

# O ENSINO DE MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA FORMAÇÃO DE CONCEITOS: IMPLICAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS

José Carlos MIGUEL<sup>1</sup>

**Resumo:** O artigo discute os pressupostos teóricos de uma ação pedagógica voltada para a formação de conceitos em Matemática a partir de proposta didático-pedagógica desenvolvida no contexto de um projeto do Núcleo de Ensino da UNESP – Campus de Marília. Nesse mister, procede a um diagnóstico da realidade escolar, desenvolve análise documental para situar as ações no contexto do movimento de reorganização curricular e de renovação das formas de difusão do conhecimento matemático e encaminha perspectivas de intervenção na realidade pesquisada. Analisa, ainda, as relações entre desenvolvimento cognitivo e aprendizagem matemática, e elenca implicações relativas a essa compreensão para a organização das ações docentes.

**Palavras-chave:** Educação Matemática; ensino; currículo; metodologia; problematização.

## INTRODUÇÃO

O presente estudo decorre de questionamentos sobre a prática escolar cotidiana e a conseqüente busca de compreensão das dificuldades enfrentadas por professores e alunos para lidar com os conceitos matemáticos.

Trata-se de reflexão teórica com base em pesquisa bibliográfica que, no entanto, assenta-se sobre uma série de ações práticas tanto de formação inicial como de formação contínua de professores desenvolvidas no contexto de projeto do Núcleo de Ensino vinculado ao Departamento de Didática da UNESP - Câmpus de Marília.

Uma análise atenta do fazer pedagógico cotidiano revelará que as crianças que chegam à escola normalmente gostam de Matemática. Entretanto, não será difícil constatar também que esse gosto pela Matemática decresce proporcionalmente ao avanço dos alunos pelos diversos ciclos do sistema de ensino, processo que culmina com o desenvolvimento de um sentimento de aversão, apatia e incapacidade diante da Matemática.

As diversas tentativas de explicação do problema transitam pelas idéias de formação inadequada do professor, condições inadequadas de trabalho no magistério, dificuldades de aprendizagem dos alunos, desvalorização da escola, currículos e programas de ensino obsoletos, etc., e, via de regra, cada aspecto dessa problemática merece a devida consideração e cumpre um papel determinante para o desempenho das crianças nessa área do conhecimento.

---

<sup>1</sup> Professor assistente doutor – professor de Metodologia do Ensino de Matemática (Departamento de Didática – Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP – Campus de Marília)

Neste estudo, analisaremos as dificuldades de relacionamento com as idéias matemáticas com a preocupação centrada nas características do que poderia ser denominado de processo de ensino de Matemática situado na perspectiva da formação de conceitos e as implicações dessa postura pedagógica para a prática docente em suas dimensões teóricas e de caráter metodológico.

Muito se tem discutido sobre o lugar e o significado das competências e habilidades que são exigidas dos indivíduos na sociedade contemporânea. No caso da aprendizagem matemática, essa preocupação resulta de uma forte pressão sobre a instituição escolar, para que a formação de nossos alunos zele pelo desenvolvimento de habilidades que vão muito além dos conhecimentos específicos e dos procedimentos dessa área.

O que se deve ter claro é que a escola sempre teve como meta que os alunos fossem capazes de relacionar adequadamente várias informações, fatos, conhecimentos e habilidades para enfrentar situações-problema; no entanto, em raros momentos trabalhou-se sistematicamente para atingi-la.

#### **DESENVOLVIMENTO E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA: IMPLICAÇÕES PARA O TRABALHO NA SALA DE AULA**

A tese da educação como valor universal historicamente coloca a discussão sobre a produção e difusão do conhecimento matemático, em particular, como um pêndulo que, em geral, oscila entre o objetivismo e o subjetivismo.

Assim, há momentos em que se nota ênfase acentuada nos fatores externos ao desenvolvimento e à aprendizagem; noutros momentos, os determinantes da relação desenvolvimento e aprendizagem são fatores internos e, ainda cumpre destacar, há aqueles momentos em que se nota uma tendência a aceitar como pertinente a idéia de dissociação entre desenvolvimento e aprendizagem.

Essa dicotomia entre desenvolvimento e aprendizagem traz conseqüências para a organização dos programas de ensino e para a forma metodológica de difusão do conhecimento matemático. No contexto educacional paulista basta observar com um pouco mais de atenção as duas tentativas mais recentes de reorganização curricular, o advento dos Guias Curriculares de 1971 e as Propostas Curriculares para o Ensino de Matemática e os subsídios que são corroborados e ampliados pelas implicações para a organização curricular advindas dos Parâmetros Curriculares Nacionais, para se perceber o confronto entre essas posições teóricas.

