal. Sem uma filosofia do corpo, que pervada tudo na Educação, qualquer teoria da mente, da inteligência, do ser humano global enfim, é, de entrada, falaciosa. (ASSMANN, 1995, p. 106-107)

Mais adiante, este autor dá ainda maior destaque à corporeidade, afirmando: “(...) o corpo é, do ponto de vista científico, a instância fundamental e básica para articular conceitos centrais para uma teoria pedagógica. Em outras palavras: somente uma teoria da corporeidade pode fornecer as bases para uma teoria pedagógica” (Ibid. p. 113)

#### **1.2.6. As emoções, o amor e a educação. Competição ou diálogo?**

É comum pensarmos o ser humano como um ser racional. E de fato ele é tal. Humberto Maturana não aceita que somente a razão caracteriza o ser humano. Essa

concepção “(...) nos deixa cegos frente à emoção, que fica desvalorizada como algo animal ou como algo que nega o racional” (MATURANA, 1999, p. 15).

Sermos considerados apenas racionais é: “...não ter o entrelaçamento cotidiano entre razão e emoção” (Ibid. p. 15).

É esse entrelaçamento que irá constituir nosso viver humano. Devemos também não esquecer que todo sistema racional tem um fundamento emocional.

Emoções são disposições corporais dinâmicas que definem os diferentes domínios de ação em que nos movemos. Quando mudamos de emoção, mudamos de domínio de ação. (Ibid. p. 15)

Maturana ainda nos diz:

As relações humanas acontecem sempre a partir de uma base emocional que define o âmbito da convivência. (Ibid. p. 74)

Sem aceitação mútua não há desejos mútuos e sem desejos mútuos não há harmonia na convivência, e sem harmonia na convivência não há liberdade social. Por isto, há divergências que nunca irão se resolver sem um ato declarativo que as elimine (Cf. Ibid. p. 74). Como exemplo, teríamos a guerra católico/protestante na Irlanda do Norte. Esta não terá solução, pois os grupos religiosos aceitam as premissas fundamentais, a priori, de que a própria religião é a única e verdadeira e as demais são falsas. Tais desacordos são insolúveis:

(...) sempre trazem consigo uma explosão emocional (...) os participantes vivem seu desacordo como ameaças existenciais recíprocas. (Ibid. p. 17)

Segundo Maturana, o fundamento emocional de nossa racionalidade não é uma limitação. Mas acrescenta que há necessidade do amor como emoção fundadora que constitui o domínio de ações, onde nós fazemos do outro um legítimo outro na convivência (Ibid. p. 22).

Não é difícil percebermos que interações feitas no amor aumentam a convivência; ao contrário, se feitas na agressão, rompem a convivência. Maturana ainda complementa que a linguagem não surgiu na agressão, pois teria terminado a convivência, embora após estarmos na linguagem, podemos até chegar a usá-la na agressão.

É importante observar que:

O amor é a emoção central na história evolutiva do homem. Nós seres humanos nos originamos no amor e somos dependentes dele (...). A maior parte do sofrimento humano vem da negação do amor. (Ibid. p. 25)

Como biólogo, Maturana diz que 99% das enfermidades humanas estão relacionadas com a negação do amor. Se o amor pode ser considerado a emoção que constitui o operar em aceitação mútua, é também o amor que irá formar o social como sistema de convivência. Verificamos isto nos formigueiros, nas colméias, onde os insetos não se atacam mutuamente, mesmo que ataquem animais considerados intrusos, mas compartilham alimentos e dividem os trabalhos para construir e manter seus ninhos. É evidente que insetos e animais em geral não têm o mesmo amor que une os seres humanos, embora em muitos casos os animais sejam exemplo para os homens de consciência e de solidariedade.

Afirma Maturana que as relações humanas que não estão fundadas no amor, não são relações sociais (Ibid. p. 26).

Para haver interações recorrentes tem que haver uma emoção, que pode ser a rejeição ou o amor. Enquanto a rejeição nega o outro como legítimo outro na convivência, o amor constitui o espaço de conduta que aceita o outro como um legítimo outro na convivência e isso é fundamental para o ensino-aprendizagem da Matemática, como veremos nos capítulos seguintes.

A rejeição constitui um espaço de interações recorrentes que culmina com a separação enquanto que “o amor constitui um espaço de interações recorrentes, no qual se amplia um espaço de convivência onde podem dar-se as coordenações consensuais de conduta que constituem na linguagem, que funda o humano” (MATURANA, 1995, p. 67). O amor é a emoção fundamental na história do homem; e é também um fenômeno

biológico cotidiano. A biologia do amor desfaz inimigos. Na Primeira Guerra Mundial, os alemães nas trincheiras começaram a conversar com os inimigos ingleses e franceses. Isto muito contribuiu para que a guerra atenuasse e mais tarde acabasse. Para dar procedimento a uma guerra é necessário proibir o encontro de inimigos fora da luta.

Para Maturana (1995, p. 71), o que chamamos de relações sociais tem a emoção amor como fundamento, pois na relação amorosa aceita-se o outro como legítimo outro. As relações de trabalho são fundadas no compromisso de cumprir uma tarefa, e o cumprimento da tarefa é a única coisa que importa. Por isso as relações de trabalho não são relações sociais, assim como as relações de poder, de obediência e as hierárquicas. Pode até haver relação social, quando por exemplo, no exército, um soldado, limpando o uniforme do general, conversa com este sobre festas, vida pessoal - no momento seguinte, se o general pedir algo ao soldado e este acha que não pode fazer naquela hora, e o general, em seguida, ordena que faça, acaba-se a relação social e começa a relação hierárquica.

Maturana afirma que:

(...) os fenômenos sociais têm a ver com a biologia e o cultural, no social, tem a ver com a delimitação ou restrição da aceitação do outro.  
(Ibid. p. 71)

Nós desenvolvemos argumentos para negar os outros. Ensinamos as crianças desde pequenas a rejeitar certos tipos de pessoas ou animais. O meu cão sabe quem são meus inimigos, pois eu os nego na minha dinâmica emocional.

Se minha emoção é a rejeição, tenho uma conduta de não aceitar o outro como um ser humano legítimo na convivência. Se nós dois pertencemos à mesma cultura, o outro irá perceber isto, mesmo que eu não queira que ele perceba, porque nós dois pertencemos ao mesmo domínio cultural. Não podemos evitar nossa biologia; o que precisamos é conhecê-la, pois é ela que nos constitui (Cf. Ibid. p. 72).

Neste nosso mundo de competições devemos lembrar que não é a agressão, mas é o amor que define o homem. No amor temos a colaboração e o diálogo. A natureza também deve ser objeto de amor. Devemos respeitar o mundo natural em que vivemos, e

assim, ao cortar uma árvore, devemos providenciar o plantio de outra árvore para devolver o que tomamos emprestado da natureza.

O castigo, a competição não devem ser relacionados com o educar. Portanto não devemos castigar as crianças pelo que não sabem, mas elogiar pelo que sabem. Devemos fazer as crianças observarem o que elas fazem sem comparar com o fazer do outro.

Maturana afirma: “Não existem a competição sadia nem a disputa fraterna” (1999, p.75). Embora vivemos uma cultura que valida a competição e a luta, é necessário observar essa afirmação de Maturana. Se o que queremos é uma convivência com os outros em um sistema social justo, devemos ter uma convivência fundada no respeito que reconhece a legitimidade do outro num projeto comum, no qual a pobreza, o abuso, a opressão devem ser superados.

Atualmente, a escola, muitas vezes sem perceber, tem reforçado a competição, o ser o melhor, o foco no resultado e não no processo e na qualidade, a derrota do oponente ao invés da melhora do desempenho. Desta maneira, reforçam nos alunos, atitudes e posturas competitivas, as quais eles vão reproduzir durante toda a vida, através da rivalidade, exploração impiedosa de seus semelhantes, pouca ou nenhuma solidariedade, exclusão, violência, destruição ambiental. E o pior, quando educarem seus filhos são esses os valores que irão transmitir.

É comum ouvir-se defender a competição como um elemento importante na educação de nossos alunos sob o pretexto de que assim ficariam melhor preparados para viverem num mundo competitivo como o nosso. Esse mito foi derrubado pela pesquisa sobre o aprendizado cooperativo, pois na verdade a competição diminui a auto-estima e aumenta o medo de falhar reduzindo a expressão de capacidades e o desenvolvimento da criança. Ela promove a comparação entre as pessoas e acaba por favorecer a exclusão baseada em pouco critérios. Um ambiente competitivo aumenta a tensão e a frustração podendo desencadear comportamentos agressivos. Com relação ao desempenho acadêmico, uma série de estudos demonstrou que crianças de várias classes sócio econômicas têm mais sucesso em áreas como Matemática, desenvolvimento vocacional e leitura quando estão trabalhando juntas com seus colegas sob uma estrutura de objetos cooperativos em vez de individualistas ou competitivos.

Jogos podem ser um bom tipo de atividade em grupo.



Segundo Kátia Cristina Stocco Smole (2000, p. 138):

(...) o jogo serve como meio de exploração e invenção, reduz a consequência dos erros e fracassos da criança, permitindo que ela desenvolva sua iniciativa, sua auto-confiança, sua autonomia. No fundo, o jogo é uma atividade séria que não tem consequências frustrantes para a criança.

Smole ressalta, porém, que embora preveja um vencedor, a situação de jogo em nenhum momento deve privilegiar a competição, mas levar ao desenvolvimento da cooperação e o respeito entre os jogadores.

No momento em que aparece a comparação entre as crianças que estão jogando e surge a competição, esta não deve ser estimulada. As crianças devem ser estimuladas a cooperar para chegar a algum acordo e resolver seus conflitos e não devem querer ganhar a qualquer preço.

Segundo Kátia Smole, se não houver o estímulo do adulto para a supervalorização do vencedor, poucas serão as crianças que tentarão vencer a qualquer preço.

Maturana ensina que é necessário respeitar os erros da criança, em vez de puni-los, ocorre tratá-los como novas oportunidades para mudar e conseguir acertar.

É preciso valorizar o educando pela seriedade e responsabilidade com que ele desempenha sua parte e jamais pelo sucesso na competição com o outro. A educação não pode fundar-se na justificativa enganosa de vantagens e privilégios.

A educação não deve limitar a reflexão dos jovens, mas deve levá-los a serem responsáveis e livres para serem co-criadores do mundo (MATURANA, 1999, p. 34).

O grande educador Paulo Freire resumiu em poucas palavras a importância do amor para a educação. Diz ele:

A educação é um ato de amor, por isso, um ato de coragem. Não pode temer o debate. A análise da coragem. Não pode fugir a discussão criadora, sob pena de ser uma farsa (FREIRE, 1981, p. 96).

O amor está na base da radicalidade do ato de educar que quer ser libertário e não dominador. Diz Freire:

A radicalização que implica no enraizamento que o homem faz, na opção que faz, é positiva porque preponderantemente crítica. Porque crítica e amorosa, humilde e comunicativa. O homem radical, na sua opção, não nega o direito do outro de optar. Não pretender impor a sua opção. Dialoga sobre ela. Está convencido do seu acerto, mas respeita no outro o direito de também julgar-se certo. (Ibid. p. 50)

### **1.2.7. As consequências epistemológicas, éticas e educacionais da Biologia do Conhecer.**

Não foi intenção deste capítulo fazer um estudo minucioso e detalhado da *Árvore do Conhecimento* proposta por Maturana e Varela. Limitamo-nos a explicitar os tópicos mais salientes aplicáveis à educação e, posteriormente, ao ensino da Matemática.

Entretanto, lançando um olhar retrospectivo ao caminho que percorreram (capítulo 10: *A Árvore do Conhecimento*, pág. 258 – 266), os autores mostram o itinerário circular que fizeram e o que entendem como ponto de chegada. Partiram das qualidades de nossa experiência comum a nossa vida social, para daí fazerem um longo percurso pela autopoiese celular, pela organização dos meta-celulares e seus domínios de conduta, pelo sistema nervoso, desembocando pelos domínios lingüísticos e na linguagem. Com peças simples, armaram um sistema explicativo para mostrar o surgimento dos fenômenos próprios dos seres vivos. Finalizaram mostrando como os fenômenos sociais fundados na interação lingüística, dão origem à linguagem e esta, por sua vez, a partir da experiência cotidiana do conhecer, permite gerar a explicação do próprio conhecimento.

Em oposição às teorias clássicas do conhecimento, que explicam o nosso processo noético recorrendo à tradicional distinção entre sujeito cognoscente e o objeto conhecido; os autores pretenderam mostrar como o próprio “fenômeno biológico do conhecer gera a explicação do conhecer” (MATURANA e VARELA, 1995, p. 258).

Os autores esperam que o leitor que tenha seguido com seriedade o processo da Biologia do Conhecer, sinta-se motivado a ver todo o seu fazer no mundo - ver, saborear, preferir, rejeitar ou conversar – como produto desse processo (Cf. Ibid. p. 258).

Ao fazerem uma análise do processo, os autores muito se aproximam da epistemologia complexa de Edgar Morin e o seu princípio da incerteza no campo do conhecimento. A sensação – dizem eles – é de não termos *um ponto de referência fixo e absoluto* (grifo dos autores) onde ancorar nossas descrições e assim afirmar e defender sua validade (Ibid. p. 258).

Caminhando sobre o fio da navalha, eles assumem uma posição intermediária entre os extremos do representacionismo (o nosso conhecimento é mero reflexo de objetos externos) e do solipcismo ou idealismo (o nosso conhecimento produz os objetos externos). Nessa posição intermediária eles encontram a regularidade do mundo que experimentamos a cada momento, mas não visualizam nenhum ponto de referência independente de nós mesmos que garanta a estabilidade absoluta das nossas descrições (Ibid. p. 259). O mecanismo de geração de nós mesmos como agentes de descrições e observações (autopoiese) revela-nos também que, seja o nosso mundo, seja o mundo que produzimos em nosso ser com os outros são uma mescla de regularidade e mutabilidade, de solidez e areias movediças, que caracterizam a experiência humana.

Mas não há como escapar do círculo biológico do conhecimento, pois não podemos mudar a natureza do cérebro, a natureza da linguagem, a natureza do vir-a-ser ou seja, a natureza da natureza (Cf. Ibid. p. 259). Entretanto não há nenhum determinismo ou mecanicismo neste processo, pois:

Vivemos continuamente imersos nesse passar de uma interação a outra, cujos resultados dependem da história. Todo fazer leva a um novo fazer: É o círculo cognitivo que caracteriza nosso ser, num processo cuja realização está imersa no modo de ser autônomo do ser vivo. (Ibid. p. 259)

Em vez de determinismos, os autores apontam as regularidades do círculo cognitivo. Porém, dizem eles:

Biologicamente não há como desvendar como ocorreram as regularidades do mundo a que estamos acostumados desde os valores ou preferências, até as tonalidades das cores ou os odores (...). Nossas visões do mundo e de nós mesmos não conservam registros de suas raízes. (Ibid. p. 259 – 260)

A linguagem tende a ocultar as coordenações comportamentais que deram origem às próprias palavras. Disso resulta que tenhamos tantos e renovados pontos cegos cognitivos, que não vejamos que não vemos, que não percebamos que ignoramos (Ibid. p. 260). Somente percebemos os mecanismos ocultos quando é necessário que ocorra alguma interação que nos tira do óbvio, por exemplo, quando somos bruscamente transportados a um meio cultural diferente, que nos faz refletir e perceber a imensa quantidade de relações que desconhecíamos (Ibid. p. 260).

As regularidades que caracterizam as interações de um grupo social são constituídas por uma tradição biológica e cultural. Tudo o que temos em comum como seres humanos é uma tradição biológica que começou com a origem da vida e que se estende até hoje, nas variadas histórias dos seres humanos deste planeta. Essa herança biológica comum é que responde pela identidade do mundo humano, é por isso que não estranhemos que para todos os seres humanos o céu seja azul e o sol raia a cada manhã. As nossas diferenças culturais, porém, decorrem de nossas heranças lingüísticas (Ibid. p. 260).

O processo biológico do conhecimento é considerado singular no campo científico, pois, ao tentar conhecer o conhecer, acabamos por nos encontrar com o nosso próprio ser (Ibid. p. 260).

Por isso, trata-se de um processo que tem sérias conseqüências éticas e leva a compromissos: o conhecimento do conhecimento compromete (Ibid. p. 262).

O primeiro compromisso – e aqui temos uma notável aproximação com o pensamento complexo de Edgar Morin<sup>6</sup> – é o de tomar uma atitude de permanente vigilância contra a tentação da certeza, a reconhecer que nossas certezas não são provas de verdade, como se o mundo, que cada um de nós vê, fosse o mundo, e não um mundo que produzimos com os outros (Ibid. p. 262).

Outro compromisso é que, ao saber que sabemos, não podemos negar o que sabemos (Ibid. p. 262).

Mais ainda:

O saber que sabemos conduz a uma ética inescapável (...) que emerge da consciência de estrutura biológica e social dos seres humanos, que brota da reflexão humana e a coloca no centro como fenômeno social constitutivo (Ibid. p. 262).

A ética do “saber que sabemos” leva-nos também a tomar consciência de que “o nosso mundo é sempre o mundo que construímos com os outros” (Ibid. p. 262). Isso tem conseqüências importantes em nossas relações com os outros. Em situação de conflito, contradição ou oposição, se desejamos conviver, não podemos simplesmente reafirmar o nosso ponto de vista. Ao contrário, será necessário “considerar que o nosso ponto de vista é resultado de um acoplamento estrutural”, isto é, de nossas interações com o meio em que vivemos. Nesse mútuo relacionamento experiencial “(...) o nosso ponto de vista é *tão válido como o de nosso oponente, ainda que o dele nos pareça menos desejável*” (Ibid. p. 262) (grifo do autor).

Por isso, o conflito se resolve buscando “uma perspectiva mais abrangente de um domínio experiencial e que o outro também tenha lugar e no qual possamos com ele construir um mundo” (Ibid. p. 262).

Essa perspectiva mais abrangente permite-nos “sair do que até então era invisível ou intransponível para ver que, como seres humanos, só temos o mundo que construímos com os outros”. (Ibid. p. 263)

---

<sup>6</sup> O conhecimento é uma aventura incerta que comporta em si mesma permanentemente, o risco da ilusão e do erro. (MORIN, *Os Setes Saberes Necessários à Educação*, 2000, p. 86)

A mensagem que o processo de conhecer o conhecer instaurado por Maturana e Varela, dirige aos educadores, é clara e oportuna. É relevante, na prática da docência, levar em conta o que diz Assmann:

(...) o ponto de partida fundante de toda uma visão do conhecimento consiste em entender a profunda identidade entre processos vitais e processos do conhecimento. (ASSMANN, 1996, p. 27)

Precisa o educador ter sempre presente que “(...) toda vida só é vida enquanto é uma série ininterrupta de aprendizagem. A pergunta pelas formas mais completas como isso acontece na realidade deixou de ser uma questão abstratamente científica, porque coincide com as questões mais cotidianas da pedagogia”. (Ibid. p. 27)

E o processo vital, no qual há de se inserir a aprendizagem, não tem “ponto de referência fixo e absoluto”, como já lemos em Maturana e Varela (1995, p. 258). Por isso, o educador deve estar programado a lidar com as incertezas. Mas não deve por isso desanimar, deve persistir na tarefa de estar sempre localizando o processo do conhecimento no processo do encontro com o próprio ser biológico e total e de produzir a si mesmos (educador e educando) e, ao mesmo tempo, produzir um mundo. E este caminho é inesgotável; é sempre renovável. Como adverte Assmann:

(...) onde não acontecem novos processos vitais, tão pouco acontecem novos processos cognitivos, a não ser os meramente instrucionais, que podem ser realizados por máquinas das primeiras gerações de computadores e por robôs. (ASSMANN, 1996, p. 27)

Vigilância contra a tentação da certeza, compromisso com o saber que conquistou, construir, no ato de ensinar, um mundo com os outros, são posturas do educador que compreendeu e interiorizou as raízes biológicas vitais do conhecer.

Nos capítulos seguintes, veremos como será importante para o ensino-aprendizagem da Matemática a visão e o reconhecimento do ser humano na sua integralidade biológica, corporal, emocional, social. O reconhecimento do papel da linguagem como espaço de aproximação e não de negação do outro; a incorporação do

amor, sem idealismos, que constrói relações e de compreensão e colaboração, superando as barreiras que impedem acolher o outro como legítimo outro.

## **Capítulo II:– O ensino tradicional da Matemática e os problemas decorrentes.**

Neste capítulo, pretendemos lançar um olhar sobre os principais problemas que ocorrem no ensino da Matemática, em especial, no ensino fundamental e médio. Em seguida, no capítulo III, apontaremos possibilidades de lidar com estas dificuldades seguindo as trilhas da Biologia do Conhecimento.

### **2.1. O ensino tradicional da Matemática e as tentativas de superação.**

O ensino tradicional da Matemática ainda predomina em livros e ações em sala de aula. Apesar de sua rigidez, pouca funcionalidade e suas amarras, é ainda adotado pela maioria de professores e é preferido pelos autores de livros didáticos.

Em geral os autores apontam que o ensino tradicional coloca ênfase numa Matemática abstrata, mecanizada, formal, muito expositiva, descontextualizada. Entretanto, concordamos com Nilson José Machado (1990, p.46) que diz que precisamos cuidar com slogans como “A Matemática é abstrata”, como que lidar com abstrações fosse uma característica exclusiva da Matemática. Segundo Machado (1990, p.55) embora nenhum conhecimento prescindia de abstrações, não faz sentido classificar conhecimento algum como abstrato. Também os autores apontam ser a Matemática uma matéria pronta, que não abre oportunidade para descobertas, para a criatividade. Os alunos simplesmente a estudam a fim de se prepararem para o ano seguinte. Assim, o ensino da 1ª até a 4ª série serve para dar preparo para o aluno cursar a 5ª até a 8ª série. Depois, para o ensino médio e daí para o vestibular.

No fim deste período, pelo mau resultado do aluno brasileiro em Matemática, como nos mostraram as estatísticas, concluímos que este aluno aprendeu muitas coisas das quais não precisava, enquanto deixou de aprender muitas coisas que eram necessárias.

Como veremos adiante, o ensino tradicional tem provocado exclusão e desistência dos alunos, não só no ensino fundamental e médio, mas também na universidade .



A forma como tem sido trabalhado o ensino da Matemática, no Brasil e em vários outros países, leva a ter como resultado um conhecimento fragmentado, incapaz de conferir ao educando uma visão do todo estudado.

A ciência nunca teria sido ciência se não tivesse sido transdisciplinar. Além disso, a história da ciência é percorrida por grandes unificações transdisciplinares marcadas com os nomes de Newton, Maxwell, Einstein, o resplendor de filosofias subjacentes (empirismo, positivismo, pragmatismo) ou de imperialismos (marxismo, freudismo) (MORIN, 1982 p. 217 - Apud Izabel PETRAGLIA, 1995, p.74)

Numa entrevista para a Revista *Nova Escola*, Morin assim se pronunciou:

As disciplinas como estão estruturadas só servem para isolar os objetos do seu meio e isolar partes de um todo. Eliminam a desordem e as contradições existentes, para dar uma falsa sensação de arrumação. A educação deveria romper com isso mostrando as correlações entre os saberes, a complexidade da vida e dos problemas que hoje existem. Caso contrário será sempre ineficiente e insuficiente para os cidadãos do futuro. (MORIN, 2003, [www.novaescola.com.br](http://www.novaescola.com.br) acesso 03/09/2004)

A escola deve assumir a tarefa de mostrar ao aluno esta nova visão de transdisciplinaridade. Esta transdisciplinaridade busca unificar todas as disciplinas, evitando os fragmentos. O aluno de Matemática tem dificuldade de articular os conteúdos matemáticos com outras disciplinas e com isto também não irá conseguir identificar a relação que existe entre as disciplinas e a vida.

Esta falta de visão do todo é também encontrada no currículo, onde vemos que as disciplinas não se complementam.

Sobre isto Petraglia afirma:

O currículo escolar é mínimo e fragmentado. Na maioria das vezes, peca tanto quantitativamente como qualitativamente. Não oferece, através de suas disciplinas, a visão do todo, do curso e do

conhecimento uno, nem favorece a comunicação e o diálogo entre os saberes; dito de outra forma, as disciplinas com seus programas e conteúdos não se integram ou complementam, dificultando a perspectiva de conjunto e de globalização, que favorece a aprendizagem. (PETRAGLIA, 1995, p. 69)

Edgar Morin, considerado um dos principais intelectuais contemporâneos, nos propõe a transdisciplinaridade como uma nova visão educacional, capaz de romper com o conhecimento fragmentado e assim solucionar problemas de alunos que não conseguem fazer ligações entre conteúdos que lhes foram ensinados. Muitas vezes até os professores não conseguem fazer ligações entre os conteúdos estudados com a realidade.

Segundo Bishop (1998, Apud SILVA, 2004), o ensino tradicional da Matemática tem sido caracterizado por certos pressupostos, que não podemos aceitar, por exemplo, que a Matemática seja um conhecimento livre de valores e que seja independente da cultura onde tenha sido produzida “(...) é necessário expor as diferenças entre as concepções oriundas de diferentes culturas e o saber escolar, tradicionalmente consagrado como Matemática.”

Bishop afirma que os atributos cognitivos têm sido explorados no sentido de tentar-se resolver os fracassos e as dificuldades enfrentadas no ensino matemático nas escolas, mas para ele os aspectos sociais e culturais não têm sido suficientemente considerado para esses fins.

Observa-se inquietação, inconformismo, insatisfação frente a esse ensino tradicional da Matemática, sendo que algumas inovações ocorrem mesmo entre aqueles que desenvolvem um ensino mais tradicional. O que não podemos é compactuar com os que pensam que a “Matemática é difícil mesmo”, “o programa é extenso”, “é difícil ser criativo em Matemática”, “foi sempre assim em Matemática”

No Brasil, quando foi promulgada em 1964, a L.D.B. (Lei de Diretrizes e Bases 4024/61), o ensino tradicional ainda dominava no cenário escolar. O currículo deveria responder ao avanço do conhecimento científico e às novas concepções educacionais, deslocando o eixo da questão pedagógica, dos aspectos puramente lógicos, para aspectos psicológicos.

Nisto foi valorizada a participação ativa do aluno no processo aprendizagem. Logo em seguida, na década de setenta, surge a Matemática Moderna, que aproxima o ensino escolar de uma particular reformulação do conhecimento matemático, com ênfase na teoria dos conjuntos e estruturas algébricas. Nessa época, houve uma democratização do conhecimento, mediante a política da educação para todos, crescendo assim a parcela da população atendida pela rede escolar. Deste crescimento, resultou uma carência de professores qualificados na área de Matemática, carência esta que só se agravou até os dias atuais. No anexo 05, vemos que o desinteresse por aula de Matemática é antigo.

A revista *Nova Escola* em sua capa da edição de setembro de 2004 coloca que há vaga para professores em especial os de Ciências, Física, Química e Matemática. No anexo 16, é visível a falta de professores de Matemática em oito estados brasileiros.

A partir das críticas sociais que se intensificaram no final do século passado, o ensino da Matemática vem sendo objeto de estudos intensos.

Ubiratan D'Ambrósio (1993, p.11) na série de Conferências Internacionais de Educação Matemática, as chamadas CIAEM, que foram realizadas nos anos de 1966, 1968, 1975 e 1979, assim como nos Congressos Internacionais de Educação Matemática, os chamados ICME, que foram realizados nos anos de 1968, 1972, 1980 e 1984, nota as diversas ênfases de cada evento. Discutiram-se programas nas reuniões de 1966 e 1968, que foram realizados em Bogotá e em Lima, respectivamente. Já em 1975, quando a conferência foi realizada em Caracas, houve uma mudança qualitativa muito profunda nas preocupações e discussões e as sessões mais concorridas foram aquelas dedicadas às discussões de natureza social e política. Temas como “Matemática e Desenvolvimento” tiveram destaque. Ao contrário do que aconteceu nos Congressos Internacionais de Lyon, 1968, e em Exeter, 1972. O Congresso realizado em 1976, em Karlsruhe, Alemanha, iniciou uma discussão profunda sobre algo mais que os conteúdos programáticos e as teorias de aprendizagem. A sessão “Objetivos e metas da educação - Por que estudar Matemática?”, encaminhou as discussões sobre os objetivos da educação matemática em direção a reflexões socioculturais e políticas. Começou-se a falar de efeitos negativos que podem resultar de uma educação Matemática mal adaptada a condições socioculturais distintas.

Segundo D’Ambrósio (1993, p. 12), após a Segunda Guerra Mundial, a “educação igual e para todos”, independente de classe social e econômica, dominou os ideais e as aspirações políticas dos países. Vinte anos após, os efeitos ilusórios e algumas vezes negativos dessa política são sentidos em muitos países, vindo em contrapartida um clima questionador e uma mudança qualitativa.

A conferência sobre “Desenvolvimento de Matemática nos Países do Terceiro Mundo”, em fevereiro de 1978, no Sudão, e a de 1978, na Dinamarca, fizeram eco no Congresso Internacional de Matemática, na Finlândia, onde o destaque foi uma sessão denominada “Matemática e Sociedade”.

Conforme D’Ambrósio (1993, p. 12), essa foi a primeira e a última vez em que se criou espaço nos Congressos Internacionais de Matemática, para se questionar a própria Matemática em suas características epistemológicas.

A Conferência, que se realizou no Brasil, em Campinas, em 1979, e o Congresso Internacional de Educação Matemática, realizado em Berkeley nos Estados Unidos, em 1980, mostraram definitivamente uma tendência para o sociocultural.

Na década de 80, surgem as discussões de metas da educação matemática subordinadas às metas gerais da educação e sobretudo é notável o aparecimento da nova área denominada etnomatemática (programa que visa explicar os processos de geração, organização e transmissão de conhecimento em diversos sistemas culturais e as forças interativas que agem nos e entre os três processos) com forte presença de antropólogos e sociólogos; são evidências de mudanças positivas dentro da educação matemática, conforme Ubiratan D’Ambrósio (1993, p. 12).

O governo tem tomado iniciativas no sentido de melhorar a educação e por conseguinte, o ensino da Matemática, promulgando a Lei de Diretrizes e Bases (Lei 9.394/96), que estabeleceu um percentual de doutores e mestres nas universidades, visando a qualificação de futuros professores e os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais – 1998), pelos quais se tenta orientar a aprendizagem para uma maior contextualização, uma efetiva interdisciplinaridade e uma formação humana mais ampla, não só técnica, já recomendando uma maior relação entre teoria e prática no próprio processo de aprendizagem. Viu-se a necessidade de mudar convicções equivocadas, culturalmente difundidas em toda a sociedade, de que os alunos são os pacientes, de que

os agentes são os professores e de que a escola estabelece simplesmente o cenário do processo de Ensino conforme nos mostram os PCNs (Ensino Médio, 1998, p. 263).

Os PCNs visam a deixar o aluno se sentir desafiado pelo jogo do conhecimento. Ele deve adquirir espírito de pesquisa e desenvolver a capacidade de raciocínio e autonomia.

Segundo Kátia Cristina Stocco Smole:

(...) é fundamental ao professor de Matemática, um conhecimento sólido das idéias matemáticas.

(...) como pode o professor discutir, abordar ou ensinar o que não sabe? Como abordar problemas de modo significativo se ele mesmo, professor, julga-se incapaz para a Matemática, não confia em sua capacidade para resolver problemas ou, ainda, desconhece suas habilidades e limitações em relação à Matemática .

(...) se desejamos alguma alteração na metodologia, é preciso também fortalecer o conhecimento específico e, é essencial repensarmos a Matemática e seu ensino nos cursos que habilitam o professor a trabalhar nas séries iniciais da escolaridade. (SMOLE, 2000, p. 196)

Nota-se também um avanço na *Proposta Curricular de Matemática* para o CEFAM (Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério), na *Habilitação Específica ao Magistério* e no documento da Secretaria Estadual da Educação de São Paulo, o qual Smole ajudou a elaborar entre 1988 e 1990. Nesses documentos são indicadas direções a serem usadas por professores de Matemática de escolas infantis, direções estas que propiciam que “(...) as atividades do aluno-professor gerem pesquisa, necessidade de informações, de trabalho cooperativo, de resoluções de problemas” (SMOLE, 2000, p. 196).

As mudanças, embora lentas, estão chegando, seja nos PCNs, nas propostas programáticas, nos livros didáticos e paradidáticos, nos planejamentos e discussões entre professores. Elas indicam que é visível a procura de novas alternativas para melhorar a Educação Matemática no Brasil e que o aluno melhor preparado em Matemática poderá

ser melhor professor de Matemática que por sua vez poderá formar alunos bem preparados na matéria.

Mas, por que uma porcentagem tão pequena de alunos aprendem Matemática? Por que a intensa rejeição à matéria? De onde vêm as dificuldades?

## **2.2. A visão de alguns especialistas**

Entre alguns especialistas é comum considerar que o ensino tradicional da Matemática a apresenta como uma área do conhecimento pronta, acabada, perfeita, pertencente apenas ao mundo das idéias e cuja estrutura de sistematização serve de modelo para outras ciências.

Como consequência disto, vem a imposição autoritária do conhecimento matemático por um professor que, supõe-se, domina o conhecimento e o transmite a um aluno passivo, que deve moldar-se à autoridade da “perfeição científica”.

E ainda existem, como consequência, muitos que acreditam que o sucesso em Matemática representa um critério avaliador da inteligência dos alunos. Daí a frase – “Ele é super inteligente, tirou 10 em Matemática!”, reforçando a idéia de que uma ciência tão nobre e perfeita só pode ser acessível a mentes privilegiadas. Ainda há os que partilham da idéia de que os conteúdos matemáticos são abstratos e nem todos têm condições de possuí-los.

Esta visão elitista da Matemática pode levar à consequência de que a sala de aula se torne o ponto de encontro de alunos totalmente ignorantes com o professor totalmente sábio. Os alunos já possuem um conhecimento matemático ao ingressar na escola. Se o professor não levar em conta esse dado, os alunos dificilmente terão um bom aprendizado. Tal competência vem sendo continuamente negada em sua história de vida escolar, segundo Dione Lucchesi de Carvalho (1991, p. 16).

O desgaste por Matemática, manifestado pela maioria dos alunos, decorre do fato de que se lhes cobra submeter-se à “autoridade da Matemática” e se lhes incute que “Compreender Matemática” é privilégio das cabeças mais bem dotadas; por negar todas as vivências e demais qualidades daqueles que não se “enquadram” na “perfeição da Matemática”. E o que tem acontecido é a total passividade com que os alunos se colocam

perante qualquer aula de Matemática, esperando que o professor lhes “explique” o que devem “compreender” e lhes diga “como” fazer.

Para Dione Lucchesi de Carvalho:

Se não é o professor, é o livro, a suprema “autoridade” que saberá o melhor caminho para resolver o problema básico: “Ser promovido em Matemática”. Aprender parece-lhe um objetivo distante e inatingível, só resta escolher uma carreira que não requisite conhecimentos matemáticos. (CARVALHO, 1991, p. 17)

Robert F. Magger (1976, p. 34) faz amostras das entrevistas feitas com seus ex-alunos, sobre a matéria preferida e a menos preferida, e o porquê da escolha. O autor mostra que os alunos, quando perguntados sobre os assuntos ou matérias de que eles gostavam menos, pareciam lembrar muito pouco a respeito delas e muitas vezes diziam: “Eu não lembro coisíssima nenhuma e quanto menos eu ouvir sobre isto, tanto melhor!”.

Mas sempre se lembravam de dizer o porquê não gostavam de algumas matérias. Eles conseguiam salientar os eventos e condições que os levaram a evitar a matéria todas as vezes que pudessem. Na maioria das vezes, a matéria de que menos gostavam era Matemática.

Apresentamos alguns depoimentos de alunos relatados por Magger (1976, p. 35).

Aluno A: Matéria de que menos gosta: Matemática. Por quê?

Saltei para a terceira série depois de ter completado apenas metade da segunda série. Faltaram-me conhecimentos e me senti perdido. A professora da terceira série era muito impaciente e não acreditava em ensino individual. Ela me ridicularizou perante a classe. Em todas as outras matéria minha nota era superior à média necessária, mas fui reprovado em Contabilidade na Faculdade.

Aluno B: Matéria de que menos gosta: Matemática. Por quê?

Eu nunca consegui somar dois mais dois; e até agora tenho dificuldade. Mudei de escola 18 vezes desde o primeiro até o fim do segundo grau. Sempre que chegava à nova escola, os alunos estudavam coisas que eu não sabia ou que já tinha estudado. Havia também um professor que me perturbou terrivelmente: uma vez ele me surpreendeu contando nos dedos e me colocou na frente da classe como um exemplo negativo. Foi humilhante.

Robert F. Magger (1976, p. 38) diz que uma matéria se torna preferida porque o aluno sente que tem facilidade para com ela, porque o assunto está associado com pessoas ou parentes ou professores a quem admira e porque se sente à vontade em presença de atividades relacionadas com a disciplina. Um assunto se torna menos estimado porque o aluno sente que não tem aptidão para com ele, porque está associado com antipatias pessoais e porque, na presença dele, surgem associações com coisas indesejáveis.

Essa posição de Magger tem a ver com a visão de Maturana e Varela que enfatiza o papel relacional do biológico, do emocional ao lado do racional, na formação das escolhas, das aptidões e das preferências dos alunos com relação às disciplinas.

Ubiratan D'Ambrósio (1993) apresenta alguns pontos críticos que ele considera como fatores negativos na educação Matemática:

#### **a) Reprovação Intolerável**

Seja do ponto de vista da aprendizagem, seja do ponto de vista social, a reprovação é inadmissível. Para ele, exames devem ser abolidos e, em seu lugar, criados mecanismos de avaliação construtiva. O autor se apóia em Tereza Amabile (Apud D'AMBRÓSIO, 1993, p. 15), que afirma: "É absolutamente significativo que um exame pode causar um retrocesso no correr do tempo biológico e psicológico de um indivíduo".

Além disso, as consequências da reprovação, como por exemplo, a marginalização social e econômica são intoleráveis para qualquer sociedade.



Entretanto, essa posição D’Ambrósio merece reparos, pois não se pode cair no excesso oposto de admitir-se a aprovação em massa e sem critérios.

### **b) Programas Obsoletos**

Precisamos preparar os jovens para o mundo de amanhã. Segundo D’Ambrósio (1993, p. 15), os programas de Matemática são, em sua maioria, justificados exclusivamente porque “no meu tempo se fazia assim”. A obsolescência dos programas matemáticos é absolutamente injustificável.

Também essa posição merece cuidado, pois pode levar ao erro de se pensar que tudo o que é velho é descartável e só novidades são relevantes.

### **c) Terminalidade Discriminatória**

A obrigatoriedade de um ciclo completo de ensino é, para muitos países e classes sociais, utópica e ilusória. Em muitos casos, não é possível, para uma criança, ficar mais de um ano ou dois anos na escola. Mas a Matemática é organizada de tal modo que somente depois de oito ou nove anos de escolaridade é que ela se torna realmente útil.

Segundo D’Ambrósio (1993, p. 15) isto é absolutamente discriminatório para as classes menos privilegiadas. Deve-se buscar uma terminalidade quase contínua. Por exemplo, por meio de organizações curriculares modulares.

Essa posição de D’Ambrósio precisa também ser lida com ressalvas. Parece discriminar a escola pública, que em geral é freqüentada por classes menos favorecidas.

A “terminalidade quase contínua” pode também levar a um “barateamento” do ensino, destruindo etapas necessárias da progressão escolar.

Em um artigo assinado por Mariana Viktor para a *Revista Educação* (2002, p. 29), intitulado Abaixo de Zero, vemos que “O Ensino da Matemática vira crise sem precedentes, preocupa autoridades e une especialistas na busca de soluções”.

“A formação dos novos professores de Matemática é catastrófica”, afirma Elizabeth Belfort, coordenadora do curso de licenciatura em Matemática na Universidade

Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Diz ainda, a coordenadora, no mesmo artigo da *Revista Educação* (p. 28):

Para que se tenha uma idéia, a média dos formandos em Matemática no Provão realizado no fim do curso de licenciatura é 1, 2, o pior resultado entre todas as carreiras. E mais grave é que 70% das questões de múltipla escolha abordaram conteúdos do Ensino Médio. Estamos entregando diploma a quem não sabe o mínimo para ensinar.

Concluímos, então, que professores despreparados vão ensinar alunos despreparados, que serão professores ainda mais despreparados. Daí vem uma pergunta intrigante: se quem ensina não sabe o que deve ensinar, o que esperar de quem aprende?

No citado artigo de Mariana Viktor (2002, p. 29), vemos o resultado da participação brasileira no *Project for International Student Assessment* (PISA), que é uma prova elaborada pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), que avaliou o desempenho de estudantes na faixa dos 15 anos, em 32 países.

O PISA testou o desempenho dos alunos em Matemática, Ciências e Leitura e o Brasil obteve o pior resultado em todas as provas.

“Enquanto a média internacional foi de 500 pontos, nossos alunos tiraram 334 pontos na prova de Matemática, onde não só tivemos a média mais baixa, como também tiramos o último lugar em todas as questões”, lembra Luiz Carlos Guimarães, professor do Departamento de Matemática Aplicada da UFRJ (Apud. Mariana VIKTOR, 2002, p. 29).

Os avaliadores do PISA consideraram que os alunos, com os resultados até 400 pontos conseguem elaborar apenas uma etapa simples de raciocínio matemático, associando fatos básicos. Convém citar que 75% dos nossos estudantes não atingiram 400 pontos e 95% deles ficaram abaixo de 500 pontos.

Com mais de 600 pontos, foram considerados alunos capazes de um raciocínio mais elaborado, que seriam os eventuais candidatos a carreiras técnicas, engenharia, física, computação, etc... O que é triste é que nenhum estudante brasileiro atingiu 600 pontos.

Muitos estudantes de vários outros países obtiveram bons resultados em Matemática o que nos mostrou que o conceito negativo que muita gente tem dela deve-se, em grande parte, a uma didática desinteressante, incapaz de prender a atenção do aluno e de levá-lo a pensar matematicamente.

A opinião dos alunos, que detestam ou não a Matemática, varia de acordo com as experiências didático-pedagógicas que eles têm ao longo das respectivas séries e com a forma como os conteúdos lhes são apresentados.

Na Educação Infantil, a Matemática é vista com simpatia pelos alunos, pois nessa faixa etária e nível de escolaridade, a matéria apresenta uma maneira lúdica e não exige memorização.

Segundo Ângela Rocha dos Santos (Apud. Mariana VIKTOR, 2002, p. 30) , diretora do Instituto de Matemática da UFRJ: “Devido à forma como ensinamos, o gosto inicial se perde e fica a aversão pelo sistema formal e dedutivo da disciplina”. Para ela, é preciso mudar a forma de apresentar os conteúdos ao aluno, mostrando a Matemática como ciência que gera entusiasmo nos afazeres, paixão nos desafios, cooperação entre os participantes e ética nos procedimentos.

Uma das grandes dificuldades em despertar o gosto de crianças e jovens pela ciência dos números é a ênfase atribuída à natureza abstrata do conhecimento matemático. Nos livros e aulas, a Matemática aparece como um sistema tão hermético que termina por inibir a criatividade do aluno, gerando nele uma série de crenças negativas.

São freqüentes generalizações ou slogans do tipo: “Matemática só serve para passar no vestibular” (entretanto ela estimula decisivamente o raciocínio). “Ler e escrever não tem nada a ver com Matemática” (entretanto, a leitura é fundamental para interpretar a teoria Matemática ). “Matemática é coisa de gênio” (entretanto, qualquer um pode compreendê-la, familiarizando-se com suas regras). Ou “a Matemática lida com fórmulas que não se relacionam com a vida” (entretanto ela é usada em inúmeras situações cotidianas, desde a interpretação de uma tabela de juros à elaboração de um orçamento). Esses mitos viram verdades na cabeça das crianças e enraízam-se com o passar do tempo.

Na década de 70, tentou-se inovar o ensino matemático no Brasil com a introdução da chamada “Matemática Moderna”. Em vez de utilizar-se números nas

operações, elas eram visualizadas por meio de conjuntos. Não deu certo, os professores não foram preparados e a teoria tornou-se um item utópico jogado no programa, destaca Ângela Rocha dos Santos, diretora do Instituto de Matemática da UFRJ (Apud. Mariana VIKTOR, 2002, p. 31).

Essas críticas estão apontando que não basta tornar a didática mais interessante. É urgente melhorar a formação do professor, como diz Maria Laura Mouzinho Leite Lopes, professora emérita da UFRJ:

(...) é fundamental preparar melhor os professores. Assim, eles terão prazer em ensinar e despertarão prazer em seus alunos. Mas é um trabalho difícil, porque o salário é baixo, o reconhecimento social é pequeno e a perspectiva de desenvolvimento pessoal limitada. (Apud. Mariana VIKTOR, 2002, p. 32)

A crise da Matemática deu margem para uma reportagem no *Jornal Agora – São Paulo*, de 04/11/2001, página A: *Procura-se Professor de Matemática*.

Segundo esta reportagem, os matemáticos encontram oportunidades em outras áreas como recursos humanos, cálculo de previdência e seguros, pesquisa de risco e análise de crédito, onde são mais valorizados, não optando pela sala de aula. A mesma reportagem mostra a Matemática como pesadelo de gerações de alunos e disciplina que apresenta o maior déficit de professores na rede estadual de ensino, pois no concurso de 1998 promovido pela Secretaria da Educação houve 19.058 inscritos para 16.461 postos, ou 1,2 candidatos por vaga, a menor relação de todas as matérias. No anexo 06 vemos que o profissional formado em Matemática, se tiver oportunidade em outras áreas, esnoba a sala de aula. No anexo 03 vemos que o desinteresse por aula de Matemática é antigo, visto também o professor ter pouca remuneração por aula.

Joaquim Patto, da M.W.Mercer, consultoria especializada em remuneração, na reportagem, emite uma previsão: “A longo prazo, os alunos do ensino fundamental não terão matemáticos em sala de aula”.

Logo em seguida, o mesmo assunto serviu de tema para o editorial do *Jornal Agora – São Paulo*, de 06/11/01, na página A16, com o título *Matemática sob Ameaça*, onde é ressaltado que os alunos não devem estar recebendo uma boa formação em

Matemática, devido a uma grande parte de professores não estarem qualificados para dar aula de Matemática. E isto condena a educação no Brasil, pois mesmo em outras áreas, a Matemática é requisito fundamental, e, até um médico, que ignore os rudimentos da Matemática, terá dificuldades para manter-se atualizado, visto que boa parte das pesquisas utiliza análises estatísticas. O editorial na sua íntegra encontra-se no anexo 07.

Na revista *Educação* de junho de 2001, na página 38, na coluna denominada “Aprendiz”, coordenada por Gilberto Dimenstein e Fernando Rossetti, lemos o seguinte:

Uma pesquisa coordenada por Nelson Antonio Pirola, professor de prática de ensino e didática da Matemática, da Unesp, aponta uma série de erros de formação como motivo para a dificuldade dos educadores em ensinar Matemática. O estudo mostra que, às vezes, os professores tentam ensinar aos alunos coisas que nem mesmo sabem. Uma avaliação de conceitos básicos de geometria indicou notas médias de 2 por estudantes de licenciatura e 0,68 para aluno de magistério, numa escala de 0 a 10.

“Esses alunos não estão aptos a lecionar adequadamente” concluiu Nelson Antonio Pirola (p. 36), professor de prática de ensino e didática da Matemática, da UNESP.

A maioria dos futuros professores esqueceu ou simplesmente desconhecia conceitos básicos da geometria, como triângulo isósceles, área, perímetro e volume, que terão de transmitir para seus alunos nos ensinos fundamental e médio. “Provavelmente, esses alunos também tiveram professores desqualificados e o mesmo acontecerá com seus alunos, formando um círculo vicioso”, diz o pesquisador Pirola (p. 38).

Há os que discordam, como o professor Rômulo Lins, do Departamento de Matemática e do programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP, de que os professores mal preparados são oriundos de cursos ruins. Para ele “não existe uma licenciatura em Matemática que forme os professores de nossos sonhos”. Isto porque trabalhamos com alunos reais, que possuem diferentes histórias de vida, cada qual com suas qualidades e dificuldades. E para trabalhar com alunos tão diferentes exige-se maturidade do professor, a qual só é adquirida com experiência profissional, reflexão

sobre a prática e melhor capacidade para tomar decisões a respeito de novas situações que vão surgindo no dia-a-dia. Lins argumenta que o grande problema das licenciaturas em Matemática é o módulo de três anos de Matemática mais um ano de Pedagogia. Por estar centrada nos conteúdos e não na formação profissional, isto pouco contribui para que o licenciado inicie sua vida profissional. Segundo Lins, “os professores não são mal preparados. Mal preparado é o modelo de formação docente” (LINS, 2003, p. 14).

O professor do Colégio Visconde de Porto Seguro de São Paulo, José Luiz Pastore Mello, especial para a *Folha de São Paulo*, diz que:

A educação no Brasil de um modo geral vai mal. O estudante deve dar mais atenção em seu estudo à qualidade do que à quantidade. Uma boa reflexão sobre um único exercício pode fixar mais uma idéia do que um olhar superficial sobre dez. (MELLO, Apud. *Folha de São Paulo*, 2002, p. 5)

No anexo 12 o artigo do professor Pastore de Mello encontra-se em sua íntegra.

No suplemento ‘SINAPSE’, da *Folha de São Paulo*, 2003, é dito que lidar com números requer uma capacidade de aprender abstrações. O resultado desse aprendizado é bem concreto. As dúvidas dos alunos em Matemática, não dirimidas nas salas de aula, em geral acompanham o indivíduo pelo resto da vida.

A ignorância tem preço alto estabelecido numa escala crescente de exclusão dos círculos mais privilegiados da sociedade. Sempre se soube que a grande maioria não entende a mais rasteira Matemática. Foi feita uma pesquisa nacional que a *Folha de São Paulo* (2003, p. 9) publicou neste suplemento SINAPSE, no qual o índice dos que declararam ter alguma dificuldade em fazer contas foi de 51%, enquanto que os que declararam ter alguma dificuldade em ler, foi de 38%.

Segundo a pesquisa, apenas 21% dos brasileiros tem pleno domínio das habilidades matemáticas básicas. E, segundo a reportagem, bastava o entrevistado acertar uma regra de três ou demonstrar familiaridade em representações gráficas, como mapas e tabelas, que passava a integrar esses 21%. No anexo 08, é fornecido todo o gráfico do nível brasileiro de alfabetismo funcional em Matemática.

O professor Antonio José Lopes (Apud. *Folha de São Paulo*, 2003, p. 11), autor de livros didáticos de Matemática para o ensino fundamental, diz que em Matemática:

“Nossa situação é um caos estrutural”. O Brasil na Matemática, em comparações internacionais, sempre desponta entre as últimas posições. Para ele, há consenso sobre a causa do problema: a falha na educação. A Matemática na escola não diz nada para o aluno sobre o mundo que o cerca.

Várias críticas são feitas à Matemática moderna que foi considerada por muitos um ensino centrado no cálculo mecânico, carente de significado e construído em degraus estanques, segundo o professor Luis Imenez em uma reportagem da *Folha de São Paulo* (Apud. *Folha de São Paulo*, 2003, p. 10).

O pesquisador Ubiratan D’Ambrósio, na mesma reportagem (Apud. *Folha de São Paulo*, 2003, p. 10) diz sobre a Matemática Moderna: “Não era um movimento intrinsecamente errado, mas foi abortado ainda no seu início, pois ninguém se preocupou em preparar os professores e a sociedade”.

Novamente vimos que não se pensou na formação do professor. Sabemos que, na tradição brasileira, a formação do professor depende sobretudo do livro didático. Esse material de apoio tem sido renovado, mas ainda encontra-se resistência tanto de pais como de professores educados à moda antiga.

A forma tradicional de ensinar Matemática deixou muitas vítimas pelo caminho. Poucas conseguiram reagir, como o artista plástico Antonio Peticov, que repetiu 5 vezes a segunda série do ensino fundamental por não saber Matemática. “Tive um professor que disse no primeiro dia de aula que toda a classe seria reprovada (...) A Matemática tem de ser ensinada docemente senão trava qualquer pessoa”, diz Peticov na mesma reportagem (Apud. *Folha de São Paulo*, 2003, p. 11).

A ironia é que Peticov, ao contrário do que o seu registro escolar sugere, tem especial talento para números: tornou-se famoso internacionalmente por desenvolver uma arte baseada em diversos conceitos matemáticos, como a regra de ouro – um parâmetro de proporcionalidade que foi um paradigma estético da arte clássica. Seu interesse levou-o a integrar o seletivo grupo da Levis Carroll Society, que reúne especialistas em Matemática criativa.

Como Peticov, temos o exemplo do cineasta e arquiteto José Roberto Neffka Sadek, hoje superintendente do Itaú Cultural, que depois de sofrer na mão de professores de Matemática, persistiu em sua paixão e se tornou diretor de um dos projetos mais

premiados do vídeo brasileiro, a série *Arte e Matemática* de 2001 (Apud. *Folha de São Paulo*, 2003, p. 11).

Novas teorias na Matemática abrem portas para o aprendizado, como a etnomatemática que se baseia no respeito às raízes culturais do aluno, mas o grande desafio é fazer essa pesquisa chegar à sala de aula. É o que diz a matemática Célia di Carolino Pires, da SBEM (Sociedade Brasileira para o Ensino da Matemática) (Apud. *Folha de São Paulo*, 2003, p. 12).

Para Maria Ignez Diniz, doutora da USP e diretora do Mathema, um instituto de pesquisa que capacita professores em diversas regiões: “O problema é que esse país é um planeta, e o ensino da Matemática virou uma colcha de retalhos.” (Apud. *Folha de São Paulo*, 2003, p. 12).

Entre formas antigas e novas de ensinar Matemática, o professor muitas vezes fica confuso. Um exemplo típico é a chamada contextualização apregoada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e por grande parte dos educadores modernos.

Muitos acham que contextualizar é encontrar aplicações práticas para a Matemática a qualquer preço. Maria Inez Diniz do Instituto Mathema diz que já foram encontrados alunos que sabiam fazer frações usando pizzas, cebolas, mas não usavam números (Apud. *Folha de São Paulo*, 2003, p. 12). É necessário tomar cuidado, para não só aparecer o contexto e a Matemática desaparecer.

Para Cláudio Possani, que dirigiu a Comissão de Graduação do Instituto de Matemática da USP, a solução está no equilíbrio. “Já erramos por tornar o ensino muito formal, mas agora se contextualiza tanto que se perde a perspectiva do que está sendo ensinado” (Apud. *Folha de São Paulo*, 2003, p. 13).

Vera Masagão, coordenadora geral da ONG *Ação Educativa* (Apud. *Folha de São Paulo*, 2003, p. 13) avalia que o temor em relação à matéria poderia ser reduzido se, nas salas de aula, a Matemática fosse mais associada ao cotidiano dos estudantes.

Numa entrevista para a *Revista Nova Escola*, a consultora de Matemática Kátia Stocco Smole responde que o principal problema que provoca deficiência nos alunos de Matemática “ainda é a forma de ensinar, o uso de estratégias idênticas para crianças diferentes e de materiais pouco instigantes, bem como o excesso de exposição do professor, com pouco espaço para que o aluno pense” (*Revista Nova Escola*, 2002, p. 41).



Ensinar Matemática é como ensinar uma língua estrangeira. Se o aluno não aprende a pensar nesse “idioma”, vai no máximo ler umas poucas frases mas jamais será um “falante”.

Para Smole, a resolução de exercícios repetitivos e mecânicos, a pouca exploração do erro como fonte de aprendizagem e o uso de problemas com respostas únicas, por vezes sem nenhum significado, são alguns dos equívocos e vícios que ainda contribuem para o insucesso.

O certo é que a necessidade de renovação na Matemática é consensual entre os pesquisadores. O surgimento, de tempos em tempos, de novos métodos de ensino é uma tentativa de resposta a essa dificuldade intrínseca de estimular o raciocínio abstrato sem perder o vínculo com o mundo real.

Um interessante artigo de Luiz Barco, intitulado *Dois Mais Dois* (BARCO, 1990, p. 66) traz informações muito criteriosas que resumimos a seguir.

A evolução de um pequeno problema matemático retrata a situação do ensino no Brasil.

Na década de 60, o problema era assim: “Um quilo de feijão é vendido por CR\$ 100,00; qual foi o lucro, sabendo-se que o comerciante pagou  $\frac{4}{5}$  do preço de venda pelo produto?”

Na década de 70, o problema ficou quase igual, somente já era fornecido ao aluno o valor dos  $\frac{4}{5}$  do preço (CR\$ 80,00). Era certo que os alunos não dominavam o conceito de fração.

Após a Matemática Moderna, o problema ficou assim: “Um quilo de feijão é vendido por um conjunto  $V$ . Sabendo-se que a cardinalidade de  $V$  é 100 e o conjunto  $C$  de Cruzeiros que representa o custo do mesmo um quilo de feijão tem cardinalidade  $n(C)=80$ , desenhe 100 pontos representando os elementos do conjunto  $V$ ; represente o conjunto  $C$  como subconjunto do conjunto  $V$ ; represente em vermelho o conjunto dos lucros e calcule a cardinalidade  $n(L)$  do conjunto  $L$  dos lucros da transação.”

Na década de 80, com a onda socializante e multidisciplinar do curso de Matemática, o problema ficou assim: “Um quilo de feijão foi vendido por CR\$ 100,00 por um ganancioso vendedor. Sabendo-se que o explorado homem do campo o havia vendido pelo custo de produção que montava CR\$ 80,00, gerou-se um lucro de CR\$

20,00. Procure no dicionário o significado das palavras grifadas e discuta com seus colegas sobre este modo de enriquecer.”

Da década de 90 até os dias de hoje, não será de estranhar se encontrarmos a seguinte versão do problema: “Um citiante é isplorado por um cumerciante que inriquece 20 mangos cum quilo de feijão. Análise u texto i procuri os erro di contiúdo e di gramática e depois fala u qui ce acha dece modo de levá vantage.”

Luiz Barco, em seu artigo, queria era mostrar que o mal que desfigura a escola tem raízes em toda a sociedade e está longe de ser consequência de regimes políticos ou da ação de ideologias educacionais. Ele concluiu que alunos acabam saindo da escola sem saber Matemática e sem saber Português também.

Não só concordamos com a posição de Luiz Barco, mas também acrescentamos que quem sai da escola com dificuldades na Matemática, passa a não gostar da Matemática para o resto de suas vidas. No anexo 11, Luciano Huck e Bruna Marquezine, da Rede Globo de Televisão comentam não terem grande afinidade com a Matemática. A antipatia pela Matemática tem se tornado lugar comum, a tal ponto da Matemática ser considerada uma das vilãs dos vestibulares, conforme anexos 14 e 15.

### **2.3. Os depoimentos de Alunos e Professores.**

Este item traz os resultados de uma pesquisa de campo feita mediante questionários aplicados a 30 professores e 300 alunos, tanto no ensino fundamental (quinta à oitava série) como médio (primeira à terceira série), das E.E Prof. Antônio Lisboa de SP, e do ensino fundamental da “EMEF Oliva Irene Bayerlein Silva” de São Paulo, durante o ano de 2003 e 2004. Foi dada preferência a esses segmentos de alunos porque é nessa faixa etária que os professores das escolas apontaram as grandes dificuldades no ensino-aprendizagem da Matemática.

Conforme dissemos na introdução, após um diálogo com os alunos sobre “Matemática, seus encantos, suas dificuldades” foi proposto por mim e demais professores de Matemática da escola, que os alunos respondessem a um questionário cujo modelo segue no anexo 17.

Para os professores dessas escolas foi pedido durante reuniões do departamento de Matemática, que respondessem a outro questionário, cujo modelo segue no anexo 18. Por razões éticas os nomes dos depoentes aparecem apenas designados pelas letras iniciais.

### **2.3.1. As dificuldades apontadas pelos professores**

Na aplicação dos questionários que não foi seletiva, mas abrangeu o universo dos 30 professores que integram o departamento das ciências exatas das duas escolas, foi constatado que os professores estão empenhados em fazer com que através de suas aulas, os alunos de algum modo, possam ser diferentes do que eram antes. Querem que os alunos se tornem pessoas modificadas tanto em conhecimento, como em atitudes, crenças e habilidades. Porém, afirmaram que a escola dá pouco espaço para o aluno pensar.

Pelos depoimentos dos professores podemos verificar quais as maiores dificuldades que os alunos encontram nas aulas de Matemática.

#### **a) falta de base**

Os alunos não entendem Matemática porque não possuem a base dos anos anteriores. São fracos e ficam desmotivados nas aulas de Matemática. (Prof. R. B.)

Às vezes sinto que os alunos entendem o que expliquei naquela aula, mas não sabem resolver pois lhes falta a Matemática dos anos anteriores (Prof. L. B.)

A falta de base dos anos anteriores gera a desmotivação, mas existem fatos como o que aconteceu no ano de 2003 com alunos do Ensino Médio da “ E. E. Prof. Antônio Lisboa”, onde o professor de Matemática não pôde estar presente durante um mês nestas séries, e os alunos, após alguns dias de aula com o professor substituto, resolveram que

não entrariam mais nas aulas de Matemática. Alunos considerados bons alunos em Matemática, sem nenhum problema de base dos anos anteriores, alegaram na direção da escola estarem desmotivados. Aulas paradas, não criativas, falta de habilidade do novo professor no relacionamento com os alunos foi motivo de decisão das turmas de não quererem mais aulas de Matemática e, como consequência, não entenderem a matéria e desgostarem dela. E estávamos novamente diante de alunos que evitavam as aulas de Matemática e com isto o desempenho na matéria só iria piorar. Faltou o diálogo entre os alunos e o professor substituto.

Com mais de 20 anos lecionando Matemática para todas as séries do Ensino Fundamental e Médio, o Prof. C. M. aponta a dificuldade na leitura, na interpretação e a falta de base com que os alunos são promovidos de uma série para outra, não dominando as operações fundamentais, como os pontos fracos de seus alunos de Matemática. Novamente, a falta de base e a dificuldade que o aluno tem para interpretar o que foi pedido, são considerados os pontos fracos em Matemática.

Esta dificuldade que o aluno de Matemática tem para interpretar o que foi pedido é levada para o âmbito do aluno ter dificuldade para redigir um texto. Isto presenciei no Instituto Mackenzie, onde eu fazia uma especialização em dezembro de 2003. No quadro de avisos da faculdade, havia um cartaz convidando os alunos para participarem do Prêmio Biblioteca Mário de Andrade de Literatura. Os alunos completaram a frase final do cartaz: “Se você tem mesmo talento para escrever participe. E se não tiver, paciência, faz (sic) Matemática”. Ficou evidente que os alunos colocam aquele que faz Matemática como aquele que não gosta de escrever. No anexo 10, temos o cartaz acima citado.

O prof. A. L. R., também aponta a falta de base de seus alunos, os quais passaram a não se interessar mais pelas aulas. Esse professor ainda chama a atenção para os alunos que decoram as fórmulas e não as entendem, sendo que o passo seguinte é dos alunos não gostarem mais das aulas da Matemática.

Os alunos que decoram fórmulas de Matemática não as entendem. É necessário verificar o porquê não entendem. O ensino da Matemática requer um relacionamento muito bom entre professor e aluno para que seja exitoso.

### **b) carência lingüística e pouca criatividade**

A professora S. A. diz que seus alunos têm dificuldades para traduzir da linguagem comum para a linguagem matemática.

As maiores dificuldades assinaladas pelo Prof. J. C. são que seus alunos não conseguem interpretar as situações de lógica que lhes são apresentadas. A maioria, segundo o professor, só consegue desenvolver o problema se lhes for dito quais operações matemáticas deve usar.

Prof. R. E., lecionando 20 anos Matemática em escolas do Município de São Paulo, afirma categoricamente que é na linguagem que seus alunos depositam dificuldades no entendimento da Matemática.

O que sentimos é que os alunos carecem de autonomia e criatividade. Precisam do professor a cada passo do problema imposto e não possuem criatividade para uma saída.

### **c) pouca capacidade de abstração**

Prof. H. R. coloca a falta de habilidade em trabalhar com conceitos abstratos; incapacidade de associar e estabelecer relações de equivalências e semelhanças, como as maiores dificuldades encontradas por seus alunos.

### **d) a distância com relação à vivência**

M. H. C., professora de Matemática, e atualmente exercendo as funções de coordenadora pedagógica da rede Municipal de Ensino do Estado de São Paulo, coloca como dificuldade dos seus alunos, não saberem aplicar conceitos às vivências diárias. Segundo ela, os alunos de Matemática perguntam incessantemente:

-... “para que vou usar isto na vida?”.

-... “não preciso disto, pois vou ser médico!”.

Prof. C. S. colocou a frase que ouviu numa de suas aulas:

(...) “Nunca vi ninguém usar equação de segundo grau para nada. Eu vou ser dono da borracharia do meu pai, para que quero equação?”.

#### **e) a atitude evitante**

Prof. R. B. evidencia como grande dificuldade, em suas aulas de exatas, os alunos que têm tendência de evitar contato com os conteúdos matemáticos.

Segundo ele, são os chamados “alunos evitantes”. O registro de um aluno do professor, com relação às suas aulas de exatas, nos mostrou o seguinte:

- na segunda-feira o aluno tentou convencer seu coordenador para que fosse dispensado de Matemática.

- foi reprovado em três dos quatro testes de Matemática a que se submeteu na última quinzena.

- na quarta-feira foi conversar com o diretor da escola sobre a possibilidade de cancelar sua matrícula.

- segunda-feira e quarta-feira ele se atrasou para as aulas de Matemática, sendo que na sexta-feira esteve ausente.

- uma conversa com o professor do ano anterior revelou que o aluno não possuía os pré-requisitos necessários para cursar Matemática e que o aluno sempre dizia que a Matemática não tinha uma explicação prática. O professor do ano anterior tinha certeza que o aluno estudava Matemática muito pouco.

- em conversa com o estudante ficou evidenciado que ele já se convencera de que não tinha aptidões para Matemática, que não conseguia aprender nada sobre a disciplina, que nunca precisaria de Matemática e que ficaria muito contente se nunca mais ouvisse falar em Matemática.

Segundo este mesmo professor, uma vez que o aluno verbaliza a convicção de que é incapaz de aprender Matemática, é difícil conseguir convencê-lo do contrário. Cada conteúdo evitado pelo aluno constitui a perda de instrumentos e habilidades com os quais ele tornaria mais fácil sua jornada no mundo da Matemática.

Eu mesma tenho alunos que dizem: - desculpe, eu nem lembrei que era a aula da senhora, senão teria vindo. Por vezes, fazem que não me vêem na escola, pois não

querem ficar na aula. Quando desenvolvo outra atividade, como por exemplo com o grêmio, são estes alunos que primeiro aparecem e conversam comigo, ao contrário do que acontece se estou como professora dentro de uma sala de aula. São alunos que fazem tudo para evitar a Matemática.

### **2.3.2. O que dizem os alunos**

Vários depoimentos de alunos foram coletados e selecionados de acordo com as dificuldades por eles apontadas. Por razões éticas, não citaremos os nomes dos informantes, mas apenas as iniciais. As respostas completas aos questionários encontram-se no arquivo que segue junto ao trabalho.

#### **a) Dificuldades relativas à interação com o professor:**

Não gosto de Matemática, porque na aula ficava de castigo quando tirava nota baixa. (T. M., 15 anos)

O professor gritava comigo, quando eu dizia que não entendia. Passei a deixar de lado a professora e sua aula de Matemática: odiei a Matemática!. (C. M., 14 anos)

Fui chamado de ‘burro’ na sala, porque não sabia fazer contas. (P. A., 15 anos)

Tiro nota baixa em Matemática , porque a professora não gosta de mim. (A. A., 15 anos)

A professora briga só comigo, em Matemática. (T. S., 13 anos)

Vemos, nesses casos, a falta de diálogo e a falta de habilidade do professor em lidar com o aluno, pois é sabido que nada conseguirá este professor se usar de agressividade.

Bastante interessante é o depoimento destes três alunos que hoje fazem o Ensino Médio na E. E. Prof. Antônio Lisboa, após terem deixado de estudar por bons anos.

Quando eu estava na oitava série, tive dificuldades ainda maiores na Matemática porque minha professora não tinha muita paciência para me explicar o que eu não entendia. Um dia levantei-me da carteira e fui até a mesa dela, depois de ela ter me explicado duas vezes a mesma coisa, disse que não explicaria mais nada, pois eu nunca entendia nada; mandou sair de perto dela falando alto e nervosa. Todos da classe escutaram e alguns riram, isto para mim foi constrangedor. No dia da minha formatura, estava muito feliz mas na hora da entrega do diploma, por ironia, a escolhida para entregar o meu diploma foi a professora de Matemática. Depois daquele episódio, tive dificuldades ainda maiores de raciocínio, me recusando e fugindo de fazer cálculos. (L. F. L.)

Eu estudava no colégio Santo Antônio do Pari, na quarta série. Numa das aulas de Matemática a professora me mandou à lousa para dividir 10 por 1 (10/1). Era algo muito óbvio, mas eu envergonhada, nervosa, não conseguia raciocinar. Ela brigou comigo, disse que eu não prestava atenção nas aulas e que eu era uma “burra”. Também proibiu os alunos de me ajudarem, ameaçando-os com pontos negativos se desobedecessem. Eu depois disso fiquei com muita insegurança na Matemática. (S. M.)

Quando eu tinha 6 ou 7 anos de idade, e freqüentava a primeira série do primeiro grau, eu tinha uma professora que em uma certa ocasião me deferia alguns soquinhos (CROCK) na cabeça só porque eu tinha dificuldades para aprender uma determinada matéria de Matemática. Depois desse dia eu passei a não gostar de Matemática, passei a ter



medo de pedir explicações quando não entendia. E desde esse dia até hoje, eu nunca mais fui bem em Matemática. (F. L.)

Do primeiro depoimento, vemos o quanto o despreparo emocional da professora prejudicou a aluna. Essa aluna passou por algum tempo após essa experiência sem perguntar nada nas aulas de Matemática, mesmo estando em outra escola, com outros colegas de classe e com outra professora de Matemática. Somente quando estava na terceira série do Ensino Médio, no ano de 2003, conseguiu se soltar mais e ter um rendimento razoável na Matemática.

Do segundo e do terceiro depoimento vemos que a agressividade dos professores gerou pavor nos alunos. Os alunos passaram não só a ter medo do professor agressivo, mas levaram esta insegurança para todas as aulas de Matemática que teriam dali para adiante.

Essas dificuldades fazem lembrar como é importante dar atenção aos fatores emocionais no ensino da Matemática seguindo as indicações da Biologia do Conhecer.

#### **b) Dificuldades oriundas da personalidade do aluno**

Fico nervoso quando resolvo contas de matemática nas provas fico com um “branco” e acabo não acertando nada”. (M. G., 15 anos)

Fico muito nervoso na prova de Matemática. Sempre tiro nota baixa, mesmo que eu saiba toda a matéria em aula. (L. P., 14 anos)

Me dá um “branco”. Não gosto de ir a lousa. Em casa eu sei fazer as contas. (R. C., 15 anos)

Nestes depoimentos, sentimos os alunos com problemas emocionais. No segundo depoimento a emoção do aluno chega a ser descontrolada. Ele está convicto que tirará nota baixa, mesmo que saiba toda a matéria de Matemática.

Não sou competente em Matemática. (F. M., 14 anos)

Sou um menino triste. Nunca ninguém viu que eu desenhava bem. Só sabiam dizer que eu tirava notas baixas em Matemática. Era horrível. (M. S., 14 anos)

Eu me sinto muito pequeno, muito lento, muito incapaz quando estou numa aula de Matemática e vejo o quanto o professor sabe e o quanto gostaria que eu soubesse. (T. B., 15 anos)

Estou tão triste, não sei fazer nada, não entendo nada. Não consigo entender as matérias, meu Deus, porque me fizeste tão burra? A professora de Matemática está tão feliz que todos entenderam, menos eu. Me dá até um aperto no coração, por eu ser tão burra, não entender nada?. (Transcrito do caderno de uma aluna, 14 anos, estudante da E.E.Prof. Antonio Lisboa)

Nesses depoimentos, notamos o quanto a auto-estima dos alunos está baixa. O quanto os incomoda não compreenderem Matemática.

Este último depoimento chega a ser extremamente preocupante, pois criou um intenso auto-desprezo. Por vezes o aluno vê-se muito diminuído e isto gera um grande desconforto como vemos neste depoimento.

Senti uma flechada no meu peito, quando o professor de Matemática me falou ser indiferente se eu compareço ou falto em sua aula, visto eu nunca saber nada mesmo de Matemática. (G. A., 15 anos)

A aversão à Matemática chega inclusive a provocar reflexos físicos nos alunos, que os incomodam muito, como suor nas mãos, vontade de chorar, conforme notamos nos depoimentos seguintes:

Minhas mãos ficam molhadas de suor e tenho vontade de chorar. Odeio isto, pois me “acabo” de estudar em Matemática. (D. G., 14 anos)

Eu quero uma escola sem Matemática. Eu quero ser feliz. (V. M., 13 anos)

### **c) Dificuldades na interação com os outros alunos**

Nos depoimentos, vemos que alunos chegam a ter repulsa pela Matemática, por eles serem alvo de comparação com outros alunos. A competição, neste caso, não pode ser sadia, pois gera exclusão ou ego reprimido.

Eu não gosto da aula de Matemática, quando sou comparada com outro. Não gosto de competir com ninguém. Não sou melhor, nem pior, sou eu mesma naquele momento. (F. A. M., 14 anos)

Não gosto de Matemática porque meus amigos de sala zombam quando vou à lousa. Dizem que sou lento para fazer contas. (L. M., 15 anos)

Quando a professora faz joguinho de Matemática, ninguém me quer na equipe, pois eu nunca acerto. Não gosto de Matemática. (T. G., 13 anos)

### **d) Dificuldades na interação com os pais**

Nestes depoimentos, vemos o quanto a incompetência dos pais, fazendo comparações entre filhos, com si próprios, humilha os filhos. As imposições familiares

fazem com que os filhos não gostem de Matemática, quando forçados a serem iguais aos pais engenheiros, arquitetos, técnicos em computação.

No fundo, também é uma competição, e os alunos demonstram em sala de aula que não gostam, que não é sadia.

Minha mãe gosta de me mostrar a nota de Matemática da minha irmã caçula. Eu sei que a nota dela é melhor que a minha, assim me sinto humilhada. (L. B., 13 anos).

Meu pai é engenheiro e briga comigo se eu não tiro nota boa em Matemática. Não suporto Matemática. (R. C., 15 anos)

Meu pai briga muito comigo, quando erro nas contas. Eu fico triste, porque aí ele me ignora. (C. D., 15 anos).

#### **e) Dificuldades relativas ao próprio conteúdo e metodologia**

Alguns depoimentos dos alunos:

Fico desmotivada na Matemática, pois é uma aula cansativa, chata, sem criatividade, onde parece que eu faço todos os dias a mesma coisa, durante anos, nos mesmos locais. Parece não ter vida a aula de Matemática. (E. B., 15 anos)

Não gosto de Matemática. Gosto de aulas “bem humoradas”. Fico chateado quando saio da aula de Matemática e não entendi nada. (S. S., 14 anos)

Não gosto de Matemática, eu a odeio. A Matemática sempre me perseguiu. Para mim a Matemática não existe, é só uma questão

filosófica que ninguém ainda soube responder. Todos tentam, mas sempre há um número a mais. (B. P., 15 anos)

Matemática é uma aula repetitiva. Parece que sempre estou na mesma aula. (G. R. B., 13 anos)

Aquelas contas enormes! Para que preciso disto?. (P. R., 15 anos)

Após um olhar sobre o ensino tradicional da Matemática e suas tentativas de superação, vemos que, embora o governo brasileiro tome iniciativas para melhorar a educação Matemática, ainda muito há para ser feito, como uma maior contextualização, um maior entrosamento entre teoria e prática no próprio processo de aprendizagem.

Foram apontados pontos críticos na educação Matemática pelo professor Ubiratan D'Ambrósio como a Reprovação Intolerável, Programas Obsoletos e Terminalidade Discriminatória.

O mau desempenho dos alunos brasileiros na Matemática e o despreparo dos professores também foram pontos abordados neste capítulo. Nos anexos 02 e 04 vemos que alunos do Brasil na faixa etária dos 15 anos, em uma lista de quarenta e um países, conseguiram o penúltimo lugar no desempenho em Matemática, somente melhores que os alunos do Peru. Isto não é nada motivante.

A falta de professores de Matemática foi atrelada ao baixo salário do professor.

Vários depoimentos de professores e também depoimentos de alunos nos mostram que o ensino da Matemática requer um bom relacionamento entre professor e aluno.

A Matemática não deveria deixar os alunos assustados. Afinal a Matemática faz parte da vida de todas as pessoas, e o conhecimento matemático é um instrumento para a compreensão do mundo.

Finalizando este capítulo, faz-se necessário ligar os vários problemas que apontamos decorrentes do ensino tradicional da Matemática com o eixo teórico da nossa pesquisa, os princípios biológicos do conhecimento propostos por Maturana e Varela.

No início do capítulo, a leitura de alguns especialistas apontou o caráter autoritário do ensino da Matemática e consequente mal-estar que isso provoca nos alunos, causando repulsa e até ódio pela matéria ou, pelo menos, um fraco desempenho. Daí a escassez de bons professores nessa área. Também foram apontados o hermetismo, a falta de relacionamento da disciplina com a vida.

Se perguntássemos aos nossos biólogos Maturana e Varela por que isso acontece, diriam eles, com Lins (2003, p.14) que a culpa não recai no professor, “mas no modelo da formação docente” e concordariam com Kátia Smole (*Revista Nova Escola*, 2002, p.41) que o problema está na forma de ensinar, no uso de estratégias idênticas para crianças diferentes, em lançar mão de materiais pouco instigantes, no excesso de exposição do professor que deixa pouco espaço para que o aluno pense, em não explorar o erro, e no unidimensionalismo das respostas.

Renovar o ensino da Matemática é um consenso geral. E a Biologia do Conhecer, segundo o caminho percorrido pelos nossos teóricos, indica que essa renovação será proveitosa se o ensino da matéria levar em conta o que é preciso conhecer, inserindo-o no processo biológico. O autoritarismo poderia deixar de existir se o ensino da Matemática renunciasse aos “pontos de referência fixos e absolutos”. A adoção do fundamento biológico poderia levar o professor de Matemática a ensinar a matéria como um instrumento de geração de nós mesmos (autopoiese) e da criação de um mundo a ser produzido com os outros, mesclando regularidade e mutabilidade, solidez e mobilidade, conhecimentos adquiridos e invenção criativa de novas possibilidades.

A falta de base, a carência lingüística, a pouca capacidade de abstração, a distância com relação a vivência, a atitude evitante apontada pelos professores; as dificuldades apontadas pelos alunos: ausência de interação com os professores, com os colegas e com os pais, os entraves oriundos da personalidade dos alunos (problemas emocionais e seus reflexos físicos), o conteúdo desmotivante, cansativo, repetitivo da disciplina, tudo isso suscita a mesma pergunta: por que isso estaria acontecendo? Se analisarmos esses problemas à luz da Biologia do Conhecer vários fatores poderiam ser apontados.

Uma radiografia sumária, a partir da Árvore do Conhecimento, indicaria que a ausência de inserir o ensino da Matemática no ângulo dos processos vitais vem provocando a esterilidade do conhecimento, a sua prática desencarnada e as conseqüências negativas apontadas na pesquisa. Faz-se necessária uma abertura da Matemática para o processo biológico do conhecimento, pois a busca do conhecer como conhecemos nos faz encontrar com o nosso próprio ser, com a nossa linguagem, com a nossa corporeidade, com as nossas emoções, e com a principal delas, que é o amor. Talvez essas ausências estariam na base das dificuldades que acompanham o ensino tradicional da Matemática.

Haveria possibilidade de serem superadas? É a pergunta do nosso próximo capítulo.

### **Capítulo III:- Os princípios da Biologia do Conhecimento e o ensino – aprendizagem da Matemática.**

Neste capítulo, pretendemos relacionar os princípios da Biologia do Conhecer com o ensino da Matemática a partir dos dados recolhidos no primeiro e no segundo capítulo. O sujeito cognitivo costuma ser investigado a partir de estruturas abstratas, independentemente da dinâmica biológica e social. Com a proposta de Maturana e Varela, na Biologia do Conhecer, o sujeito cognitivo é investigado a partir de suas raízes biológicas. Veremos como *A Árvore do Conhecimento* pode proporcionar, seja ao professor, seja ao aluno, um ensino e uma aprendizagem proveitosa da Matemática.

#### **3.1. Conhecer como conhecemos é essencial para o bom ensino da Matemática**

A necessidade de uma reflexão sobre o processo do conhecimento é essencial para um ensino proveitoso da Matemática. Maturana e Varela mostram que a reflexão:

(...) é um processo de conhecer como conhecemos, um ato de nos voltarmos sobre nós mesmos, a única oportunidade que temos de descobrir nossas cegueiras e de reconhecer que as certezas e os conhecimentos dos outros são, respectivamente, tão nebulosos e tênues quanto os nossos. (MATURANA e VARELA, 1995, p. 67)

Conhecer como se conhece, em geral, tem como centro a ação e não a reflexão e é por isso que nossa vida pessoal é considerada cega a si mesma. Mas não é compreensível não saber como se forma nosso mundo de experiências. Não podemos pretender que um olho veja a si mesmo, mas é preciso fazer uma volta para nós mesmos e ver as nossas cegueiras e saber que também na Matemática há nebulosidades.

As nebulosidades da Matemática ocorrem desde muito cedo, em nosso contato com os números. Vemos que há situações em que a exatidão, que existe concretamente no nível das grandezas, não encontra correspondência em sua representação numérica.



Por exemplo, se temos 1m de fita para repartir em 3 partes idênticas. Acharemos tecnicamente as 3 partes. No entanto, a divisão de 1 por 3 dará como resultado 0,33... para comprimento de cada parte. A soma das 3 partes dará 0,99... um número estranho que nos parece 1, mas não é 1.

No jornal *Folha de São Paulo*, na seção “Folha Ciência”, foi lançado semelhante problema: “Se tenho uma fita de 1000 milímetros e a divido em 3 partes, consigo juntá-las e obter a fita original. No entanto, se divido 1000 por três, obtenho 333,3... e juntando as 3 partes, não resulta 1000, mas 999,9...”. (*Folha de São Paulo*, 1987, p. 7)

Em seguida foi feita a seguinte pergunta:

-Se a Matemática é uma ciência exata, porque ela não consegue exprimir uma divisão materialmente possível?

A resposta dada pelo matemático da *Folha de São Paulo* foi que, 999,9... seria um número representado por uma quantidade infinita de decimais.

Vejamos:

$$S1 = 999,9$$

$$S2 = 999,99$$

$$S3 = 999,999$$

$$S_n = 999,9...9 \text{ (“n” nove após a vírgula).}$$

Por definição 999,999... (infinitos nove) é o menor número que é maior que “ $S_n$ ” (soma) para todo “n”. Prova-se que 1000 satisfaz a definição. Logo, a soma das três partes é 1000.

Vemos que tanto quem procura negar como quem busca justificar a Matemática como exata e sem nebulosidades, se vê diante de diferentes interpretações dos termos envolvidos: enquanto alguns acreditam que resultados aproximados são inexatos, outros consideram que uma seqüência que se aproxima indefinidamente de seu limite converge exatamente para ele, sem deixar nenhuma nebulosidade.

A resposta do matemático da *Folha de S. Paulo* não consegue convencer, dando margem às diferentes interpretações. Isso nos faz lembrar o diálogo relatado por Vygotsky (1979, p. 185) entre três surdos, que aqui transcrevemos:

Dois surdos são julgados por um juiz surdo.

-“Este roubou-me a minha vaca”, um deles diz.

-“Alto aí, essa terra, o segundo replica, sempre foi do meu pai e comigo é que fica!”.

E o juiz:

-“Mas que vergonha tanta briga! A culpa não é nossa, é da rapariga!”.

Quando vamos estudar os números irracionais e queremos a representação decimal de tais números vemos que ela é infinita e sua única via de acesso são aproximações sucessivas através de números decimais.

Por definição número irracional é todo número cuja representação decimal é sempre infinita sem ser periódica. (Cf. GIOVANNI José Ruy, CASTRUCCI Benedito, GIOVANNI Junior, 1994, p. 10).

Ex:

$$\sqrt{2} = 1,4142135...$$

$$\sqrt{2} = 1,7320508...$$

Observem-se as seguintes retas:

---

-2    -3/2    -1    0    1/3    1/2    3/4    1    5/3    2

Na reta racional acima, vemos que:

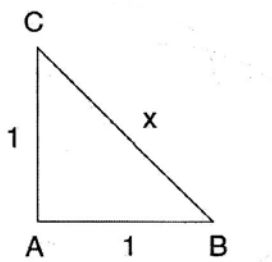
a) entre dois números naturais nem sempre existe um outro número natural (repare que entre os naturais 1 e 2 não existe nenhum número natural).

b) Entre dois números inteiros nem sempre existe um outro número inteiro. (Repare que entre is inteiros -2 e -1 não existe nenhum inteiro).

c) Entre dois números racionais sempre vai existir um outro número racional, pois entre  $1/3$  e  $3/4$  existe  $1/2$ .

Esse processo continua indefinidamente, ou seja, entre dois números racionais há infinitos números irracionais; este fato parece sugerir, erroneamente, que os números racionais preenchem totalmente a reta numérica. Veremos, porém, que existem pontos da reta que não correspondem a nenhum número racional.

Por exemplo, seja um triângulo retângulo isósceles com catetos que medem 1 unidade de comprimento.



Pelo teorema de Pitágoras, calculamos a medida “x” da hipotenusa.

$$X^2 = 1^2 + 1^2$$

$$X^2 = 2$$

$$X = \sqrt{2}$$

Para calcular  $\sqrt{2}$  na forma decimal vamos observar que 2 está entre os quadrados perfeitos 1 e 4.

Portanto:

$$\sqrt{2} \text{ está entre } 1 \text{ e } 2$$

Daí temos:  $(1,1)^2 = 1,21$

$$(1,2)^2 = 1,44$$

$$(1,3)^2 = 1,69$$

$$(1,4)^2 = 1,96$$

$$(1,5)^2 = 2,25$$

$$\sqrt{2} \text{ está entre } 1,4 \text{ e } 1,5$$

$$(1,41)^2 = 1,9881$$

$$(1,42)^2 = 2,0164$$

$$\sqrt{2} \text{ está entre } 1,41 \text{ e } 1,42$$

$$(1,411)^2 = 1,990921$$

$$(1,412)^2 = 1,993744$$

$$(1,413)^2 = 1,996569$$

$$(1,414)^2 = 1,999396 \quad \sqrt{2} \text{ está entre } 1,414 \text{ e } 1,415$$

$$(1,415)^2 = 2,002225$$

Iremos ver que  $\sqrt{2} = 1,4142135623...$

Portanto a representação decimal do número  $\sqrt{2}$  é infinita, sem ser periódica.

Um número irracional muito conhecido é o número  $\pi$  (PI).

O número  $\pi$  é a divisão do comprimento da circunferência pela metade do diâmetro, e seu valor, cuja representação decimal é infinita e não periódica é chamada de

$$\pi = 3,141592653589793238462643383279...$$

Para efeito de cálculo utilizamos um valor aproximado  $\pi = 3,14$ . Verifique quanta falta de exatidão.

Os gregos, por muitos anos, não aceitaram os números irracionais, pois queriam precisos resultados matemáticos.

Nós sabemos que a quase totalidade dos números reais existentes é constituída por números irracionais e, infelizmente, o homem, ao longo de sua vida, tem contato com uns poucos números irracionais. Apenas esse fato já determina que a Matemática não é exata e tem muitas nebulosidades.

Os matemáticos gregos da antiguidade evitavam o “infinito” por entender que ele era permanente fonte de dificuldades lógicas, portanto repleto de nebulosidades.

José Luiz Pastore Mello no artigo “Reflexões sobre o Infinito”, especial para o caderno da *Folha de São Paulo*, intitulado “FOVEST” de 3/10/02, lançou uma pergunta para os leitores: Qual o resultado da soma:  $[2+1+0,5+0,25+0,125+...]$ . Uma das respostas foi: IMPOSSÍVEL. Uma outra resposta veio através da observação que a progressão dos termos é geométrica de razão 0,5. Segundo a fórmula da soma da progressão geométrica infinita, basta dividir o 1º termo da seqüência pela diferença entre 1 e a razão, ou seja  $2/(1-0,5)$  que seria 4. Afinal, qual seria o resultado certo; impossível ou o 4?

Várias opiniões foram dadas à respeito destas nebulosidades da Matemática.

Einstein, assim se referiu à Matemática:

Na medida em que as leis matemáticas referem-se à realidade, elas não são exatas e na medida em que são exatas, elas não se referem à realidade. (EINSTEIN, A, Apud. MACHADO, Nilson José, 1990, p.32).

Bertrand Russel, em 1901 assim se pronunciou:

Matemática é um assunto em que ninguém sabe do que está falando, nem se o que está dizendo é verdade. (MACHADO, Nilson José, 1990, p. 35).

Se o professor de Matemática procurar seguir o princípio de que é preciso conhecer como conhecemos, perceberá as nebulosidades da própria Matemática e tomará a atitude de humildade ao ensinar e ao respeitar as nebulosidades dos seus alunos. Desta maneira deixará de considerar a Matemática uma área de conhecimento pronta e que serve de modelo para outras ciências, dada por um professor que domina o conhecimento e o transmite a um aluno que é obrigado a moldar-se à autoridade da “perfeição científica”. Com essa mudança de atitude, talvez não tenhamos mais alunos que tristemente concluem serem menos inteligentes por não terem notas boas em Matemática. E também não teríamos os alunos “super-inteligentes”, considerados tais só por terem boas notas em Matemática, como se notas boas em Matemática fossem privilégio de mentes especiais.

Na pesquisa com alunos com dificuldades nas aulas de Matemática, que consta no capítulo II, um aluno assim se expressou: “Eu me sinto muito pequeno, muito lento, muito incapaz, quando estou numa aula de Matemática e vejo o quanto o professor sabe e o quanto gostaria que eu soubesse!”. É necessário de maneira cada vez com maior intensidade que o professor saiba evitar o sofrimento dos alunos.

Ao observar os depoimentos dos alunos no anexo 03, verifica-se o quanto eles sofrem com a Matemática, chamando-a de “bicho-de-sete-cabeças”. Quando foi feito o Programa Escola-Irmã, um programa do governo federal brasileiro que visa a um maior entrosamento entre as escolas, ao serem enumerados os medos dos alunos, um dos lembrados foi o medo da prova de Matemática, conforme vemos no anexo 09.

### **3.2. Autopoiese é fundamental no ensino-aprendizagem da Matemática**

No capítulo primeiro, vimos a relevância da organização dos seres vivos e da autopoiese para a educação. Dando um passo além queremos mostrar como a autopoiese pode ajudar mestres e alunos no desempenho do ensino-aprendizagem da Matemática.

Enquanto organismo vivo, somos um sistema perceptivo e cognitivo. Somos criadores e transformadores do nosso próprio mundo interno.

O fenômeno do conhecer não pode ser equiparado à existência de fatos ou objetos lá fora, que podemos captar e armazenar na cabeça. A experiência de qualquer “coisa lá fora” é validada de modo especial pela estrutura humana, que torna possível “a coisa que surge na descrição”.

Tal encadeamento entre ação e experiência, tal inseparabilidade entre ser de uma maneira particular e como o mundo nos parece ser, indica que “*todo ato de conhecer produz um mundo*”. (MATURANA e VARELA, 1995, p. 68). E ao conhecer, produzimos o mundo na medida em que nos produzimos (autopoiese).

Werner Heisenberg, físico alemão que instituiu o famoso princípio da incerteza escreveu: “O que observamos não é a natureza em si, mas a natureza exposta ao nosso método de indagação” (*Folha de São Paulo*, Suplemento Fovest, 2002, p. especial 2).

Essa observação faz compreender, por exemplo, explicações contrastantes sobre a natureza da luz. Em 1800, Thomas Young, médico e físico inglês, constatou, através de um singular experimento, que a luz solar, ao atravessar fendas bem finas, podia sofrer interferência (fenômeno típico dos movimentos ondulatórios). Young, com a experiência da dupla fenda, estabeleceu de maneira praticamente definitiva, que a luz tinha propriedades de *ondas*.

Albert Einstein, ao explicar o efeito fotoelétrico, que consiste em fazer saltar elétrons de alguns metais, por meio da incidência de luz ultravioleta, sugeriu que um raio

de luz seria análogo a uma rajada de balas, em que os projéteis de “partículas mínimas de luz ” chamadas fótons ao se chocarem com os elétrons do metal, faziam-nos saltar. Esse fenômeno não é explicado pela teoria ondulatória da luz. A energia com que esses fótons “arrancavam” os elétrons era proporcional à frequência da luz incidente, sendo maior para a luz violeta e menor para a luz vermelha.

O que podemos concluir é que Young e Einstein explicaram de forma diferente a natureza da luz e ambos estavam corretos. Dessa forma, dependendo do experimento que o observador realiza, a luz pode se manifestar em *ondas ou partículas*.

Podemos até concluir, segundo Tarso Paulo Rodrigues (*Folha de São Paulo*, Suplemento Fovest, 2002, p. especial 2), que “as propriedades ondulatórias ou corpusculares da luz dependem da nossa interação com ela”.

Se Maturana e Varela já dizem que todo conhecer produz um mundo, o que podemos concluir é que Einstein com seu conhecimento produziu seu mundo e com sua experiência deduziu que a luz se manifesta através de partículas. (Era Einstein o observador). Young a seu modo, com sua experiência, deduziu que a luz se manifestava através de ondas. (Era Young o observador).

Em Matemática também observamos isto. O professor necessita ter preparo e sensibilidade para tratar seus alunos tendo presente que ambos aprendem a partir do seu mundo e produzem um mundo aprendendo.

Num teste<sup>7</sup> que dei a uma turma de alunos meus, pedi que resolvessem da maneira mais lógica o conhecido problema do “velho e o rio”.

Um velho devia fazer passar de uma para a outra margem de um rio: um cachorro, uma galinha e um maço de couves. Ele só conseguiu encontrar uma embarcação que comportava ele próprio e um dos seus pertences. O velho logo percebeu que não podia deixar sozinhos, numa margem do rio, o cachorro e a galinha. Nem a galinha e o maço de couves. Como poderia o velho atravessar pelo rio os seus pertences?.

---

<sup>7</sup> Nessa dissertação tenho recorrido muitas vezes às minhas experiências em sala de aula, porque esse trabalho tem sido para mim um grande aprendizado no sentido de buscar aplicar na minha prática os princípios da Biologia do Conhecer.

O aluno A respondeu o que se considerava mais lógico:

Primeiro ele leva a galinha, volta, e pega a couve. Quando ele for voltar para pegar o cachorro que ficou na primeira margem, ele pega novamente a galinha da segunda margem e volta com ela para a primeira margem deixando-a lá. Pega o cachorro e o leva para a segunda margem, e por último volta para a primeira margem para pegar a galinha. Assim todos estariam na segunda margem.

O aluno B respondeu da seguinte maneira:

O velho deveria fazer um assado da galinha e como acompanhamento picar a couve. Junto com o cachorro, o prato seria saboreado. Depois os dois, tendo a galinha e a couve guardado em segurança nos estômagos, atravessariam livremente o rio. Assim os 4 estariam na outra margem.

Segundo o aluno foi pedido somente que os pertences deveriam atravessar o rio sem especificar se cozidos, vivos ou mortos. Considerei as duas respostas certas. Nas duas, havia lógica. Ambos resolveram o problema de forma diferente, mas há coerência em ambas as respostas. Cada aprendente constrói a realidade a partir do seu mundo.

Um problema, em geral, possui diversos caminhos para que se chegue à solução.

Lembro de um problema que resolvi com meus alunos da 2º série do Ensino Médio.

O enunciado era o seguinte: Como é possível retirar de um rio exatamente 6 litros de água dispondo apenas, para medir a água, de dois recipientes: um com 4 litros e outro com 9 litros de capacidade?”.

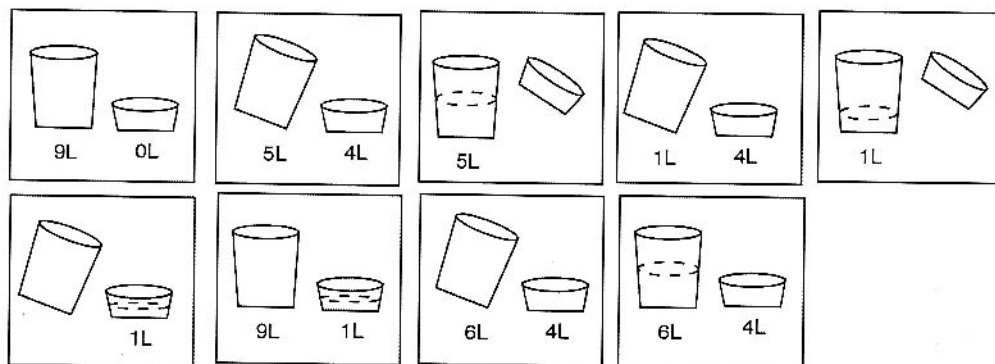
(Como os recipientes não são marcados, não há condição de colocar água até a metade).

Um aluno deu a seguinte solução para o problema:



- 1) Enchemos o vasilhame maior.
- 2) Derramamos o conteúdo do vasilhame maior no menor, até completá-lo.
- 3) Devolvemos ao rio a água do vasilhame menor, esvaziando-o.
- 4) Voltamos a derramar o conteúdo do vasilhame maior no menor, até completá-lo. Resta 1 litro de água no vasilhame maior.
- 5) Voltamos a esvaziar o vasilhame menor.
- 6) O vasilhame menor recebe o litro de água do vasilhame maior.
- 7) Tornamos a encher o vasilhame maior.
- 8) Despejamos água do vasilhame maior até completar o vasilhame menor.
- 9) Restarão 6 litros de água no vasilhame maior.

Um segundo aluno deu uma solução visual para o problema.



Um terceiro aluno poderia ter dado uma solução através de códigos conforme nos mostra o professor Bigode em seu livro *Matemática Hoje é feita assim*. (2000, p. 44).

Codificou:    A = recipiente de 9 litros  
                   B = recipiente de 4 litros  
                   R = rio  
                   A(5) = recipiente maior com 5 litros de água  
                   B(4) = recipiente menor com 4 litros de água

A Seta -> indicava a ação de esvaziar ou encher.

1.  $R \rightarrow A(9)$
2.  $A(9) \rightarrow A(5) \text{ e } B(4)$
3.  $B(4) \rightarrow A(5) \text{ e } B(0)$
4.  $A(5) \rightarrow A(1) \text{ e } B(4)$
5.  $B(4) \rightarrow A(1) \text{ e } B(0)$
6.  $A(1) \rightarrow A(0) \text{ e } B(1)$
7.  $R \rightarrow A(9) \text{ e } B(1)$
8.  $A(9) \rightarrow A(6) \text{ e } B(4)$

$A(6)$  é a resposta procurada

Com estas soluções, podemos levar o aluno a refletir, a ter seu próprio espaço, e com certeza a aula de Matemática não será monótona.

Se o aluno for protagonista da própria aprendizagem e construir a própria realidade (autopoiese), estará no caminho que vai fazer dele, em um futuro, alguém que irá exercer os seus direitos de cidadão.

A “falta de base” que foi citada por vários professores como uma das dificuldades apresentadas pelos alunos para a obtenção de um bom desempenho na Matemática, poderia encontrar na autopoiese uma ajuda.

Hugo Assmann (2001, p. 136) cita a autopoiese como um autofazimento, e explica que num sistema autopoietico existe a produção de ingredientes, componentes e padrões que *regeneram* continuamente através de suas transformações e interações, a própria teia que os produz.

A “falta de base” é uma falha que pode “ser regenerada”. A aprendizagem, num sistema autopoietico, irá produzir componentes que irão regenerar estas falhas, diminuindo as dificuldades dos alunos. E é esta “falta de base” que, na maioria das vezes, faz aparecer o “aluno evitante” conforme relato no capítulo II do prof. R. B.. A autopoiese pode ajudar a evitar que alunos fujam da Matemática por não conseguirem acompanhá-la.

### 3.3. Linguagem e ensino da Matemática

Conforme já vimos no capítulo I, é na linguagem que educador e educando descobrem os domínios comuns entre eles, os termos educacionais importantes; é nela que criam as interações educacionais. É a linguagem que nos possibilita descrever, refletir, ir além de simples reproduções do mundo externo, conforme as reflexões de Maturana e Varela (1995, p. 252 – 253).

Nós, seres humanos, somos humanos na linguagem. E fazemos reflexões sobre o que nos acontece. Maturana e Rezepka (2001, p. 12) dizem que “(...) todos os seres humanos, salvo situações extremas de alteração neurológicas, pelo simples fato de existirmos na linguagem somos igualmente inteligentes”. E, sem linguagem, não há reflexão, afirmam Maturana e Varela (1995, p. 69).

Toda reflexão inclusive a reflexão do conhecer humano, se dá necessariamente na linguagem, que é a nossa forma particular de sermos humanos e estarmos no fazer humano. Por esse motivo a linguagem também é nosso ponto de partida, nosso instrumento cognitivo e nosso problema. (Ibid.1995,p.69).

Matemática também se dá na linguagem. Podemos considerar que os elos do raciocínio matemático se apóiam na língua, em sua organização sintática e em seu poder dedutivo.

Segundo Nilson José Machado (1990) existe entre a linguagem materna e a Matemática uma relação de complementaridade. Complementaridade no sentido de parceria, parceria no perceber pontos de apoio entre a Matemática e a linguagem, e também na possibilidade de a Matemática tomar emprestada à língua a oralidade que na transação funcionaria como suporte de significações para o aprendizado da escrita matemática.

Se o professor pedir aos alunos, em aula de Matemática, para dizer o que fizeram e porquê, para verbalizar os procedimentos que adotaram, comentar e justificar o que

escreveram ou representaram estará dando condições aos alunos para trabalhar linguagem e Matemática, elaborando um conhecimento em Matemática que tenha sentido.

Perguntar pelo nosso conhecer, só fica claro quando estamos imersos num viver que nos ocorre na linguagem, na experiência de sermos observadores na linguagem. Quando refletimos sobre a linguagem, já estamos nela.

Como vimos no item sobre os problemas dos alunos na Matemática, nossa prática de ensino da Matemática está longe de assumir a Biologia do Conhecer e o princípio de que toda reflexão se dá na linguagem.

Ao se pautar pelo princípio da Biologia do Conhecer o professor terá condições de fazer o aluno refletir, discutir e até mesmo criar soluções para o problema da sociedade, sem submetê-lo à mesma rotina diária, que se resume à repetição de exercícios mecânicos, à memorização de conteúdos inflexíveis e à reprodução de programas rígidos, que não abrem espaço ao pensamento autônomo. Ao adotar essa pedagogia as aulas deixarão de ser repetitivas, cansativas e poderão até ser recebidas como “bem-humoradas”.

Alunos pensam que as aulas de Matemática são sempre iguais e várias vezes escutei alunos pedindo à direção para colocar Matemática na primeira aula, visto ser uma aula pesada que facilmente dará dor-de-cabeça. O aluno não encontra prazer nas aulas de Matemática e vê no professor alguém prepotente, que humilha, com o qual se relaciona mal, gerando o não entendimento da Matemática.

Presenciei, numa escola onde lecionava, que os alunos faziam um problema pedido pelo professor de Matemática. Os alunos que iam terminando não podiam mostrar o resultado para o professor. Eles precisavam esperar em total silêncio, até que o professor ditasse o resultado. Onde está o diálogo, onde está a reflexão? Onde está a importância da linguagem? Não é desta maneira que iremos conseguir dar ênfase para a Matemática, que segundo a ONU é prioridade, pois é indispensável para elevar as condições de vida de um país, segundo mostra o anexo 01.

O homem surge na história ao surgir na linguagem, mas se constitui como tal na conservação de um modo de vida seu, e isto o diferencia dos outros primatas, pois no homem o modo de viver é centrado no compartilhamento de alimentos, na criação da prole, no conversar.

Por isso todo fazer humano se dá na linguagem. Por isso, a linguagem é tão importante na Matemática.

Vemos que grande parte do fracasso no ensino da Matemática está na ausência de comunicação do professor para com o aluno. É comum ouvirmos dos alunos:- Eu não entendi! - Eu não fiz porque não sabia! – Eu não compreendo o professor, por isto não gosto de sua aula! – Eu não entendo nada de Matemática, por isto a detesto!

É comum ouvirmos dos alunos que não sabem o que calcular, quando estão diante de um problema. Perguntam o que fazer com determinado valor dado no problema, e o pior, quando acham que existem números demais e querem saber qual a operação que farão com eles. Querem problemas iguais aos dados na lousa pelo professor. São alunos que criam uma dependência em relação ao professor para resolver os exercícios não padronizados. Na realidade, isto estimula uma posição de afastamento do professor, pois o conhecimento de que este é possuidor, pode se tornar cada vez mais difícil para o aluno.

Numa das salas de Matemática, o professor formulou um problema de área das figuras planas e perguntou qual seria a medida da área de uma certa figura. No final colocou a frase: “Calcule-a”. Muitos alunos queriam saber qual o “a” que deveriam calcular.

Muitas vezes o fraco desempenho do aluno depende do não entendimento da linguagem. Não entendendo a linguagem, ele procura utilizar mecanicamente as fórmulas dadas pelo professor sem entender como, porquê e para quê elas funcionam, como se seu surgimento fosse algo absolutamente mágico.

Em sala de aula, num teste, foi oferecido aos alunos um formulário de Matemática. Houve alunos que aplicaram a primeira fórmula do formulário na primeira questão, a segunda fórmula na segunda questão até chegarem na quinta questão. Como havia seis fórmulas e só cinco questões, perguntaram o que iriam fazer com a sexta fórmula. Na realidade, eles não entenderam o enunciado do problema e foram aplicando a 1º fórmula na 1º questão, a 2º fórmula na 2º questão, e assim por diante, sem entender o que faziam, apenas relacionaram a 1º fórmula com a 1ª questão e assim por diante, sem entender a linguagem da Matemática.

Entre os depoimentos dos professores apresentados no capítulo II, que apontam os problemas dos alunos na aprendizagem da Matemática, notamos o que diz a professora

S.A., que seus alunos têm dificuldade para traduzir da linguagem comum para a linguagem matemática. No anexo 13, vê-se que a linguagem utilizada na Matemática é um fator que amedronta o vestibulando. No anexo 01, Luiz Márcio Imenes, Professor participante do Programa Nacional do Livro Didático, diz que ainda hoje se entende o livro de Matemática como “depósito de exercícios”, e não como obra para ser lida.

Por isso, acreditamos que o professor de Matemática deve acatar com muita atenção esse aspecto na sua prática de ensino. Hoje, a posição de Maturana e Varela, no tocante a importância da linguagem, é algo que vem sendo acolhido pelo pensamento pós-moderno, que busca superar a visão moderna de que a ciência e o saber se assentam em idéias, em essências e conceitos. Lyotard (1993) afirma que a ciência é um jogo de linguagem. E para afirmá-lo, fundamenta-se na teoria dos jogos de linguagem de Ludwig Wittgenstein (1996) exposta na obra *Investigações Filosóficas*, escrita em 1958. Wittgenstein, na obra citada, várias vezes se refere à Matemática. Anotamos apenas algumas referências que são úteis ao ensino da Matemática, e em certo sentido possibilitam complementar a visão de Maturana e Varela, aplicando-a à Matemática.

Diz Wittgenstein: “É evidente que a Matemática em certo sentido é uma doutrina, no entanto é também um fazer” (Ibid. p. 292). E podemos acrescentar: é um fazer na linguagem. “A essência se expressa na gramática” (Ibid. p. 158). “Já calculamos mediante palavras e algarismos” (Ibid. p. 156). “A espécie da certeza é a espécie do jogo de linguagem” (Ibid. p. 290). “O novo (o espontâneo, o específico) é sempre um jogo de linguagem” (Ibid. p. 290). “Se um leão pudesse falar, nós não seríamos capazes de entendê-lo” (Ibid. p. 289). “Toda uma nuvem carregada de filosofia se condensa numa gota de gramática” (Ibid. p. 287).

### **3.4. O explicar a experiência e a objetividade.**

O explicar, em especial na Matemática, ocupa um lugar de bastante destaque na tarefa educacional. É necessário observarmos a subjetividade de quem explica e de quem recebe a explicação. O aluno terá a chance de aceitar ou não aceitar as explicações, mas se ele as aceitar o professor deverá abrir ao aluno a possibilidade de questionar, de divergir, de dialogar, de criar novos caminhos e visualizar novos horizontes em seu

aprendizado matemático. Não deve jamais impor idéias que são tidas como inquestionáveis, pois impondo idéias estará dando margem para que seja rotulado como professor “dono da verdade”, “sabe-tudo” e que não tem a humildade de chegar ao nível do conhecimento do aluno e elevá-lo ao máximo dentro do conhecimento matemático. O professor deve pois, sempre trilhar o caminho da objetividade-entre-parênteses, quando explica a Matemática.

Numa entrevista que Maturana concedeu para Maurício Guilherme Júnior (site [www.ufmg.br](http://www.ufmg.br) - acesso 25/10/04), ele assim se expressou sobre a objetividade.

A objetividade indica que não se pode dizer algo sobre determinado objeto sem que, para isso, haja um referencial (...) Na objetividade, referindo-se nas ciências, é importante ressaltar que as opiniões do observador não devem interferir ou alterar um argumento que dá origem à resposta dos problemas. O que eu gostaria que ocorresse não participa, normalmente, do desenvolvimento do trabalho. Isso é que eu entendo por ser objetivo. Desse modo se me equivoco, isso quer dizer que digo algo válido, mas que, na verdade pode não ter validade. O que não posso fazer é mentir em relação a algo que sei que não é válido apenas porque desejo chegar a um resultado específico.

Ao selecionar desafios mais interessantes e permitir que os estudantes expressem suas idéias matemáticas (e é neste ponto que você está no caminho da objetividade-entre-parênteses) você vai criar verdadeiros exercícios para a vida.

Há necessidade de mudar a forma de pensar dos alunos, em especial ao resolver problemas matemáticos. Eles formam a idéia fixa de que problemas matemáticos servem apenas para aplicação e memorização de regras e técnicas de cálculo. Para que os alunos tenham uma visão mais ampla é necessário que eles quebrem os cinco tabus da resolução de problemas, que foram identificados pelas professoras em Educação Matemática Kátia Stocco Smole e Maria Ignês Diniz com base na observação de escolas brasileiras e em pesquisa realizada nos Estados Unidos pela professora Raffaella Borasi pela Universidade de Rochester no início do ano de 1990. Veja quais são os cinco tabus: (Revista *Nova Escola*, 2003, p.44)

- 1- A resposta de um problema sempre existe, é numérica, única, chega-se a ela por um só caminho.
- 2- A resolução deve ser rápida. Do contrário isso indica que não se sabe resolver.
- 3- Se errar, não adianta investigar o erro, é preciso começar de novo.
- 4- Acerto só vem com esforço e prática para a memorização dos procedimentos.
- 5- Uma questão não pode gerar dúvida, pois o bom professor não pode fazer isso com a turma.

Devemos conseguir que nossos alunos resolvam problemas de qualquer natureza: compreender uma situação, analisar e selecionar os dados, mobilizar conhecimentos, formular estratégias de maneira organizada, validar os resultados e, se for o caso, propor novas situações. Os resultados do Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Médio Básico mostram que nossos alunos possuem dificuldades em interpretar corretamente os enunciados. É necessário acabar com a crença de que o enunciado sempre tem resposta, numérica, e de que há apenas uma forma correta para chegar até ela, isto é efeito direto do uso exclusivo de problemas ditos convencionais na sala de aula. Com isto derrubamos o primeiro tabu. É necessário fazer os alunos verem que problemas nem sempre são expressos na forma de um texto, que nem sempre é preciso resolvê-los com um conjunto de contas, os dados nem sempre aparecem na ordem direta como também nem sempre estão no enunciado.

Para derrubar o tabu de que quem não resolve um problema com rapidez é porque não sabe fazê-lo, basta dar tempo aos alunos. Existem professores que deixam um desafio de Matemática por vários dias, até que os alunos tragam as mais diversas soluções. Neste caso, nem os tímidos perdem a chance de se manifestar.

Para anular o terceiro tabu, basta compreender que é no caminho do erro que se esconde o acerto. Errar sabendo tem valor e é produtivo aplicar uma atividade com problemas resolvidos, alguns de forma incorreta, para que os alunos encontrem os que estão certos. Com isto é valorizado o raciocínio e não a “resposta correta”.

Para quebrar o quarto tabu é necessário terminar com a “decoreba” e valorizar o esforço. Neste momento é importante ressaltar o que Thomas O’ Brien, educador e



matemático americano falou em sua entrevista para a revista *Nova Escola* (agosto de 2000), quando esteve em visita a São Paulo.

Comecei a lecionar há 35 anos pelo modo tradicional: anestesiava o paciente, empurrava fórmulas e conceitos goela abaixo e depois testava para saber se tudo estava bem digerido.

Esta Matemática, ele mesmo chama de “Matemática do papagaio”, e graças a seus três filhos, ele abandonou esta idéia e estuda há mais de trinta anos a construção do pensamento matemático. Segundo O’ Brien:

Observando o desenvolvimento cognitivo dos meus filhos, eu vi como constroem uma visão de mundo significativa, inteligível e previsível a partir de sua própria experiência, acumulada desde o nascimento.

Essas conclusões coincidem com o pensamento do psicólogo e filósofo suíço Jean Piaget (1896-1980). Segundo Piaget há similitude de funcionamento do orgânico e do mental. As estruturas biológicas e psicológicas evoluem no mesmo sentido. Para Piaget o desenvolvimento mental construir-se-ia desde os reflexos do recém nascido até as operações lógico-matemáticas graças à passagem por diversas fases, em particular, a assimilação, acomodação, a equilibração.

Saber de cor conceitos, dados e fatos matemáticos não é um sinal de que eles foram aprendidos pelos alunos. Uma pesquisa feita por O’ Brien e mais dois colaboradores com turmas de 4ª, 5ª, 6ª séries, mostrou a inutilidade da memorização pura e simples. Foi feita a pergunta: - Quanto é  $6 \times 3$ ? A maioria dos alunos acertou a resposta. Depois foi pedido que os alunos relacionassem a questão a uma situação da vida real, dessem um exemplo no qual aparecesse o fato  $6 \times 3 = 18$ , e os resultados foram alarmantes.

75% dos alunos da 4ª série, 85% dos alunos da 5ª série e 30% dos alunos da 6ª série falharam em criar um exemplo. Um exemplo dramático citado foi de um aluno que assim escreveu: “Seis meninos e três meninas foram a uma festa. Quantas pessoas havia lá? Dezoito!” (Revista *Nova Escola*, agosto 2000).

É necessário criar questões que gerem dúvidas, para formar alunos críticos, que proponham hipóteses e tirem as próprias conclusões, e assim quebrar o quinto tabu. É preciso identificar problemas convencionais e transformá-los em desafios mais interessantes e úteis.

Kátia Cristina Stocco Smole, do Instituto Mathema, indicou alguns cuidados para conseguir que os alunos aprendam como funciona o sistema de numeração decimal por exemplo: devem ser dados aos estudantes oportunidade para que formulem hipóteses, ou seja, produzam escritas numéricas, estabeleçam comparação entre essas escritas e apoiem-se nelas para resolver problemas e operações. Um bom caminho seria deixar os alunos testarem essas hipóteses antes de resolverem com as técnicas operatórias convencionais. Assim estariam explicando a Matemática, dando oportunidade ao aluno de perceber qual é o melhor caminho, evitando fornecer a informação acabada.

É importante tornar a dizer que na Matemática se faz necessário explicar. Não basta apenas dizer.

Para Maturana a sabedoria tem a ver com o entender, com um espaço amplo (o entendimento exige este olhar estreito, num espaço grande) que permite à pessoa olhar e ver as explicações diversas que podem surgir, dando a mesma importância a cada uma delas. O amor tem a ver com o olhar. Se eu não aceito a legitimidade de sua importância limito minha visão, Se não amplio o meu olhar, minha compreensão não aumenta, e acabo não tendo sabedoria. Para Maturana, amor, sabedoria e compreensão do mundo caminham juntos ([www.ufmg.br](http://www.ufmg.br) - acesso 25/10/04)

Para um professor de Matemática também o amor, a sabedoria e a compreensão devem caminhar juntos. Quando restringimos o olhar, deixamos de ser sábios. Em Matemática é necessário que os conhecimentos alcancem os espaços humanos. É necessário usar os conhecimentos nos lugares legítimos de um espaço de convivência.

### **3.5. Corporeidade, interação e aprendizagem.**

Nós somos criadores do “nosso mundo”. Nossos órgãos, como nosso cérebro/mente evoluem e vão se adaptando. E nosso cérebro está inserido no nosso corpo, depende dele, está a serviço dele. Isto também podemos dizer sobre cognição. Ela

também depende do nosso corpo, como também a Matemática terá um grande envolvimento com o corporal do educando. Assmann afirma que não há mundo para nós a não ser mediante a “nossa leitura” do mundo, corporalizada no sistema auto-organizativo que somos. (ASSMANN, 2001, p. 61). E também sustenta que “somente uma teoria da corporeidade pode fornecer as bases para uma teoria pedagógica”. (ASSMANN, 1995, p. 113)

Não podemos esquecer que o mundo em que vivemos é uma expansão do nosso ser corporal, e portanto de como vivemos nossa corporalidade.

A corporalidade segundo Maturana (2001, p. 47) pode ser vivida no respeito por si mesmo e no respeito pelo outro, que é dado sem hipocrisia, numa confiança verdadeira.

Em Matemática, os alunos que não têm a dinâmica corporal e a dinâmica fisiológica que constituem a aceitação de si mesmo e a aceitação do outro como um legítimo outro, crescem de uma maneira na qual as coisas não funcionam bem na relação e passam a ter problemas de convivência, e evidentemente terão problemas na aprendizagem da Matemática. Neste momento é necessário que o aluno recupere o respeito por si mesmo, e isto só ocorrerá quando ele recupera o respeito pelo outro, porque segundo Maturana (2001, p. 48) “o respeito por si mesmo se dá no respeito recíproco”.

Várias das frases que ouvimos na sala de Matemática, como “eu não gosto de Matemática”, “nunca vou aprender essas contas”, “desde pequeno não me dou bem com a Matemática”, podem nos parecer que estes alunos não mudam, não gostam de Matemática e acabamos realmente nada fazendo para que aconteça alguma mudança nessa situação. E em Matemática é extremamente importante que se faça acontecer esta mudança. Não é possível o aluno mudar, estando num mundo que conserva sua falta de respeito por si mesmo e pelo outro. É importante o uso da corporeidade em brincadeiras, dramatizações ou jogos, para levar emoção à classe, e isto favorece a aprendizagem em Matemática.

Assim como se busca um ambiente alfabetizador para o ensino da leitura e da escrita, o ideal é montar um ambiente matemático na classe. Deixar à disposição cartazes, gráficos, calendários e todo tipo de informação visual que estimula e esteja relacionado com aquilo que queremos passar aos alunos. Nos jogos importantes para a Matemática

usamos muito a corporeidade. A escolha dos jogos não pode ser aleatória. É necessário analisar a turma, pois um jogo ou uma atividade pode funcionar com uma turma, mas não com outra.

Na revista *Nova Escola* (junho-julho 2003, p. 50), Ricardo Falzetta conta a experiência da professora Jandarc Youssef e suas estratégias para ensinar o tema “Números e Operações” para seus alunos de primeira série. Ela opta por jogos como “amarelinha” e “rouba-monte”, com regras adaptadas. Ditados de números e atividades com material concreto, como tampinhas, pedrinhas e palitos também são propostas - além de tarefas que estimulem o agrupamento de dez em dez. Num dos jogos, os alunos, em grupos de três, são convidados a retirar de uma caixa, com os olhos fechados e de uma só vez, a quantidade de tampinhas mais próxima de dez que conseguirem. Ganha quem chega mais perto. É de notar o quanto a corporalidade está presente nestes jogos e o quanto isto ajuda na compreensão da Matemática.

Maturana (2001, p. 49) cita que no momento em que a criança cresce sem o manejo filosófico de sua corporalidade que se dá na confiança da relação maternal, sua fisiologia endócrina, imunológica ou neurofisiológica crescem configurando uma criança com características que tem a ver com isso.

Os seres humanos existem na relação consigo, com o mundo, com os outros. Nós estamos sempre dispostos a aceitar a proximidade corporal do outro. Só não estamos dispostos a aceitar esta proximidade se temos teorias culturais que façam objeção a tal proximidade, tornando-a ilegítima, e neste caso nós a negamos.

Não ter essa proximidade corporal com os alunos numa aula de Matemática é extremamente prejudicial a eles. Os alunos transformam-se na convivência com o professor, de uma maneira ou outra, conforme sejam aceitos ou negados em sua corporalidade. Maturana e Rezepka (2001, p. 42) afirmam:

(...) na unidade corpo e alma, a negação do corpo é negação da alma e que o contato com a alma é contato com o corpo, embora este contato pareça ser completamente abstrato.

Podemos dizer que com as palavras nós nos acariciamos (palavras de ternura, de solidariedade) ou nos ferimos (críticas destrutivas, “palavrões”), nos acolhemos ou nos separamos a partir da emoção, pois estamos sempre nos tocando mutuamente os corpos mesmo sem tocá-los.

Podemos imaginar então o quanto ferimos corporalmente nossos alunos quando numa aula de Matemática os chamamos de incompetentes, bagunceiros, mal-educados. Fica mais claro para nós o sentido da frase do aluno G.A., já citada em capítulo anterior, o qual sentiu uma flechada no peito com a indiferença do professor.

Maturana e Rezepka (2001, p. 41) afirmam que nossa cultura separa corpo e alma, mas a biologia do amor mostra que o ser vivo é uma unidade dinâmica do ser e do fazer. Por isso a aceitação corporal e a rejeição corporal são também aceitação e rejeição da alma, como o contrário também é válido, como a aceitação e a rejeição da alma são aceitação e rejeição de sua corporalidade. As duas aceitações criam grande aproximação mas com certeza, as duas rejeições, criam distâncias enormes (as quais devem ser evitadas veementemente em Matemática), que impedem na educação a formação humana, e com certeza impedem aos alunos em Matemática, uma aprendizagem proveitosa.

### **3.6. As emoções, o Amor e o ensino da Matemática. Competição ou diálogo?**

Para Maturana e Varela, conforme o que foi dito no capítulo I, para haver interações recorrentes tem que haver uma emoção, e esta emoção só pode ser a rejeição ou o amor.

Os resultados afetivos, determinam a qualidade da aprendizagem da Matemática. Hoje sabemos que as questões afetivas têm um papel essencial no ensino e na aprendizagem da Matemática.

Segundo Inés María Gómez Chacón, a relação que se estabelece entre afetos, emoções, atitudes e crenças e a aprendizagem pode ser considerada cíclica. De um lado a experiência do estudante ao aprender Matemática provoca reações distintas e influi nas suas crenças. Do outro lado, as crenças defendidas pelo sujeito tem consequências no seu comportamento e em sua capacidade de aprender.

Ao aprender Matemática, o estudante recebe estímulos contínuos associados a ela (são problemas, atuações do professor), que geram nele tensões. Ele irá reagir emocionalmente de forma positiva ou negativa diante dessas tensões. Esta reação está condicionada por suas crenças sobre si mesmo e sobre a Matemática. Se ele tiver reações similares, repetidamente, como satisfação, frustração, por exemplo, pode “solidificar” em atitudes. Essas atitudes e emoções influem nas crenças e colaboram para a sua formação, conforme Chacón (2003, p. 23).

Os professores de Matemática querem saber quais as razões porque os estudantes não aprendem Matemática. Estas razões podem ter origem nas atitudes dos alunos para com a Matemática, na natureza da Matemática, na linguagem e no modo de aprender dos alunos. Os professores devem não só aprofundar-se nas exigências cognitivas para a aprendizagem, mas principalmente, nas exigências afetivas (CHACÓN, 2003, p. 25).

É necessário que uma pessoa alfabetizada emocionalmente em Matemática, considere muito os sentimentos e emoções próprias e dos outros. A alfabetização emocional engloba habilidades tais como: controle dos impulsos e das fobias em relação à disciplina (que permite desenvolver a necessária atenção para que a aprendizagem tenha êxito), autoconsciência, motivação, entusiasmo, perseverança, empatia, agilidade mental (CHACÓN, 2003, p. 30).

Em Matemática, revendo os depoimentos dos alunos em suas dificuldades, sentimos o quanto a rejeição prejudica o aprendizado da Matemática. Alunos que ficam nervosos, que dizem ter “o branco” durante uma avaliação, que suam nas mãos, que têm vontade de chorar, que necessitam ir ao banheiro com frequência nas provas de Matemática, que se constroem quando vão à lousa e não sabem fazer o exercício. Nada gratificante é observar alunos, cujos depoimentos denotam uma profunda tristeza e uma grande baixa-estima: “sou burro”, “não consigo entender”, “sou incompetente na Matemática”.

Em Matemática, há uma grande necessidade de saber conversar com os alunos, cuidando sempre de seus aspectos emocionais, caso contrário teremos um mau desempenho desses alunos e estaremos contribuindo para que evitem nossas aulas. (Caso dos alunos evitantes citado pelo professor R. B. em capítulo anterior).

Para a pesquisadora espanhola Inés María Gómez Chacón, doutora em didática pela Universidade Complutense de Madri, grande parte das dificuldades de aprendizado da Matemática reside nas emoções, nas atitudes e nas crenças envolvidas nesses processos. Chacón fez uma pesquisa, na Espanha, com alunos do ensino fundamental publicada no livro *Matemática Emocional*, que foi publicado no Brasil pela Artmed. Como resultado, descobriu que os problemas de aprendizagem nesta matéria estão, muito freqüentemente, ligados ao medo, à ansiedade, ao tédio e também a uma auto-imagem desfavorável. “Para a sociedade aprender Matemática está ligado a ser inteligente ou não”, diz Chacón. (*Folha de São Paulo*, Sinapse, 27.01.2004)

Assim, o aprendizado torna-se problemático e cada vez mais influenciado por fatores comportamentais. “Normalmente, a recuperação desses alunos consiste em reapresentar a mesma visão, a mesma estratégia, por inúmeras vezes, mas isso não funciona, pois a escola não consegue enxergar a origem dos problemas”, afirma Chacón.

Em São Paulo, existem escolas que buscam alternativas que possam catalisar o desenvolvimento dos alunos a partir de outros estímulos, como os emocionais. Como exemplo, o Colégio I. L. Peretz, o qual trouxe de Israel o programa Perah, um programa de voluntariado no qual universitários, ex-alunos são capacitados para se tornarem tutores de crianças que ainda estudam na escola e possuem dificuldades de aprendizado. O mais importante é olhar para a possibilidade e não para a dificuldade.

Lembro de uma peça de teatro que foi encenada por alunos do ensino médio do Colégio Bom Jesus, em Joinville, quando eu lá lecionava. Era a história de Laura, uma menina que vivia numa cidade, numa família, mas se sentia só. Na escola tinha vários problemas de aprendizagem e seu medo maior era na Matemática. Deixada de lado, por receio e por timidez, pouco perguntava ao professor. Adoeceu. Poucos notaram sua palidez cada dia maior, até que veio a falecer. Quando vai ser enterrada, os deuses lhe dizem que ela pode voltar à vida, por mais um dia. Ela decide voltar a viver o dia do seu 12º aniversário. Desce a escada com seu vestido de aniversário, os cabelos bonitos, tão feliz, pois é a aniversariante. Sua mãe está tão ocupada, preparando um bolo para ela, que nem a enxerga. Seu pai chega e está tão preocupado com seus livros e papéis e em ganhar dinheiro que passa direto e nem a vê. Seu irmão está ocupado com alguma coisa e nem se preocupa em olhar para ela. Por fim, Laura se dirige à platéia, e diz: -Por favor, alguém

olhe para mim. Ninguém de sua família a escuta e ela volta para os deuses e pede: -Quero visitar minha escola. Quero estar numa aula de Matemática. Como era o dia do seu aniversário, sua mochila levava brigadeiros que seriam distribuídos entre seus colegas. O professor de Matemática não gostou quando ela entrou na sala sorridente e lhe falou de seu aniversário. A resposta foi imediata: -Sente-se, guarde todo material, deixando somente caneta azul, lápis e borracha que teremos avaliação! Os brigadeiros voltaram naquele dia. Sua nota em Matemática foi motivo de reclamação do professor e dos pais da menina. A menina ergue seus olhos para os deuses, e sua fala é mais ou menos assim: “Leve-me embora. Esqueci-me do quanto é difícil ser um ser humano. Ninguém olha mais para ninguém”.

As escolas não podem ser lugares sem alegria nem pensamento, que estão estrangulando as crianças e destruindo a criatividade e a alegria. Deveriam ser os lugares mais alegres do mundo, porque cada vez que alguém aprende uma coisa, passa a ser uma coisa nova. E uma aula de Matemática também deve ser uma aula alegre, onde os alunos se sintam bem e descubram o sentido do que fazem.

O ensino da Matemática requer de maneira muito especial a aceitação do outro. A biologia do amor é a dinâmica constitutiva do ser humano como um ser social desde sua condição biológica, e não apenas desde sua condição cultural. Compreender isso é compreender porque e como nos preocupa o que acontece com o outro, como é que temos preocupações éticas, como é que o amor restitui a saúde e amplia a inteligência.

O ensino da Matemática para ser exitoso requer amor e ética.

Quando alunos em aulas de Matemática escrevem em seus cadernos: “Estou triste! Não sei Matemática! Sou burro!” São alunos com muita baixa estima. Esses alunos com certeza tiveram conversações de auto-depreciação, que são feitas em suas intimidades reflexivas, e entram num fluir entrelaçado de emocionar e linguajar que os leva a domínios de ações contraditórias que interferem com a qualidade de seu afazer. O resultado de seu afazer parece confirmar sua auto-depreciação.

Percebemos que a maior parte do sofrimento humano surge com a negação do amor.

É comum ouvirmos: “Não gosto de Matemática, porque a professora não gosta de mim!”.



Luiz Carlos Restrepo publicou em seu livro “*El Derecho a la Ternura*”, o seguinte:

Sem aconchego afetivo o cérebro não pode alcançar seus ápices mais elevados na aventura do conhecimento. (...) Encher a vida cotidiana de ternura exige uma inversão sensorial que vai desde a vivência perceptual mais próxima até a desarticulação de complexos códigos que nos indicam corredores pré-estabelecidos do mundo. (Luiz Carlos RESTREPO, *El Derecho a la Ternura*. Apud: Hugo ASSMANN, 2001, p. 32)

Segundo Maturana, quando uma criança não cresce no amor, sua fisiologia se distorce, surgem problemas de desenvolvimento, problemas de relação, problemas fisiológicos, psicológicos. E com isto há alteração no seu ser social e na sua configuração do mundo.

O mundo em que a criança vive é uma expansão de seu ser corporal e, portanto, de como ela vive sua corporalidade. A corporalidade pode ser vivida no respeito por si mesma e no respeito pelo outro.

Pelos ensinamentos de Maturana, sabemos que a criança que não cresce como ser social, não irá se responsabilizar pelos seus atos, porque não tem como ver o outro. Ela não tem como respeitar o outro se não respeita a si mesma.

E temos muitos alunos com muito desamor em suas casas, que dão bastante trabalho nas aulas de Matemática. Essa falta de atenção, carinho, amor, trará consigo neuroses, baixo-estima, distúrbios de convivência.

Alunos que não crescem no amor, em geral, tornam-se agressivos com os demais e facilmente são isolados na turma.

Maturana alerta (2001, p. 47):

(...) criança que não cresce no amor, cresce de uma maneira na qual as coisas não funcionam bem na relação e, portanto, passa a ser uma pessoa que gera uma dinâmica problemática de convivência.

Essas dificuldades se resolvem com o restabelecimento do amor que passa inevitavelmente pelo restabelecimento do respeito por si mesmo. Sabemos que ao recuperar o respeito por si mesmo a pessoa irá recuperar o respeito pelo outro, porque o respeito por si mesmo se dá no respeito recíproco.

Aplicando os princípios da Biologia do Conhecimento, teremos aulas de Matemática mais alegres, menos densas, com alunos mais felizes, conseguindo um aprendizado mais eficaz. Não será por meio de castigo, de repressão que iremos ganhar o aluno para a Matemática. É no diálogo que professor e alunos se encontram, se aceitam e agem com êxito.

Não é impondo sua autoridade que o professor será bem sucedido. Cabe-lhe mostrar aos alunos que não podem deixar de vir às aulas de Matemática. É na presença, no diálogo que irão resolver os problemas. O afastamento só irá aumentar os problemas que têm com o assunto.

A discriminação que o aluno sente, quando é chamado de não capaz, quando pensa não ser aceito pelo professor é um aspecto que dificulta em muito o aprendizado de Matemática. O ensino de Matemática requer amor, não discriminação.

É necessário também que o professor relacione sua aula com o dia-a-dia do aluno, indo ao encontro daquilo que o aluno vive, vê, lê, para que o aluno considere a aula interessante, útil e não fique desmotivado quando está numa aula de Matemática. Um professor ao precisar dar uma aula de Geometria Analítica poderia começar a aula lançando uma pergunta para a turma de alunos: -O aumento do pão afeta o consumo da manteiga? Pela Geometria Analítica é fácil mostrar que a demanda da manteiga diminuiu (mesmo não alterando o preço da manteiga), devido ao aumento do pão. Isto faz o aluno sentir que a Matemática é ligada à realidade da vida e da sociedade.

O professor amoroso oferece uma aula de Matemática criativa, que relaciona os conteúdos com o cotidiano do aluno; uma aula em que os alunos se sintam bem, onde os professores ajudem os alunos a recuperar o respeito por si mesmos. Temos muitos alunos

que não crescem no amor, e passam a ser pessoas com problemas de convivência, muito sensíveis. Se o professor conseguir dar a aula de Matemática com amor, as dificuldades se resolverão com maior facilidade.

Com relação à pergunta competição ou diálogo, podemos dizer que a competição só é válida quando é feita com cooperação.

O centro do emocionar é o prazer da convivência, na aceitação do outro, e é bom lembrar que a origem do homem não se deu pela via da competição, mas sim, da cooperação, e a cooperação só pode se dar pela aceitação mútua, isto é, pelo amor.

Na minha primeira semana de aula na primeira série do ensino médio em 2004, o relato do aluno M.S. me fez refletir. Segundo ele foi traumática a experiência vivida em sua quinta série, com sua professora de Matemática. Uma pessoa por ele considerada soberba, “a dona da verdade”, a qual gostava de mostrar o quanto M.S. não sabia Matemática. O aluno, para não sofrer mais humilhações perante seus colegas, simplesmente fugia das aulas de Matemática. Hoje ele continua com repulsa à Matemática e dificilmente algum professor de Matemática lhe é simpático. Ironia ou não, diz que o nome da professora vai caindo em seu esquecimento, mas a sua imagem e suas atitudes ainda lhe machucam muito.

No ensino da Matemática, é necessário saber conversar com o aluno, trabalhando com a possibilidade da rejeição, da repulsa e do ódio. Matemática se faz com amor.

A competição sem cooperação nega o amor. Membros das culturas modernas prezam a competição como uma fonte de progresso.

Maturana (2001, p. 185) diz que: “... a competição é anti-social. A competição como uma atividade humana, implica na rejeição do outro, fechando seu domínio de existência no domínio de competição”.

Eu penso que a competição é admissível desde que não exclua a cooperação. Caso contrário, ela gera cegueira, porque nega o outro e reduz sua criatividade. Em Matemática por várias vezes senti que os alunos não gostam de competir com seus amigos. Não gostam de ser comparados aos pais, aos irmãos, a ninguém. Este procedimento de competição, onde as perguntas: “Quem é o melhor?”, “Quem é o mais veloz?”; gera a comparação. Fulano é melhor que ciclano, e isto os alunos não toleram.

Como exemplo, traria um fato que ocorreu na E. E. Antônio Lisboa, num terceiro ano do ensino médio, no ano de 2003. Quando perguntei ao meu aluno R.S., 15 anos, como deveria ser uma aula de Matemática com êxito, ele assim me respondeu:

“A professora não deveria falar quem é melhor e quem é pior, porque quando ela fala que a pessoa é competente em Matemática, ela vai bem, ela fica motivada, se interessa cada vez mais. Agora quando ela fala que a pessoa não está indo bem na Matemática, que já foi aluno melhor, a pessoa desanima e acaba realmente sendo um mau aluno em Matemática”.

Na realidade, o aluno R.S. é um excelente aluno em Matemática. O que aconteceu é que em sua turma entrou um aluno novo que também gostava muito de Matemática. Eu acabei fazendo comparações entre esses dois alunos e acabei gerando uma competição entre eles. Logo percebi que não seria este o caminho certo. R.S. se tornou um aluno agressivo em sala de aula. Deixei a competição de lado, e hoje os dois são grandes amigos e excelentes alunos em Matemática. Eles se ajudam, ajudam os outros e cooperam com a professora. Ambos procuram acertar, ajudando-se mutuamente nas dificuldades.

Convém ressaltar que atividades lúdicas e jogos têm relevância no ensino e na aprendizagem da Matemática, pois nessas atividades os alunos passam a lidar com regras que lhes permitem a compreensão do conjunto de conhecimentos veiculados socialmente, fornecendo-lhes novos elementos para aprenderem os conhecimentos futuros. Os jogos favorecem à aprendizagem dos alunos, pois sabemos que, ao brincar, aprendem a estrutura lógica do material e, desse modo, aprendem também a estrutura matemática presente.

As atividades lúdicas e os jogos também podem ser encarados como um possibilitador do desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas. Eles dão aos alunos a oportunidade de estabelecer planos de ações para atingir determinados objetivos, executar jogadas segundo este plano e avaliar a eficácia dessas jogadas nos resultados obtidos.

Algumas atividades lúdicas e alguns jogos realizados em grupo privilegiam o tratamento de aspectos afetivos e podem contribuir para a formação de atitudes que valorizam o trabalho coletivo.

O que não podemos aceitar são jogos em que se privilegia a competição, deixando o lado da cooperação para chegar a um acordo em segundo plano.

É importante que o educador ajude o educando a aprender a aceitar-se e a respeitar os outros, pois sabemos que se não aceitar os outros, não conseguirá conviver com ele. Se não se aceitar e não se respeitar, está sempre na negação de si mesmo, buscando o que não é e nem pode ser. É necessário que o fazer seja adequado ao viver cotidiano na relação educacional.

Maturana (2001, p. 185) nos diz: “(...) o amor é o fenômeno biológico que nos permite escapar da alienação anti-social criada por nós através de nossas realizações”.

O caso do aluno R.S. ter se tornado um aluno agressivo, foi o bastante para outros alunos da sala afastem-se dele. Terminada a competição, aceitado o outro sem exigências, aberto o espaço para a cooperação, o resultado foi excelente para toda a turma.

A aluna A.C., também de 15 anos, colega de R.S., respondeu à professora que não gosta da aula de Matemática quando a professora chama alunos que não sabem ao quadro para resolver questões. Esses alunos se sentem diminuídos quando comparados aos outros. Esta comparação e esta exposição destes alunos acaba deixando-os nervosos e eles terminam não acertando nada mesmo. A.C. é uma aluna muito esforçada, gosta de ajudar seus colegas de classe. Ela respeita os outros e é pelos outros respeitada.

Maturana (2001, p. 46) disse: “(...) é fundamental ensinarmos aos nossos filhos a crescer no respeito por si mesmos e no respeito pelos outros”. A ética tem a ver não só com a razão, mas também com a emoção, com a preocupação pelas consequências das próprias ações sobre o outro. Conforme dizem Maturana e Rezepka (2001, p. 43):

(...) para ter preocupações éticas, devo ser capaz de ver o outro como um legítimo outro na convivência comigo. O outro necessita aparecer diante de mim na biologia do amor. O amor é a emoção que funda a preocupação ética.

É comum usarmos em nossa cultura a razão para negar nossas emoções, e avaliar nossa conduta como se estivéssemos fora dela. Muitas vezes criamos cegueiras frente ao outro com argumentos racionais para justificar nossas cegueiras diante dos outros e diante de nós mesmos.

Fiz uma experiência no mês de setembro de 2004, quando entrei no primeiro ano do Ensino Médio da E.E. Professor Antônio Lisboa onde leciono e disse aos alunos: “Comprei um cachorro quente numa barraca no caminho da escola. O moço que me atendeu se enganou no troco, e estou com 10 reais a mais”. Convidei os alunos a encontrarem justificações racionais para que eu não tivesse qualquer preocupação com esse troco a mais. Vieram as justificações: “O mundo é dos espertos”, “Quem é descuidado não merece ser ajudado”, “Da próxima vez o homem aprenderá a ser mais cuidadoso”.

Com os alunos, abri um espaço para refletir que não há preocupação pelo que acontece a outros com as próprias ações, se o outro não for visto como um legítimo outro. Não há visão do outro se ele não for visto como um legítimo outro. Não há visão do outro se ele não for incluído no mundo de alguém.

Experimentei com a mesma turma, colocando a situação do troco a mais, como se tivesse comprado o tal cachorro quente, na cantina da escola. Argumentei com os alunos que iria devolver o troco a mais para a moça da cantina, para que esta não precisasse repor de seu salário, no caixa, ao terminar o dia. Foi argumentado também que é necessário evitar prejuízo ao outro. Desta vez a moça era alguém que pertencia ao âmbito de existência social dos alunos. Não queriam prejudicá-la. Várias foram as justificativas para que eu devolvesse o dinheiro para ela. As justificativas agora não são racionais, mas sim emocionais: “A moça é nossa amiga”, “Ela não merece ser prejudicada”.

A preocupação ética, como preocupação com as consequências que nossas ações têm sobre o outro, é um fenômeno que tem a ver com a aceitação do outro e pertence ao domínio do amor.

É necessário trabalharmos para incluir nossos alunos no nosso mundo, pois nas aulas de Matemática, não podemos conhecer o nosso aluno, se nós não fizermos esta inclusão. Devemos criar com os alunos relações sociais que surgem espontaneamente na convivência, fundada no amor. O amor é uma característica biológica que constitui o homem. O amor está na raiz do humano.

Peço licença para finalizar este capítulo relatando mais uma experiência que vivenciei em 2004 e reflete a minha postura de aprendiz dos princípios da Biologia do Conhecer na minha prática de ensino da Matemática.

Entro em sala de aula disposta a dar uma aula diferente, criativa, mostrando o entrelaçamento entre emoção e razão e vou logo contando uma história cujo cenário é a própria sala de aula, onde dou características dos próprios alunos desta sala de Ensino Fundamental aos personagens da história. Como exemplo: “a lourinha que gosta de fazer contas”, e logo a turma associa com a aluna A, a qual fica ruborizada, mas sente-se feliz por ser lembrada. Aparece o personagem “com seus óculos de lentes grossas e seu franzido na testa”, e todos já pensam no aluno B, tido como bom aluno, esperto, inteligente, adjetivos estes que os próprios colegas de classe deram ao aluno B. Continuo dizendo que 1/3 dos alunos da sala iriam entoar uma música do Zeca Pagodinho (havia vários alunos que gostavam do cantor, em especial de uma música, e eu bem sabia disto). Neste instante liguei o som na música especial, sendo que eu interrompia a música, e alunos escolhidos, ou até os que ansiosos pediam para serem os escolhidos, completavam a frase interrompida. Assim continuava a minha aula, (...) “Deixa a vida me levar, vida leva eu”. Após, eu pedia aos restantes que escrevessem a frase que vinha posterior à frase interrompida. Havia até os que completavam a música com letras que compunham na hora, numa magnífica demonstração de criatividade. Para o aluno tímido ou o aluno que não gostava de aula de Matemática, esta era uma aula diferente, onde as auto-estimas eram valorizadas, a tristeza e o pavor já haviam deixado de existir.

Minha aula e minha história continuava, e entrava num clima de mistério. Apareceu o personagem ruivo que usava uma argola dourada numa das orelhas, e todos já sabiam que se tratava do aluno C, contador de casos, mas pouco interessado nas aulas. Este ruivo havia aberto um grande buraco na parede desta sala, o qual a lousa tampava. Aproveitando o momento máximo de interesse, fértil imaginação e emoção dos alunos, pedi que todos entrássemos imaginariamente naquele buraco. Foi aguçada a curiosidade.

Edgar Morin, na edição 168, de dezembro de 2003, da revista *Nova Escola*, nos diz:

Os saberes não devem assassinar a curiosidade. A educação deve ser um despertar para a filosofia, para a música, para as artes. É isso que preenche a vida. Esse é o seu verdadeiro papel. MORIN, 2003  
[www.novaescola.com.br](http://www.novaescola.com.br)

Ao entrarmos no buraco, num clima de silêncio, aquele silêncio que nos faz refletir, foi possível entrar no imaginário de vários alunos. Foi de uma riqueza sem par os vários relatos. Na maioria, foram relatos onde foram vistos fantasmas, escutados uivos de lobos amedrontadores, num clima de suspense, vindo de uma abertura imaginária até então desconhecida, atrás da lousa. E aquele aluno C, era no momento o grande nome da sala, e eu sentia o quanto ele estava feliz.

Durante os relatos, também observei o quanto os alunos amedrontados com o que viam e ouviam, queriam ser ajudados, e o quanto os outros se esforçavam para conseguir o intento. E isso acontecia até com os alunos que em geral se atacavam, se agrediam. E eu sentia que com alguns alunos a emoção havia mudado. Na realidade, eles se encontravam com o outro na negação, e isto gerava a agressão. Mas, neste encontro onde foram levados para uma viagem imaginária, tiveram ocasião de refletir, e o relacionamento vai mudando para melhor.

O que aconteceu? A emoção da turma mudou? A interação muda, quando eu reflito e me pergunto se tenho fundamento para agredir este meu colega. Segundo Maturana (1999, p.82):

(...) tenho que atrever-me a fazer esta reflexão ou treinar-me para fazê-la, ou em outras palavras, tenho que querer fazer a reflexão, e para querer fazê-la tenho que partir da legitimidade de aceitar o outro.

Há os alunos que descobriram atrás da lousa uma biblioteca com dúzias de livros; outros encontraram um mapa que era um quebra-cabeça com 500 peças, o qual deveria ser resolvido, e que daria a pista para encontrar uma fortuna de muitos reais. Outros encontraram um relógio que marcava, além das horas, os anos, e viram que seria possível retroceder ao passado, há milhares de anos. Foi quando aproveitei para falar da história da Matemática. Retrocedendo o relógio para 3500 a.C. estávamos vendo o antigo sistema de numeração. Passando para 3100 a.C., foi a história da Matemática no Egito; 2100 a.C. falamos sobre a história da Matemática na Babilônia. No ano de 580 a.C. foi a época de Pitágoras que nos deu tão famoso teorema. Em 430 a.C., foi o início da trigonometria.



Em 287 a.C. foi o ano de Arquimedes. A álgebra veio em 825 d.C. Já em 1545 d.C. tivemos a introdução dos números complexos, até chegarmos ao ano atual, ao dia em que imaginariamente entramos por um buraco que estava atrás da lousa de nossa sala de aula.

Com os relatos, sugeri que todos observassem as palavras e expressões ditas que poderiam ser relacionadas à Matemática. Havia números naturais, fracionários, ordinais, formas de contagem e agrupamento, medidas de tempo, noções de adição, subtração, além de falarmos de grandes matemáticos e todas as suas contribuições para a Matemática. E toda esta riqueza vinha das próprias narrativas dos alunos, das quais formei vários problemas: “Se o quebra-cabeça era de 500 peças e faltava apenas uma para completar a metade da metade do mapa da fortuna, quantas peças haviam sido colocadas no lugar?” “Se no relógio que marcava os anos, havia um retroceder de 1050 anos, em que ano estaria o relógio, se hoje estamos no ano de 2004?”.

Neste momento, um aluno me interrompeu e perguntou: “Já nem sei se estou numa aula de Matemática, Português, História?” Estávamos sim num trabalho interdisciplinar. Edgar Morin, na citada revista *Nova Escola*, nos fala sobre a divisão do saber em várias disciplinas:

As disciplinas como estão estruturadas só servem para isolar os objetos do seu meio e isolar partes de um todo. Eliminam a desordem e as contradições existentes, para dar uma falsa sensação de arrumação. A educação deveria romper com isso mostrando as correlações entre os saberes, a complexidade da vida e dos problemas que hoje existem.  
([www.novaescola.com.br](http://www.novaescola.com.br))

Durante esta experiência foi sentido o quanto os alunos se entendiam, o quanto tinham prazer de contar, de participar das atividades. Maturana nos diz que: “(...) a aceitação é construtiva, amplia a inteligência no auto-respeito e a centra na colaboração”. (MATURANA, 2001, p. 40)

Mesmo alunos que nem sempre eram bem aceitos, naquele dia estavam solícitos, felizes, pois a aceitação do ser devolve o sentido à vida e ao fazer. Durante as atividades foi incentivado a discussão sobre as diferentes idéias, respostas e soluções encontradas pelos alunos. E tudo com muito afeto. Esta experiência convenceu-me ainda mais de que

as escolas devem ser os lugares mais alegres do mundo, pois cada vez que alguém aprende alguma coisa, passa a ser uma pessoa nova.

Segundo Mario Sérgio Cortella, professor de pós-graduação em educação da PUC São Paulo, para a revista *Educação*:

A alegria vem, em grande parte, da leveza com a qual se ensina e se aprende; vem da atenção àquelas perguntas que parecem fora do assunto, mas que vão capturar a pessoa para um outro passeio pelos conteúdos; vem da percepção de que aquilo que se está estudando tem um sentido e uma aplicabilidade (mesmo que não imediatos). (CORTELLA, 2002, p. 58)

Podemos dizer que a alegria é resultante de um processo de encantamento, e a educação feita com amorosidade leva a esse resultado. Segundo Maturana, “o amor é a emoção que funda o social como o âmbito de convivência no respeito por si mesmo e pelo outro” (MATURANA, 2001, p. 25). E ainda nos diz mais:

As dificuldades de aprendizagem e de comportamento relacional que as crianças mostram em sua vida escolar não são de índole intelectual nem relativas às suas características intrínsecas de personalidade, mas surgem da negação do amor como o espaço de convivência e são corrigidas restituindo-se o dito espaço. (MATURANA, 2001, p. 15)

Foi uma aula criativa, com vários momentos onde foi instigado ao máximo a curiosidade do aluno. Foi aberto espaço para que os alunos interagissem, participassem da aula. Segundo Maturana (2001, p. 21) “(...) não se deve ensinar valores, é preciso vivê-los a partir do viver na biologia do amor”. Ao abraçar a biologia do amor o professor aceita sem restrições os seus alunos orientando o seu fazer e respeitando o seu ser.

## CONCLUSÃO

Ao findar a nossa trajetória, cabe um olhar retrospectivo para o caminho percorrido, a fim de realçar as principais conquistas, apontar as limitações do trabalho e as perspectivas para novas investigações.

Ao optarmos pelo objeto desta dissertação, um estudo de possibilidades educacionais advindas da teoria de Maturana e Varela a respeito da Biologia do Conhecimento e suas potencialidades para o ensino-aprendizagem da Matemática, estávamos conscientes das dificuldades da empreitada. Foi necessário um mergulho na *Árvore do Conhecimento* e uma difícil ascensão pelo tronco e pelos ramos desta árvore, para averiguar aqueles tópicos que mais convinham ao labor educacional em geral e, especificamente, à área da Matemática. Não foi em vão o esforço. Uma primeira conclusão que tiramos, a partir do estudo da Biologia do Conhecer, é que têm razão aqueles autores que têm enfatizado a importância da tendência temporânea de deslocar o fundamento das ciências humanas e sociais do eixo da física para as ciências da vida (Cf. CAPRA, 2003). A autopoiese dos seres vivos, ponto central da *Árvore do Conhecimento*, revelou-se-nos como um conceito profundo em âmbito educacional. O trabalho pedagógico adquire consistência quando propicia ao educador e educando comportarem-se como sujeitos ativos que se auto-produzem na ação educacional em geral e no ensino da Matemática.

Na *Árvore do Conhecimento* descobrimos que a linguagem está profundamente inserida no biológico, de tal forma que ela “ela permeia de modo absoluto toda a nossa ontogenia como indivíduos, desde o caminhar e a postura, até a política”. (MATURANA e VARELA, 1995, p. 234).

Linguagem e conhecimento têm uma relação intrínseca e indissolúvel. É no linguajar que o ato de conhecer nos produz, nos relaciona com os outros e vai produzindo o nosso mundo.

Quando os professores, nas respostas ao questionário, apontam que possuem alunos que não conseguem resolver os problemas de Matemática devido à falta de base, alunos que chegam a determinada série sem os pré-requisitos e que, com isto, na relação não acompanham as aulas e, quando, em suas respostas, os alunos dizem que não

entendem o que o professor explica em aula e se sentem incapazes de acompanhar e progredir na matéria, isto está a indicar a ausência de entendimento e aplicação, na relação pedagógica, das potencialidades biológicas da linguagem. Criar o mundo de sentido no trabalho com a Matemática é possível se a linguagem for entendida como algo dinâmico e interativo. Assim, a sala de aula, em vez de um templo silencioso, onde alunos amedrontados e cabisbaixos só ouvem ou se dispersam, se transforma num espaço vivo de interesse e participação. Quando alunos não entendem a fala do professor é que a linguagem não chegou a criar interações educacionais.

É na própria linguagem que tanto o professor como os alunos descobrem os domínios comuns entre eles e é mediante a linguagem que os alunos descrevem, refletem e se entendem com os professores. É importante que o professor deixe o aluno verbalizar o que sente, sem ficar esperando passivamente pelo resultado de uma questão. Dar-lhe espaço para expressar o que pensa sobre determinado assunto e explicar porque deu aquela solução para o problema. E o mais importante, segundo Maturana e Varela, é que aluno e professor se encontrem no diálogo.

Mas não é um diálogo apenas entre cérebros e mente. Hugo Assman (1995, p. 113) diz que “(...) o corpo é, do ponto de vista científico, a instância fundamental e básica para articular conceitos centrais para uma teoria pedagógica”. Os seres humanos existem na relação. E a relação acontece quando se vencem preconceitos e barreiras e se aceita a proximidade corporal do outro. Quando não existe essa proximidade corporal, surgem consequências negativas para a educação, pois os alunos progridem na convivência com o professor, quando são aceitos em sua corporeidade.

Maturana e Rezepka na obra *Formação Humana e Capacitação* (2001, p. 41) relatam a experiência de uma oficina cujo propósito é criar condições em sala de aula para a aceitação do corpo do outro em sua total legitimidade. Nesta oficina formam-se grupos de seis e escolhe-se um mediador que convida:

- a) Os participantes a opinarem sobre o companheiro do lado, sem olhar para ele. Todos devem participar de maneira sucessiva e, no final, comentar o que foi vivido.
- b) Os participantes a se apresentarem mencionando apenas o seu nome, sem se olharem. Todos devem participar de maneira sucessiva e, no final comentar o que foi vivido.

- c) Os participantes a se apresentarem novamente, olhando-se nos olhos.
- d) Os participantes a se apresentarem novamente, olhando-se nos olhos e dando-se as mãos.
- e) Ao fazer o mesmo que o ponto anterior, mas dando-se um abraço.
- f) Ao fazer o mesmo que o ponto anterior mas, além do abraço, dando-se um beijo.
- g) Ao fazer o mesmo que o ponto anterior, mais o ato de cheirar-se mutuamente.

Esta oficina foi feita com alunos de uma sexta série da E. E. Professor Antônio Lisboa, no início de 2004. Aconteceu uma aproximação lenta, mas progressiva. Os alunos descobriram como muda a visão do outro com a aceitação ou a rejeição de sua corporalidade.

Em uma das mais emocionantes cenas da novela *Senhora do Destino*, levada ao ar pela Rede Globo, a personagem principal Maria do Carmo reencontra sua filha já moça, que fora seqüestrada ainda bebê. Em certo ponto do diálogo, após muitas perguntas e tentativas de explicações, ela diz à filha: “Dê-me um abraço e você encontrará as respostas para suas indagações!”. O abraço aconteceu e o contato corporal selou a reaproximação entre mãe e filha.

Segundo a Biologia do Conhecer, cada um vê um fato sob o prisma de sua própria visão. Por isto existem divergências, tal como aconteceu entre Einstein e Young com relação à luz.

Ao se dar ao trabalho “do conhecer como conhecemos”, o professor adquire uma posição de respeito pelos erros e divergências e pelas nebulosidades que os alunos encontram sem abdicar do seu trabalho de esclarecer, indicar e corrigir. Verá também que a Matemática nem sempre é exata e irá aprender com os erros que certamente irão ocorrer.

Maturana e Varela indicam com muita ênfase que na constituição do conhecimento, além das operações mentais, as emoções e os sentimentos são fundamentais. Não dá para ensinar pensando só na cabeça do aluno. O coração também é importante. Acolher os sentimentos dos alunos e criar uma atmosfera de aceitação do seu ser integral, criar oportunidades de aprendizagens que ajudem na constituição de uma auto-imagem positiva, pode ser um antídoto para muito complexo de inferioridade e

baixa estima que criam o aluno “depressivo” e “evitante” na aula de Matemática e em outras disciplinas. O aluno que não é bem sucedido na escola muitas vezes acaba não gostando de si mesmo. Ora, é difícil gostar do outro quando não se ama a si mesmo. É necessário, segundo a teoria de Maturana e Varela, ver o outro como um legítimo outro na convivência. Para aceitar “o outro como legítimo outro na convivência”, os jogos são um recurso recomendado também por Maturana e Varela. Maturana com Gerda Verden-Zöller, no livro *Amar e Brincar* revelam:

(...) o papel fundamental que o brincar (em especial os jogos materno-infantis) tem na criança em crescimento, tanto para o desenvolvimento de sua auto-consciência, consciência social e de mundo, quanto para o desenvolvimento de seu auto-respeito e auto-aceitação. (MATURANA e ZÖLLER, 2004, p.224)

Os jogos motivam o aluno a gostar e aproveitar o que está sendo proposto nas atividades e incentivam o espírito de colaboração e solidariedade descartando a mera rivalidade, a competição com o único intuito de ganhar, que não é apreciado pelos próprios alunos. Companheirismo, solidariedade, participação, são atitudes que podem despontar da aplicação da Biologia do Conhecer.

Hugo Assmann, em *Paradigmas Educacionais e Corporeidade* (1995, p. 115) informa que em contato com amigos africanos, soube que existem nos idiomas nativos da África, palavras diferentes para expressar a ação de caminhar com os pais, com a amada, com o colega, mas não existe palavra para caminhar sozinho. Em nossa cultura ocidental individualista e fragmentária prevalece o caminhar solitário. A Biologia do Conhecer está apontando que é preciso, no trabalho pedagógico, somar todos os esforços para caminhar juntos.

A importância que Maturana e Varela atribuem às emoções é tão radical que chegam a apontá-la como um fator que, de uma maneira ou de outra, delinea o tipo de convivência e cultura que construímos com os outros. Nosso pensar e nosso raciocinar sempre carregam um estado emocional que os caracteriza.

Para Maturana e Varela, o amor, no âmbito das emoções, desempenha um papel essencial para o desenvolvimento do ser humano. Ele é responsável pelo “acoplamento estrutural”, isto é, pela adaptação do ser humano ao seu meio e sua ausência poderá, inclusive, provocar doenças e prejuízos à própria sobrevivência. No ensino-aprendizagem da Matemática é fundamental a presença do amor. Quando se cria uma relação amorosa, o professor não olhará o aluno que tem dificuldades na Matemática como “o incompetente”, “o fraco”, e outros adjetivos depreciativos. Vai encará-lo como alguém que precisa de especial ajuda e carinho. E o amor é o segredo para a “sobrevivência” desses alunos.

Sem querer estabelecer um receituário, nem adotar a “pílula do amor”, quem sabe muita dor de estômago, de cabeça, e muita agressividade e rancor, complexo de inferioridade e depressão não seriam superados se houvesse aceitação de todos e em especial dos mais necessitados, como “legítimo outro no amor”. O olhar biológico ajuda a perceber que o aluno não é um objeto, nem um número, mas um ser vivo, humano, com toda sua complexidade, sua história e a sua identidade. Não é possível aprender sem uma dimensão de risco, de passagem do desconhecido para o conhecido, de esforço pessoal, de aventura. E tudo isso necessita de um suporte afetivo, de uma rede de afetos, que possibilita construir com os alunos uma relação de respeito, escuta, tolerância, diálogo e colaboração mútua.

Ao iniciarmos esta dissertação levantamos a hipótese de que a Biologia do Conhecer poderia oferecer trilhas para um ensino proveitoso da Matemática, visando em especial professor e alunos do ensino fundamental e médio.

O que expusemos até agora parece confirmar a nossa suposição. Resta, para findar nossas considerações, expor em síntese o que seria um ensino proveitoso da Matemática nas sendas da *Árvore do Conhecimento*.

Os frutos a colher desta árvore no ensino da Matemática se referem:

- 1) Ao professor.
- 2) Ao aluno.
- 3) À própria Matemática.
- 4) Ao sistema de formação do docente.

1) No que diz respeito ao professor, não cabe estabelecer um perfil acabado ou um modelo decorrente da Biologia do Conhecer. Isso seria negar a dinâmica do princípio da autopoiese, mola mestra da teoria de Maturana e Varela. Cabe apenas mencionar indicativos que estariam sendo oferecidos ao professor de Matemática como subsídio para a sua prática pedagógica.

Antes de tudo, ele seria um mestre autopoietico, no sentido já exposto ao longo da dissertação. Preocupa-se não apenas em conhecer, mas em conhecer o conhecer. Sabe que todo fazer é conhecer e todo conhecer é fazer. Ele constrói o seu “ser docente” na linguagem e descobre o profundo valor dela na relação pedagógica; ao explicar, tem em conta e privilegia a objetividade-entre-parênteses, que se fundamenta na nossa condição biológica, na corporeidade e na subjetividade, que sempre envolvem o processo de aprendizagem. Dá atenção especial às emoções e não apenas ao racional. Entre elas, privilegia o amor, que propicia aceitar e dialogar com o outro como legítimo outro, criando laços de compreensão, colaboração e solidariedade, evitando a emulação e as comparações odiosas.

2) Um aluno diferente pode surgir como fruto da *Árvore do Conhecimento* aplicada à Matemática. Ele não vê mais a Matemática como um espantalho; perde o medo, abre-se, dialoga e participa; não tem mais razão para se frustrar, nem para se deprimir; não se considera um fracassado. Em vez da atitude de “evitante” envolve-se por inteiro no processo, não só com a mente, mas com o corpo e o coração. Quando é bem sucedido, não se sente superior aos outros; solidariza-se e encontra no diálogo amoroso com o mestre e com os colegas um caminho de ser mais humano.

3) A própria Matemática poderia tomar uma feição diferente ao se “aninhar” na *Árvore do Conhecimento*. Talvez, parafraseando Morin (1969, p. 47), ela, como as demais ciências, poderia desvendar uma nova face. Não seria mais “(...) aquela deusa benfeitora a glorificar o antigo cientificismo, nem aquele ídolo cego denunciado pelos adoradores dos antigos ídolos. Nem deusa, nem ídolo, tenderia a identificar-se cada vez mais com a aventura humana, da qual se origina”.



É óbvio que pleitear para a Matemática essa inserção na aventura biológica e humana, não significa desmontar os seus princípios. Significa trazer a Matemática para um diálogo com as demais ciências numa visão de inter e transdisciplinaridade, de forma a evitar a fragmentação e o isolamento. Significa também admitir que a sua pertença a aventura biológica e humana a contagia com nebulosidades e incertezas que cada vez mais são admitidas no âmbito da ciência em geral.

4) Enfim, a Biologia do Conhecimento traz questionamentos e indicativos que concernem à formação do professor de Matemática.

Rômulo Lins (2003, p. 14) afirma que os “professores não são mal preparados. Mal preparado é o modelo de formação docente”.

Cabe questionar se os nossos currículos de Matemática se preocupam em discutir e orientar os futuros professores segundo os indicativos da Biologia do Conhecer. Não cabe aqui uma análise exaustiva desta questão, mas parece óbvio que os currículos dão ênfase aos conteúdos a serem transmitidos e pouco se preocupam em trabalhar “como se conhece”, e com a inserção do conhecimento matemático na Biologia do Conhecer. A Biologia do Conhecer não tem a pretensão de substituir o “modelo atual”, que estaria defasado, por outro “modelo”. Mas uma reflexão profunda sobre os princípios da Biologia do Conhecer e sua relevância para o ensino da Matemática talvez fermentaria os currículos e ajudaria a formar mestres com as características que viemos expondo nesta dissertação.

Antes do ponto final, queremos declarar que estamos conscientes das limitações do nosso trabalho. Muito mais haveria de se explorar na riqueza da *Árvore do Conhecimento*. Um levantamento mais científico, com método mais rigoroso das dificuldades e problemas da Matemática também não ocorreu dadas as limitações de tempo.

Os resultados a que chegamos limitam-se a indicativos de subsídios para o ensino da Matemática. Verificar os possíveis resultados desses subsídios na prática docente seria objeto de outra investigação.

O que posso declarar é que eu me tornei uma discípula da *Árvore do Conhecimento* e, ao longo da pesquisa, mudei radicalmente o meu modo de ver a Matemática, de ensiná-la e de viver a relação com os alunos e estou convencida de que é um bom caminho. Sem prescrever receitas, almejaria que outros colegas da docência fizessem a mesma descoberta.

Encerramos com um pensamento de Varela, que cita o poema de Antônio Machado:

O que fazemos é o que conhecemos e o nosso mundo é apenas um entre os muitos existentes. O poema de Machado diz isto de uma forma muito clara: “Andarilho, o caminho é feito de seus passos, nada mais;/ andarilho, não há um caminho, você faz o caminho ao caminhar./ Ao caminhar você faz o caminho./ E ao olhar para trás, você verá um caminho sem retorno./ Andarilho/ não há nenhum caminho,/ apenas trilhas nas ondas do mar”. (Francisco VARELA, In: William Irwin THOMPSON, 2000, p. 59)

## **ANEXOS**

DESESPERO DE ALUNO

## Matéria é a mais difícil para 38%

Segundo pesquisa da secretaria estadual da Educação, matemática é a resposta mais frequente quando se pergunta aos alunos qual a matéria mais difícil.

Cada uma das outras três opções do levantamento — português, ciências e, juntas, história e geografia — recebeu 15% das menções.

O resultado não surpreende Luiz Márcio Imenes, um dos autores da primeira série de obras de matemática para 5ª a 8ª série a receber a distinção de três estrelas do Programa Nacional do Livro Didático.

Com 40 de seus 56 anos dedicados ao ensino, Imenes e

numera características que tornaram a matemática vilã do currículo escolar: campeã de reprovação, fator de evasão e filtro de ascensão social, "já que ela faz a grande degola nos concursos públicos".

Tudo, segundo ele, gerado pela falsa noção de que se trata de conhecimento acessível apenas a iluminados.

Imenes identifica três equívocos principais na apresentação da disciplina aos alunos.

Primeiro, a idéia de que matemática é fazer contas. "É resolver problemas, e isso significa descobrir a conta que tem de ser feita."

Não por acaso, ainda hoje se

entende o livro de matemática como "depósito de exercícios", e não como obra para ser lida.

Segundo equívoco: manter a disciplina fechada em si mesma. "Por que estou aprendendo isso?", pergunta o aluno. "Porque você vai usar no ano que vem" é a resposta mais comum.

Terceiro: organização de conteúdos de forma linear. Múltiplos e divisores na quinta série. Equação de 2º grau na oitava.

"Nada se aprende assim na vida", diz Imenes. "Nem a andar."

(FSP)

## Para ONU, disciplina é prioridade

A ênfase no ensino de matemática desde a escola fundamental é ferramenta indispensável para elevar as condições de vida de um país.

O diagnóstico, acompanhado de recomendação para que os governos invistam na área, consta da edição de 2001 do Relatório do Desenvolvimento Humano da ONU (Organização das Nações Unidas).

Na avaliação do órgão, até a política de distribuição de bolsas de pesquisa deveria contemplar esse fator.

Para as Nações Unidas, não

é coincidência o avanço expressivo nos indicadores sociais dos Tigres Asiáticos em que houve gestões públicas para incentivar o estudo de matemática, computação e engenharia.

Dos 3 milhões de universitários em Taiwan, Hong Kong, Cingapura e Coreia do Sul, mais de 1 milhão se dedicam atualmente a essas disciplinas.

Os sul-coreanos mereceram o elogio mais explícito da ONU. De 1980 a 1997, 34% dos alunos que ingressaram nas universidades do país optaram por cursos ligados à alta tecno-

logia, percentual superior ao da Europa ocidental (28%).

Pela primeira vez, o relatório mapeou o envolvimento em pesquisas e empreendimentos na área.

Entre 88 países que enviaram dados considerados sólidos, o Brasil aparece na 67ª posição, com somente 168 cientistas/engenheiros a cada 100 mil pessoas.

À frente do Brasil aparecem, por exemplo, Gabão (234) e Peru (233).

O Japão lidera o ranking com 4.909.

(FSP)

**EDUCAÇÃO** *Novos países são incluídos*

## Brasil é penúltimo em ranking da Unesco

DA FOLHA ONLINE

Pesquisa divulgada ontem pela Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) mostra que, em uma lista de 41 países, os alunos brasileiros na faixa etária dos 15 anos têm o penúltimo desempenho em matemática e em ciências e o 37º em leitura. Na média das três áreas, o país fica em penúltimo lugar, na frente só do Peru.

Os dados referentes ao Brasil não são novos. Fazem parte da pesquisa Alfabetização para o Mundo de Amanhã, baseado em informações colhidas em 2000 pelo Pisa (Programa Internacional de Avaliação do Estudante). A novidade é que, mesmo com a inclusão de dez países, que fizeram o

mesmo teste em 2001, a posição do país continuou ruim.

Cerca de 50% dos alunos brasileiros de 15 anos estão no nível 1 de alfabetização, uma escala criada pela Unesco, que classifica os estudantes que têm dificuldades em usar os instrumentos da leitura para aumentar seus conhecimentos em outros assuntos.

Ao lado do Brasil —que ficou em 37º nessa área— com 50% dos estudantes no nível 1 de alfabetização, estão a Macedônia (38º), o Chile (36º), a Albânia (39º) e a Indonésia (40º).

A Finlândia, o Canadá e a Nova Zelândia tiveram as maiores médias na parte de leitura. Em matemática e em ciências, os melhores rendimentos foram de Hong Kong, Japão e Coreia do Sul.

RANKING DA UNESCO PARA EDUCAÇÃO			
Os melhores*		Os piores**	
<b>LEITURA</b>	<b>MATEMÁTICA</b>	<b>LITERATURA</b>	<b>MATEMÁTICA</b>
• Finlândia	• China	• Peru	• Peru
• Canadá	• Japão	• Albânia	• Brasil
• Nova Zelândia	• Coreia do Sul	• Indonésia	• Indonésia
• Austrália	• Nova Zelândia	• Macedônia	• Macedônia
• Irlanda	• Finlândia	• Brasil	• Albânia
<b>CIÊNCIAS</b>		<b>CIÊNCIAS</b>	
• Coreia do Sul	• Finlândia	• Peru	• Indonésia
• Japão	• Reino Unido	• Brasil	• Argentina
• China		• Albânia	

Fonte: Unesco. \*Cinco melhores médias na área (ordem decrescente). \*\*Cinco piores médias na área (ordem crescente).

## Anexo 03

### FOLHA DE SÃO PAULO SUPLEMENTO FOLHINHA

#### MATEMÁTICA

##### TABUADA

"Fico, assim, atordoada", diz Luana, 10, da 4ª série, quando tem de encarar seu monstrego: a tabuada. Outro que passa apuros com a tabuada é Thiago, da 3ª série. Ele desenhou um cérebro suando para representar o sofrimento de multiplicar.

##### ENUNCIADOS LONGOS

Yuri, 10, da 4ª série, diz que gosta de matemática. Mas, segundo ele, "o chato da matemática são os problemas de mais de sete linhas [de explicação]". Karina, 9, da 3ª série, também tem dificuldade com problemas com enunciados longos. Para ela, o bicho-de-sete-cabeças da matemática é "feio, porco, nojento, ridículo, bobo e dentuço".

##### EXPRESSÕES ARITMÉTICAS

O bicho de Ana Luiza, 9, da 4ª série: "Ele seria um dragão verde, com sete cabeças. Uma feliz, outra triste, outra raivosa...". Ana Luiza diz que tem dificuldade em aritmética e "em pôr parênteses quando a professora manda". Cláudia, 10, também da 4ª série, diz que bichos-de-sete-cabeças são as expressões aritméticas, "porque a gente está aprendendo agora e são meio confusas."

##### SUBTRAÇÃO COM EMPRÉSTIMO

Os anos passam na escola, os assuntos ficam mais complicados e então viram um bicho-de-sete-cabeças. É o que comprovou Paulo, 9, da 3ª série: "Não gosto de fazer conta de menos quando empresta". Seu colega Gabriel, 9, também tem dificuldade na subtração com empréstimo do algarismo vizinho. "Algumas vezes eu faço errado."

##### DIVISÃO

A maioria das crianças entrevistadas diz que a criatura mais assustadora da matemática é a divisão. Quinze disseram que é a operação mais complicada. Dez afirmaram ser a multiplicação o maior problema. Lucas, 10, da 4ª série, comparou a divisão a "um lobisomem com sete cabeças, com cada caquinha do nariz de uma cor".

##### MULTIPLICAÇÃO

Maxwell, 10, da 4ª série, diz que há um monstro horrível que vive atrás dele na escola. "Se você faz alguma coisa errada, ele aparece e fala: tá copiando, hein? Vá para a sala da diretora!", brinca Maxwell. Ele conta que a multiplicação "é a coisa mais complicada, da 1ª à 4ª série". Seu colega da 3ª série, Luiz, 9, concorda: "Não gosto de conta de vezes".

##### FRAÇÕES

Segundo Natalia, 10, da 4ª série, o bicho-de-sete-cabeças é "tipo um jacaré com sete cabeças no pescoço. E ele é azul". Natalia foi a única das crianças entrevistadas a dizer que a parte mais complicada da matemática é lidar com frações. Mais um bicho-de-sete-cabeças para a coleção das crianças...



Desenho de Livia Valcazara, 10



Desenho de Jennyfer Lu Hong, 9

## Anexo 04

AGORA SÃO PAULO

02/07/2003

### **ESTUDANTES BRASILEIROS FICAM EM PENÚLTIMO LUGAR EM PESQUISA DA UNESCO QUE MEDIU DESEMPENHO EM MATEMÁTICA, LEITURA E CIÊNCIAS**

Pesquisa divulgada ontem pela Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) mostra que, em uma lista de 41 países, os estudantes brasileiros na faixa etária dos 15 anos têm o penúltimo desempenho em matemática e em ciências

e o 37º em leitura.

Na média das três áreas, o país fica em penúltimo lugar, na frente apenas do Peru, que teve os piores índices.

Os dados fazem parte da pesquisa Literacy Skills for the World of Tomorrow (Alfabetização para o Mundo de Ama-

nhã), produzida pela Unesco e pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico). Baseado em informações colhidas em 2000 pelo Pisa (Programa Internacional de Avaliação do Estudante), o estudo inclui pela primeira vez o Brasil.

Cerca de 50% dos alunos brasileiros de 15 anos estão no nível 1 de alfabetização, uma escala, criada pela Unesco, que classifica os estudantes que têm dificuldades em

usar os instrumentos da leitura para aumentar seus conhecimentos e competências em outros assuntos.

Ao lado do Brasil —que ficou em 37º no ranking relacionado à leitura— com 50% dos estudantes no nível 1 de alfabetização, estão a Macedônia (38º), o Chile (36º), a Albânia (39º) e a Indonésia (40º).

O Peru, último país na lista do desempenho de ensino, possui 80% de seus estudantes neste nível. (FSP)

## Anexo 05

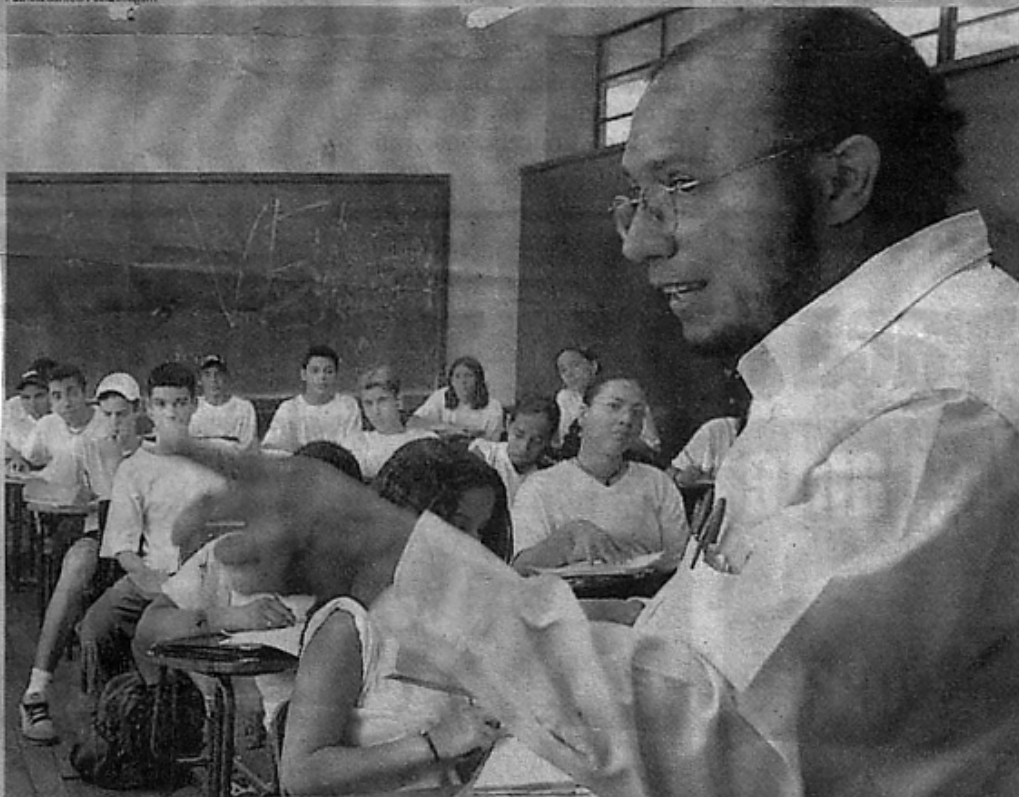
AGORA SÃO PAULO

04/11/2001

NÃO É DE HOJE

# Desinteresse por aula é antigo

Patricia Santos/Folha Imagem



Cacildo Marques, 48 anos, formado na USP, afirma que leciona por necessidade

Cacildo Marques, 48 anos, lembra que quando se formou na USP (Universidade de São Paulo), em 1982, apenas quatro ou cinco da turma seguiram o magistério.

Ele começou a dar aulas porque precisava. Continuou porque tomou gosto. Aos interessados, avisa: "Se a prioridade for dinheiro, esqueça." Marques pertence a espécie em extinção na rede: profes-

sor formado na universidade pública, ainda mais de primeiro time.

Na vida de Jefferson Cevada, 29 anos, que leciona na periferia da zona oeste de São Paulo, a matemática e a sala de aula vieram por eliminação. Suas primeiras opções não existiam na Universidade Federal do Mato Grosso, onde estudou. Diz que não se arrepende.

"Especialmente quando percebo, depois de conviver com o aluno por um tempo, que minha interferência contribuiu de alguma forma para seu crescimento".

Enquanto defende o investimento do Estado na capacitação dos professores, Cevada lida, no dia-a-dia, com realidades como a de um aluno de 8ª série que não consegue dividir 30 por três. (FSP)



## Procura-se professor de matemática

### Com oportunidades em outras áreas, profissional esnoba a sala de aula

**Pesadelo de gerações de alunos e conhecimento cada vez mais valorizado, matemática é a disciplina que apresenta o maior déficit de professores na rede estadual de ensino.**

O último concurso promovido pela Secretaria da Educação teve 19.058 inscritos para 16.461 postos, ou 1,2 candidato por vaga, a menor relação de todas as matérias.

Foi também o segundo pior índice de aprovação, superior apenas ao de física. Chamados 7.000 nomes, 6.800 se apresentaram, o que resultou em carência de quase 10 mil.

O déficit não significa necessariamente sala de aula sem professor. Na maioria dos casos, o lugar está ocupado por alguém sob contrato temporário —metade dos 200 mil profissionais da rede.

A própria secretária Rose Neubauer reconhece que esse expediente não elimina o problema, já que o comprometimento do professor temporário tende a ser menor. Como 70% dos candidatos a uma vaga efetiva já lecionam no Estado, a elevada reprovação é também fonte de constrangi-

mento. Sinaliza que foram considerados incapazes, ou no mínimo insuficientes, muitos dos que ensinam hoje na rede.

Os números do concurso de 1998, cuja validade expira no ano que vem, mostram que a falta de professores não é homogênea.

A situação é menos dramática em português (32 mil candidatos para 16 mil vagas) ou história (18 mil para 6.350), e inversa em educação física (11 mil para 1.700).

Existe carência em áreas como química, na qual os recém-formados são majoritariamente atraídos pela indústria farmacêutica, e geografia, especialidade bastante procurada por organizações não-governamentais, principalmente ambientalistas.

O desequilíbrio é mais grave em matemática devido ao peso dessa disciplina —presente em todas as séries, com carga horária comparável apenas à de língua portuguesa na grade curricular.

A secretária atribui a escassez de candidatos a oportunidade de trabalho representada pelo mercado financeiro, in-

quim Patto, da M.W. Mercer, consultoria especializada em remuneração, concorda e acrescenta uma previsão: "A longo prazo, os alunos do ensino fundamental não terão matemáticos em sala de aula".

Ele cita recursos humanos, cálculo de previdência e seguros, pesquisa de risco e análise de crédito como algumas das atividades do mercado em que a formação em matemática é bem-vinda. Nos segmentos mais valorizados, o salário pode atingir R\$ 8.000, sem contar a remuneração variável.

Um professor iniciante do Estado recebe R\$ 1.200 por 40 horas semanais de trabalho (33 de aulas, mais sete de atividades). No topo da carreira, chega a R\$ 2.196.

Em valores mensais, o bônus pago anualmente pode variar de R\$ 62,50 a R\$ 250. Há ainda adicional de até R\$ 244 para quem ensina em escola de difícil acesso. Mesmo com esses acréscimos, não existe tempo de comparação entre as perspectivas salariais dos dois caminhos. "É concorrência desleal", resume Patto. (ESP)

## Anexo 07

AGORA SÃO PAULO

06/11/2001

### EDITORIAL

## Matemática sob ameaça

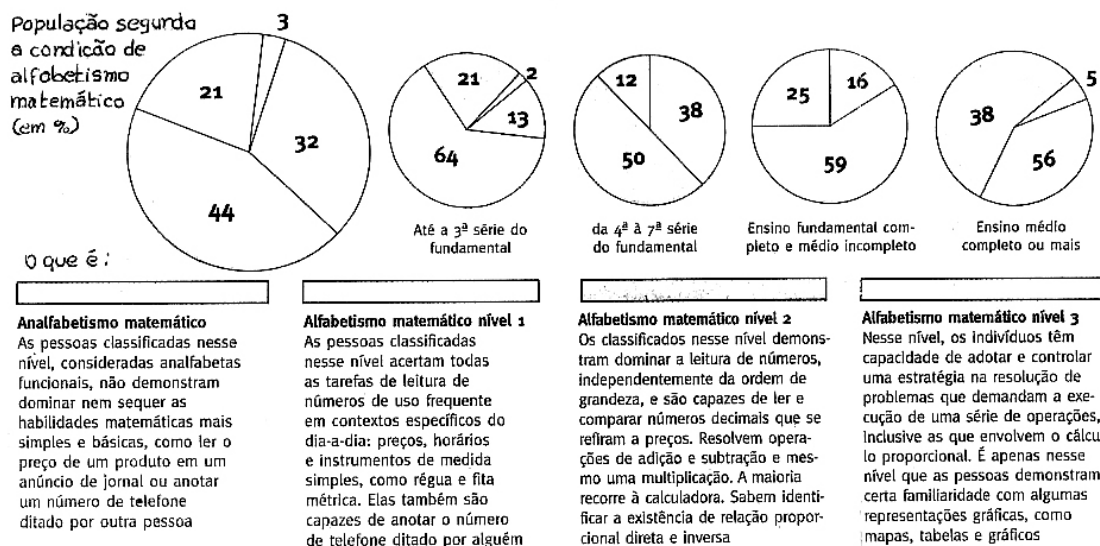
*Há razões para temer a falta de professores de matemática em todos os níveis da rede pública de ensino paulista. A carência de bons mestres é geral, mas é mais acentuada no campo da matemática. No último concurso para a área promovido pela Secretaria da Educação, 19.058 se inscreveram para concorrer a 16.461 vagas. O chocante é verificar que só 7.000 foram aprovados. Como 70% dos candidatos a uma vaga efetiva no Estado já lecionam na rede em caráter provisório, fica evidente que muitos dos que hoje dão aulas não têm qualificação para fazê-lo. Os exames para tornar-se professor na rede pú-*

*blica não se notabilizam pela exigência. Deve-se temer, portanto, que os alunos estejam recebendo uma formação deficiente, o que é grave nos dias de hoje. Algumas décadas atrás, uma sólida formação matemática era requisito fundamental para alunos de engenharia, física e da própria matemática. A exigência se expandiu para outras áreas. Hoje, um médico que ignore os rudimentos da matemática terá dificuldades para manter-se atualizado, visto que boa parte das pesquisas utiliza análises estatísticas. Sem tratar com o devido apreço a educação, o Brasil se condena ao atraso.*

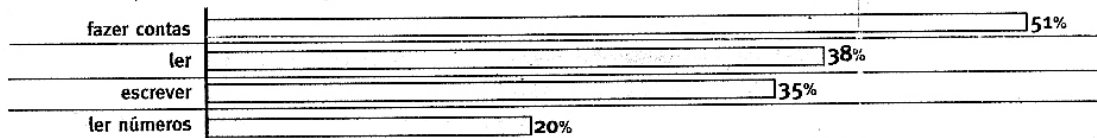
## Anexo 08

FOLHA DE SÃO PAULO  
SUPLEMENTO SINAPSE  
25/02/2003

### Conheça o nível brasileiro de alfabetismo funcional em matemática



Índice das que declaram ter alguma dificuldade em:



## Anexo 09

PROGRAMA ESCOLA IRMÃ  
EDITORA ÁTICA

• Escola Camilo

Meus medos:  
Morro de medo de perder meu pai ou minha mãe.  
Tenho medo de ser assaltada ou seqüestrada.  
Tenho medo de ficar doente e morrer.  
Tenho medo de ser reprovada na escola. Tenho medo da prova de matemática.



• Escola Imois

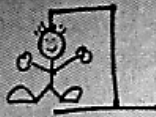
Meus medos:  
Morro de medo de perder meu pai ou minha mãe.  
Tenho medo de meu pai perder o emprego na lavoura ou de minha mãe adoecer e não poder cuidar da casa.  
Tenho medo de ficar doente e morrer.  
Tenho medo de ser reprovada na escola. Tenho medo da prova de matemática.



## Anexo 10

### PRÊMIO BIBLIOTECA MÁRIO DE ANDRADE DE LITERATURA

*“Se você tem mesmo talento para escrever, participe –  
E se não tiver, paciência, faz matemática.”*




A PIPA DO VOVÔ NÃO SO-  
BE MAIS!!!

SE O QUEIJO É DERIVA-  
DO DO LEITE, LOGO O LEI-  
TE É INTEGRAL!!!


CARACU, A CERVEJA  
QUE É A SUA CARA

SUBI NUM PÉ DE COQUE  
PARA VER MEU AMOR PAS-  
SAR, MEU AMOR PASSOU,  
E EU DESCI.




SE VOCÊ TEM MESMO TALENTO PARA ESCRIVER, PARTICIPE.  
E SE NÃO TIVER, PACIÊNCIA, FAZ MATEMÁTICA.

A cidade e sua região São Paulo tem 450 anos de histórias para você contar.  
Escreva sua história. Adote o seu bairro da cidade e crie um papel, você pode ganhar viagens a  
Portugal, Salvador, Rio de Janeiro e ainda ter seu texto publicado no Diário de São Paulo e em livros.  
Inscreva-se até 28 de novembro. Voto o vencedor para uma prêmiação de 100 mil reais.



Prêmio Biblioteca  
Mário de Andrade  
de Literatura



## Anexo 11

AGORA SÃO PAULO

25/07/2003

**CONFISSÃO**  
**Luciano Huck**  
**conta que era**  
**mau aluno**  
No período escolar, o apresentador da Globo quase repetiu por faltas e era péssimo em matemática. A revelação foi feita por Huck em entrevista a revista "Capricho", que chega às bancas nesta semana. (MP)

  
**O apresentador Luciano Huck**

REVISTA VIVA

13/06/2003

  
**Aos 7 anos, Bruna Marquezine brilha como a Salete-de Mulheres Apaixonadas e rouba a cena de colegas consagrados**  
Nome completo: Bruna Marquezine  
Quando e onde nasceu: 04/08/1995, no Rio de Janeiro, RJ  
Comida: Lasanha  
Bebida: Guaraná  
Família: "Moro com meus pais – meu pai é marceneiro e minha mãe, dona-de-casa – e minha irmã, Luana, de 8 meses. Acredita que eu sei trocar a fralda e a roupinha dela?"  
Escola: "Estou na 2ª série e gosto de todas as matérias... Menos de matemática! Às vezes, faço um pouco de bagunça na aula, mas presto bastante atenção quando a professora está explicando coisas novas"



## Anexo 12

FOLHA DE SÃO PAULO

FOVEST

16/05/2002

### O que pensam os educadores sobre o ensino de matemática?

JOSÉ LUIZ PASTORE MELLO  
ESPECIAL PARA A FOLHA

**A** pesar de não haver consenso entre os educadores em relação à principal causa do mau desempenho dos alunos nas áreas de exatas, alguns pontos importantes merecem destaque nessa discussão.

Em primeiro lugar, vale a pena dizer que a educação brasileira vai mal de modo geral e isso não é um privilégio das áreas de exatas. Apenas para ilustrar a situação, anos atrás uma universidade propôs uma dissertação sobre o tema: "O lazer e a vida do homem moderno". O tema teria sido um sucesso, não fosse o fato de quase metade dos candidatos terem dissertado sobre o impacto do uso do laser na vida do homem moderno, citando com convicção a cirurgia de miopia, aparelhos de CD etc.

Se, por um lado, o desdobramento da confusão entre lazer e laser não passou de motivo de piadas entre os estudantes, por outro, não saber resolver uma equação quadrática vira frequentemente bandeira de luta contra a cruel matemática.

Uma primeira questão que merece ser esclarecida para os estudantes diz respeito à suposta idéia de que as ciências exatas, em particular a matemática, são mais difíceis que as demais áreas do conhecimento porque trabalham com raciocínio abstrato. Apesar de encontrarmos inúmeros defensores dessa linha de raciocínio, devo alertar que existem outros educadores que analisam a questão de outro ponto de vista. De acordo com esse segundo grupo, o raciocínio abstrato não é privilégio da matemática, mas, sim, do ato humano de pensar sobre qualquer que seja a área do conhecimento.

Dessa forma, seja na construção de uma poesia, na elaboração de um mapa cartográ-

fico ou na resolução de um sistema de equações, estamos sempre trabalhando com abstrações. Os defensores dessa linha de raciocínio diriam que não há justificativa para dizermos que a idéia de operação entre frações é mais ou menos abstrata que a representação da capital federal no mapa do Brasil por um ponto. Ambas as representações são construções feitas a partir da capacidade humana de abstração.

Se a dificuldade de aprendizagem não se encontra propriamente no caráter abstrato das ciências exatas, então qual seria outro fator relevante para refletirmos sobre a questão? Apesar de também não haver consenso nas respostas a essa questão, alguns educadores acreditam que a matemática se tenha tornado a vilã dos vestibulares porque, da forma como vem sendo cobrada nesses exames, exige excessivo conhecimento cumulativo por parte do estudante. Exemplificando o que quero dizer, um aluno que nunca tenha estudado as capitâncias hereditárias talvez esteja apto a responder a uma questão sobre a Proclamação da República, desde que tenha estudado esse assunto. Em relação à matemática, salvo exceções como a prova do Enem, da forma como os vestibulares tradicionais vêm tratando essa disciplina, dificilmente um aluno estaria apto a resolver uma equação trigonométrica sem dominar bem todas as operações com os números reais.

O estudante deve, portanto, procurar dar mais atenção em seu estudo à qualidade do que à quantidade. Uma boa reflexão sobre um único exercício pode fixar mais uma idéia do que um olhar superficial sobre dez.

José Luiz Pastore Mello é professor de matemática do ensino médio do Colégio Visconde de Porto Seguro

## Anexo 13

FOLHA DE SÃO PAULO  
16/05/2002

### Linguagem

A linguagem utilizada na matemática, na física e na química é outro fator que contribui para amedrontar o vestibulando. "Em matérias de humanas, a linguagem e o raciocínio utilizados são os mesmos do dia-a-dia do aluno.

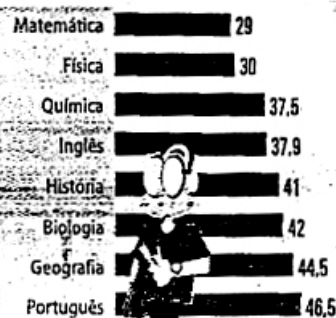
A matemática, por sua vez, tem uma linguagem própria", disse o coordenador da área de exatas do Etapa, Elio Mega. Segundo ele, uma forma de combater a rejeição às exatas é tentar "desmatematizar", quando possível, as matérias. "O professor pode levar bolinhas, por exemplo, e contextualizar o assunto em vez de só apresentar as fórmulas."

Luiz Carlos Gomes, professor do Instituto de Física da USP e membro da Câmara Curricular e de Vestibular da universidade — órgão que sugere mudanças na Fuvest — disse que a tendência é que a primeira fase da Fuvest cubra mais a parte qualitativa e as ligações com o dia-a-dia.

### EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE INSCRITOS

#### Acertos na 1ª fase

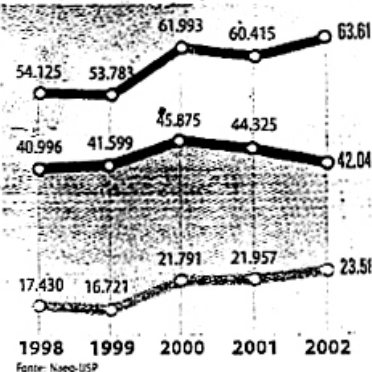
Da Fuvest-2002, em %



Fonte: Fuvest

Na Fuvest

Exatas Humanas Biológicas



Fonte: Neeq-USP



MATEMÁTICA, FÍSICA E QUÍMICA A TORMENTA EM GRANDE PARTE DOS ALUNOS



# Falta de ligação com o cotidiano causa desinteresse



DESEMPENHO EM EXATAS DEPENDE  
TAMBEM DE CONHECIMENTO  
ACUMULADO PELO ESTUDANTE

**"Eu odeio números", diz a estu-**  
dante Marcela Polido Serra, 16. Já sua amiga Milena Rachel de Queiroz, 17, afirma não ver aplicação prática para a física e a matemática. As duas, assim como grande parte dos vestibulandos, afirmam que matemática, física e química são as que mais causam problemas na hora de estudar.

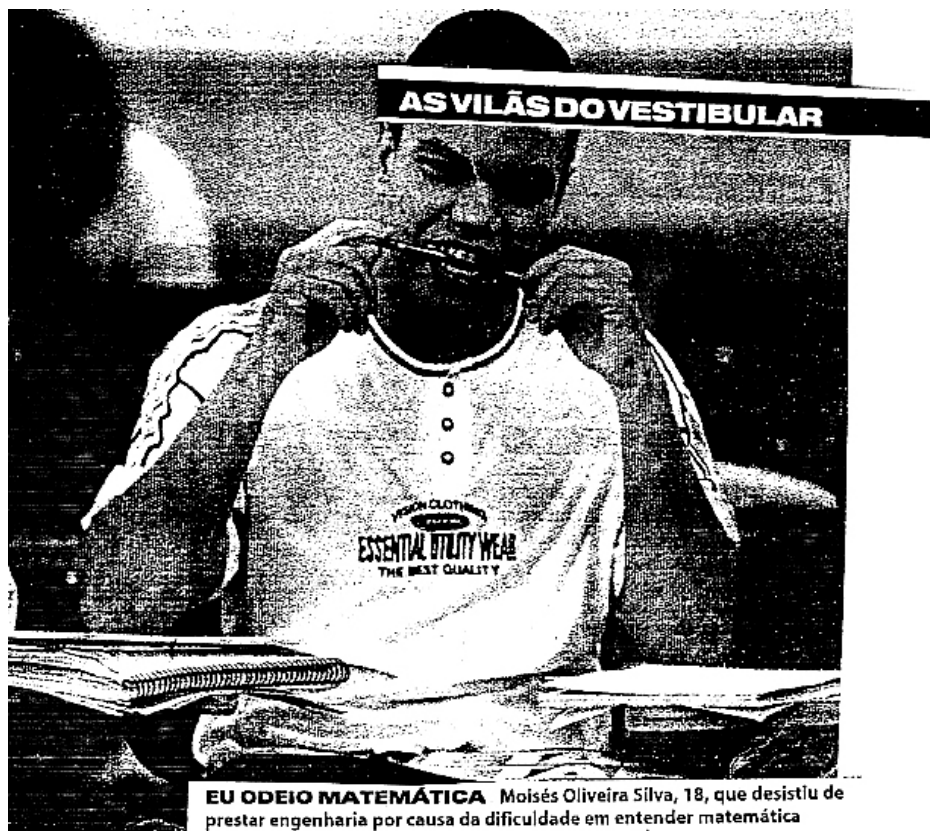
Nos cinco últimos vestibulares da Fuvest, física sempre esteve entre as três matérias com pior desempenho médio na primeira fase; química esteve por quatro vezes e matemática por duas. No ano passado, matemática foi a disciplina em que os estudantes foram pior na primeira fase.

A falta de ligação do que é ensinado com aplicações práticas no cotidiano do estudante é uma das principais causas da falta de interesse dos alunos pelas matérias de exatas, o que ocasiona o mau desempenho nessas disciplinas.

## Anexo 15

FOLHA DE SÃO PAULO

16/05/2002



### Baixa procura por carreira de exatas prejudica pesquisa

DA REPORTAGEM LOCAL

O mau desempenho em matemática ou nas outras matérias de exatas também influi na escolha da profissão. Segundo dados do Naeg (Núcleo de Apoio aos Estudos de Graduação), da USP, no último vestibular, enquanto as carreiras nessa área tiveram 23.585 inscritos, as de humanas tiveram mais que o dobro, 63.614.

Moisés Oliveira Silva, 18, por exemplo, no ano passado tentou uma vaga em engenharia, mas este ano decidiu tentar medicina, pois diz ter dificuldades em matemática, sobretudo em geometria.

O baixo número de pessoas que procuram a área de exatas acaba por refletir no desenvolvimento

do país, segundo o professor Marcelo Lellis. Como a procura é menor, a quantidade de formados para trabalhar com ciência e tecnologia tende a diminuir, o que agrava a dependência brasileira nesses setores. O mesmo desinteresse ocorre pela licenciatura em matemática. O concurso promovido pela Secretaria da Educação de São Paulo, em 1998, por exemplo, mostrou que essa é a disciplina que apresenta o maior déficit de professores na rede estadual.

Na opinião de Adelaide Faljoni-Alario, do Instituto de Química da USP, se o aluno vai mal em exatas, ele evitará ter de fazer essas matérias na segunda fase da Fuvest por causa da concorrência. "Pode até haver curiosidade pelo assunto,

mas, na prática, ele evitará esses conteúdos na segunda fase."

Em algumas faculdades particulares, em que a concorrência é menor, o aluno com desempenho ruim em exatas pode ser aprovado, o que causa outro problema: o início do curso terá um nível mais baixo para suprir as deficiências deixadas pelo ensino médio.

Para o professor de física da USP Luiz Carlos Gomes, a baixa procura a esses cursos deve-se também à baixa motivação que as exatas exercem nos estudantes. "Na física, por exemplo, nós temos os buracos negros, que poderiam causar uma curiosidade no estudante, mas não é nada comparado a um clone mostrado na novela das oito."

## Anexo 16

CAPA REVISTA NOVA ESCOLA  
SETEMBRO 2002

SETEMBRO DE 2002 WWW.NOVAESCOLA.COM.BR

Abil Fundação Victor Civita

A REVISTA DO PROFESSOR

**NOVA escola**

PARTICIPE!  
A Abril banca mais sonhos.  
15 MIL PRÊMIOS E 3 CASAS  
Válido até 30/09

PRECIO DE CUSTO • SEM FINS LUCRATIVOS  
Ano XXV Nº 124  
Venda proibida R\$2,00

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
**FINE**

**HÁ VAGAS PARA PROFESSORES**

**NAS ESCOLAS** Professores de Ciências, Física, Química e Matemática

**NAS EMPRESAS** Professores de Língua Portuguesa, Inglês, Espanhol e Educação Física

**NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA** Professores com boa didática e domínio da informática

**ADOLESCENTES**  
Nós damos a chave para  
você despertar o interesse  
deles pelas aulas

**BRINCAR E EDUCAR**  
Um novo olhar  
sobre a  
Educação Infantil

**JORNAL NA ESCOLA**  
Para formar bons leitores  
e enriquecer suas aulas com  
assuntos novos todo dia

## Anexo 17

### QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS

Aluno:

\_\_\_\_\_

Data:

Escola:

Série:

1. Por que gosto de Matemática?
2. Por que não gosto de Matemática?
3. Como deveria ser uma aula de Matemática para que eu goste dela?
4. a) Quando você tira uma nota boa na Matemática, a que você atribui esse sucesso?  
b) Quando a nota não é boa, porque isso acontece?
5. Você acha que a Matemática serve para alguma coisa? Por quê?

## Anexo 18

### QUESTIONÁRIO DOS PROFESSORES

---

Nome do professor de matemática:

Data:

Quantos anos já leciona Matemática?

Quais as séries que já lecionou?

Quais as séries que leciona atualmente?

8. Quais as maiores dificuldades encontradas pelos seus alunos para entender a Matemática?
9. Quais as maiores dificuldades encontradas por você professor para conseguir ensinar Matemática?
10. Quais são os vícios, os equívocos no ensino de Matemática que provocam a deficiência nos alunos, contribuindo assim para o insucesso deles?
11. Uma das grandes dificuldades em despertar o gosto dos alunos pela Matemática é a ênfase atribuída à natureza abstrata do conhecimento matemático. Como essa dificuldade poderia ser contornada?
12. A Matemática na escola, em geral, não diz nada para o aluno sobre o mundo que o cerca. Como fazê-la entrar na vivência do aluno?
13. Como a Matemática deve ser ensinada para não travar o aluno: Com firmeza? Com doçura? De maneira lúdica? Vivencial?
14. Como você acha que está sendo a formação dos novos professores de Matemática? O que há de bom? Quais as lacunas?

## BIBLIOGRAFIA

- ADLER, Irwing. *Matemática e Desenvolvimento*. São Paulo: Cultrix, 1965.
- AQUINO, Júlio Groppa. *Confrontos na Sala de Aula*. São Paulo: Summus, 1996.
- ASSMANN, Hugo. *Paradigmas Educacionais e Corporeidade*. Piracicaba: Unimep, 1995.
- ASSMANN, Hugo. *Reencantar a Educação: rumo à sociedade aprendente*. Petrópolis: Vozes, 2001.
- ASSMANN, Hugo. *Metáforas novas para reencantar a educação*. Piracicaba: Unimep, 1996.
- BACQUET, Michelle. *Matemática sem dificuldades*. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- BARCO, Luiz. *Dois mais Dois*. Revista *Super Interessante*. São Paulo, Nov. 1990, p. 66.
- BLASKESLLE, Sandra. *Neurobiologia reescreve a gramática*. *O Estado de São Paulo*, 14 de setembro de 1991, Caderno Ciência e Tecnologia, p. 12.
- BIGODE, Antônio José Lopes. *Matemática é hoje feita assim*. São Paulo, F.T.D.
- BOYER, Carl B. *Histórias da Matemática*. São Paulo: Edgar Blücher, 1986.
- CAPRA, Fritjof. *O Ponto de Mutação*. São Paulo: Cultrix, 2003.
- CARRAHER, Terezinha Nunes et alii. *Na Vida Dez, na Escola Zero*. São Paulo: Cortez, 1988.
- CARVALHO, D. L. *Metodologia do Ensino da Matemática*. São Paulo: Cortez, 1991.
- CENTURIÓN, Marília. *Números e Operações*. São Paulo: Scipione, 1993.
- CHACÓN, Inés María Gómez. *Matemática Emocional*. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- CHAMBADAL, Lucien. *Dicionário da Matemática Moderna*. São Paulo: Nacional, 1978.
- CHANGEUSE, Jean e CONNES, Alain. *Matéria e Pensamento*. São Paulo: Ed. Unesp, 1996.
- CORTELLA, Mario Sergio. *Antes que seja tarde*. Revista *Educação*, edição 256, agosto de 2002, p. 58.

COURANT, Richard e ROBBINS, Herbert. *O que é Matemática?* Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2000.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Da Realidade à Ação: Reflexões sobre Educação e Matemática*. São Paulo: Summus, 1986.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Etnomatemática*. São Paulo: Ática, 1993.

D'AUGUSTINE, Charles H. *Métodos Modernos para o Ensino da Matemática*. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1982.

DIENES, Zoltan P. *As seis etapas do processo de aprendizagem em Matemática*. São Paulo: Ed. Pedagógica, 1973.

DIMENSTEIN, Gilberto e ROSSETTE, Fernando. *Aprendiz*. *Revista Educação*, Junho 2001, p. 38.

DREW, Walter et alii. *Como motivar os alunos hoje*. São Paulo: Saraiva, 1977.

ENGEL, Wanda. Construindo uma sociedade mais justa. *Folha de São Paulo*, coluna Opinião, 09 Julho de 2001, p. 16.

FREIRE, Paulo. *Educação como Prática da Liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

GARCIA, Cláudia. *Programa Escolas-Irmãs*. Programa Fome Zero. Ed. Ática.

GARDNER, Howard. *A criança na pré-escola: Como pensar e como a escola pode ensiná-la*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

GIAQUINTO, Adelaide. *Do Bagulho ao Enunciado*. São Paulo: 2001. Dissertação de mestrado, São Paulo, UNINOVE.

GIOVANNI, José Ruy, CASTRUCCI, Benedito, GIOVANNI, Jr., José Ruy. *A conquista da Matemática*. FTD: 1994.

GOLEMANN, Daniel. *Inteligência Emocional*. São Paulo: Objetiva, 1995.

GONZALEZ, Maria Eunice. Biologia do Conhecer. *Folha de São Paulo*, 14 de Julho de 2001, Jornal de Resenhas, p. 6.

JORNAL *Folha de São Paulo*, 16 de Novembro de 1987, Secção Folha Ciência.

JORNAL *Folha de São Paulo*. 25 de Março de 2003, Sinapse, p. 9–11.

JORNAL *Folha de São Paulo*, Março de 2002, Suplemento Fovest, p. especial 2.

JORNAL *Folha de São Paulo*, 24 de Maio de 2003, Suplemento Folhinha, F4.

JORNAL *Folha de São Paulo*, 25 de Fevereiro de 2003.

JORNAL *Folha de São Paulo*, 16 de Maio de 2002, Suplemento Fovest.

JORNAL *Folha de São Paulo*, 27 de Janeiro de 2004, Sinapse, p. 8-10.

JORNAL *Agora São Paulo*. Procura-se Professor de Matemática. 4 de Novembro de 2001, p. A3.

JORNAL *Agora São Paulo*. Matemática sob ameaça. 6 de Novembro de 2001, p. A10.

JORNAL *Agora São Paulo*, 25 de Julho de 2003.

JORNAL *Diário Catarinense. Fórum dos Leitores*. 29 de Dezembro de 2002, p. 2.

JORNAL *Diário Catarinense. Fórum dos Leitores*. 6 de Janeiro de 2003, p. 3.

JORNAL *Diário Catarinense. Fórum dos Leitores*. 4 de Janeiro de 2003, p. 2.

KAMI, Constance. *A Criança e o Número*. Campinas: Papiros, 1985.

KAMI, Contance. *Desvendando Aritmética: Implicações da teoria de Piaget*. Campinas: Papiros, 1995.

LEVY, Pierre. *As tecnologias da Inteligência*. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

LINS, Romulo, *A formação exige prática. Revista Nova Escola*. Número 165, Setembro 2003, p.14.

LYOTARD. *O Pós-Moderno*, São Paulo: José Olimpo Editora, 1993.

MACHADO, Nilson José. *Matemática e Língua Moderna: A Análise de uma impregnação mútua*. São Paulo: Cortez, 1990.

MACHADO, Nilson José. *Matemática e Educação: Alegorias, Tecnologias, Temas afins*. São Paulo: Cortez, 1992.

MACHADO, Nilson José. *Epistemologia e Didática: As concepções de Conhecimento e Inteligência, a prática docente*. São Paulo: Cortez, 1995.

MAGGER, Robert F. *Atitudes favoráveis ao Ensino*. Ed. Globo, 1976.



- MARCHAND, Max. *A efetividade do Educador*. São Paulo: Summus, 1985.
- MARTINELLI, Marilu. *Conversando sobre educação em valores humanos*. São Paulo, Peirópolis, 1999.
- MATURANA, Humberto. *Autopoiese e Conhecimento*. Reidel, 1980.
- MATURANA, Humberto e VARELA, Francisco. *A Árvore do Conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano*. Campinas: Editorial Psy, 1995.
- MATURANA, Humberto. *Emoções e Linguagem na educação e na política*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.
- MATURANA, Humberto e REZEPKA, Sima Nisis de. *Formação Humana e Capacitação*. Petrópolis: Vozes, 2001.
- MATURANA, Humberto. *A ontologia da realidade*. Org. Cristina Magro, Mirian Garciano e Nelson Vaz. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.
- MATURANA, Humberto e VERDEN-ZÖLLER, Gerda. *Amar e Brincar: Fundamentos esquecidos do humano*. São Paulo: Palas Athena, 2004.
- MELLO, Luiz Pastore. Reflexões sobre o infinito, *Folha de São Paulo*, Suplemento Fovest, 2002, p. 2.
- MORIN Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez, 2000.
- MORIN, Edgar. *Introdução à política do Homem*. Trad. Celso de Sylos. Rio de Janeiro: Ed. Forense, 1969.
- MORIN, Edgar. *A cabeça bem feita*. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil Ltda, 2003.
- MORIN, Edgar. 2003. [www.novaescola.com.br](http://www.novaescola.com.br) acesso em 14 de junho de 2004.
- O'BRIEN, Thomas. A Matemática do papagaio. *Revista Nova Escola*. Agosto de 2000.
- PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS. Matemática quinta à oitava série do Ensino Fundamental e primeira à terceira série do Ensino Médio. Secretária da Educação, MEC 1998.
- PATTO, Maria Helena Souza. *A Produção do Fracasso Escolar*. São Paulo: TA. Queiroz Editores, 1993.

PERES, Rosemeire Vastag Leite. *A Matemática do Prazer à Dor Existencial*. Dissertação de mestrado, São Paulo, UNINOVE, 2001.

PETRAGLIA, Izabel Cristina. *Edgar Morin: A educação e a complexidade do ser e do saber*. Petrópolis: Vozes, 1995.

PONTES, Luciano Meireles. O homem, o corpo e a corporeidade. *Revista Virtual Efartigos*, Ed. Física. Maio, 2004.

REVISTA Educação. São Paulo, Junho 2001, p. 38.

REVISTA Educação. São Paulo, número 251, Março 2002, p. 64.

REVISTA Educação. São Paulo, número 257, Setembro de 2002, p. 32.

REVISTA Nova Escola. São Paulo, Agosto 2000.

REVISTA Nova Escola. São Paulo, número 163, Junho/Julho 2003, p. 44, 50-51.

REVISTA Nova Escola. São Paulo, número 175, Setembro 2004.

REVISTA Nova Escola. São Paulo, número 176, Outubro de 2004, p. 18.

REVISTA Viva. Na cola dos famosos, 13 de Junho 2003.

SITE – [www.novaescola.com.br](http://www.novaescola.com.br)

SITE- [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)

SITE – [www.ufmg.br](http://www.ufmg.br)

SILVA, José Roberto. *Ensino dos Conceitos de Proporção e Função no Âmbito da Engenharia Civil: Um estudo no campo da Matemática*. 2004.

SILVA, J. M. (org). *Os educadores e o cotidiano escolar*. Campinas: Papirus, 2000.

SILVA, Maria Aparecida Lemos. *Conteúdos Pré-Requisitos em Matemática no Primeiro-Grau: Um estudo diagnóstico realizado na Escola Pública de primeiro grau, no município de Florianópolis*. Dissertação de mestrado. São Paulo, PUC, 1989.

SEVERINO, Antonio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico*, 22ª ed. São Paulo: Cortez, 2004.

SMOLE, Kátia Cristina Stocco. *A Matemática na Pré-Escola: uma abordagem consentânea à Teoria das Inteligências Múltiplas*. São Paulo, USP, 1995.

SMOLE, Kátia Cristina Stocco. *A Matemática na Educação Infantil*. A teoria das inteligências múltiplas na prática escolar. Porto Alegre: Artmed, 1996/2000.

SOUZA, Ricardo Luis. *A atitude interdisciplinar como fundamentação para o ensino da Matemática*. Dissertação de mestrado. São Paulo, PUC, 1995.

THOMPSON, William Irvin (org). *Gaia: Uma teoria do Conhecimento*. São Paulo: Ed. Gaia, 2000.

VARELA, Francisco. O Caminhar faz a Trilha, In: THOMPSON, William Irwin. *Gaia : Uma teoria do Conhecimento*. São Paulo: Ed. Gaia, 2000.

VALLE, Edênio. *Educação Emocional*. São Paulo: Ed. Olho d'Água.

VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e Linguagem*. Lisboa: Antídoto, 1979.

VICUNA, Bárbara – [www.matriztica.org](http://www.matriztica.org), 2002.

VIKTOR, Mariana. Abaixo de Zero. *Revista Educação*. Número 257, Setembro de 2002, p. 29.

WITTGENSTEIN, Ludwig. *Investigações Filosóficas*. São Paulo: Ed. Vozes, 1996.

ZUNINO, Delia Lerner. *A didática da Matemática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.