De fato, o conhecimento matemático não se consolida como um rol de idéias prontas a serem memorizadas; muito além disso, um processo significativo de ensino de

Matemática deve conduzir os alunos à exploração de uma grande variedade de idéias e de estabelecimento de relações entre fatos e conceitos de modo a incorporar os contextos do mundo real, as experiências e o modo natural de envolvimento para o desenvolvimento das noções matemáticas com vistas à aquisição de diferentes formas de percepção da realidade. Mas ainda é preciso avançar no sentido de conduzir as crianças a perceberem a evolução das idéias matemáticas, ampliando progressivamente a compreensão que delas se tem.

Isso posto, num sentido, a tese da educação como valor universal questiona o inatismo que justifica as diferenças individuais com determinantes biológicos e tenta demonstrá-lo mediante testes de inteligência, de aptidão, de prontidão, etc. Noutra sentença, ao buscar a compreensão do crescimento dos indivíduos, a discussão tende a deslocar o pêndulo para o espectro da tese ambientalista que encontra na família, no ambiente social e na cultura os fatores determinantes do desenvolvimento humano.

A dicotomia apontada traz conseqüências metodológicas que oscilam entre tentativas de compreensão de “como se ensina” ou de “como os alunos aprendem” Matemática. Nesse estudo, pautamos nossa compreensão no sentido da indissociabilidade entre desenvolvimento e aprendizagem posto que

(...) o aprendizado não é desenvolvimento; entretanto, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas. (VYGOTSKY, 1989, p. 101).

Ainda que constituam conceitos distintos, desenvolvimento e aprendizagem são profundamente interdependentes. Essa articulação vem sendo discutida desde o início do século XX e, ainda assim, é possível notar nas tentativas de reformas curriculares, artigos e propostas de cursos um conjunto de idéias que indicam a presença dessa dificuldade de mudança conceitual.

Não atentar adequadamente para a relação entre desenvolvimento e aprendizagem traz conseqüências para as concepções de ensino e suas implicações na prática pedagógica, em especial para a forma de organização curricular. Não permite perceber, por exemplo, que o processo de conhecimento não é linear nem progressivo, isto é, pode dar saltos e reviravoltas.

A experiência escolar com a ciência matemática é uma ação que vem se somar ao fazer do indivíduo, isto é, insere-se em um processo contínuo de desenvolvimento que se iniciou antes do seu processo de escolarização de modo que o sujeito já detém certas formas

de atividade matemática e já faz uso tanto de sistemas expressivos como simbólicos. Como exemplo, considere-se que diversos experimentos desenvolvidos por Vygotsky demonstraram, dentre outras coisas que, para as crianças, falar é tão importante como atuar, quando se propõe uma meta; além disso, quanto mais complexa é a experiência e menos direta sua solução, mais importante resulta a linguagem na realização da operação.

Por conseqüência, o desenvolvimento das habilidades lingüísticas deveria se realizar de maneira integrada e conjunta com as atividades matemáticas, desde muito cedo, o que traz sérias conseqüências para o planejamento das ações didáticas e para a organização curricular nas escolas. Isto posto, registre-se as contradições de se organizar, nas escolas estaduais paulistas, classes de reforço pedagógico de séries iniciais do ensino fundamental pautados apenas na busca de compreensão dos processos de leitura e escrita, sem menção ao conteúdo matemático, como se isso fosse possível, isto é, se o fato matemático não se caracterizasse como dimensão fundamental da linguagem, sem o qual o processo de alfabetização simplesmente não se consolidaria.

Para além das dimensões científica e tecnológica, a Matemática se consolida como fundamental componente da cultura geral do cidadão que pode ser observada na linguagem corrente, na imprensa, nas leis, na propaganda, nos jogos, nas brincadeiras e em muitas outras situações do cotidiano. Resumidamente, a discussão sobre o problema da formação de conceitos matemáticos deve considerar como teses centrais da ação na situação de ensino e de aprendizagem as perspectivas de:

- a) **Contextualização:** consideração no trabalho pedagógico com Matemática dos aportes socioculturais do alunado para criar condições de se considerar na matemática escolar situações vivenciadas pelos alunos fora da escola, o que se poderia denominar de matemática cultural, isto é, as diversas formas de matematização desenvolvidas pelos diversos grupos sociais, de modo a permitir a interação entre essas duas formas de pensamento matemático.
- b) **Historicização:** mostrar aos alunos a forma como as idéias matemáticas evoluem e se complementam formando um todo orgânico e flexível, mas rigorosamente articulado, é pressuposto básico para se compreender a Matemática como um processo de construção. Não é possível construir aquilo que está pronto.

- c) **Enredamento**: organização das idéias matemáticas em articulação com as diversas áreas do conhecimento posto que elas não surgem do nada; pelo contrário, muitas idéias matemáticas nem surgiram em contextos exclusivamente matemáticos como, por exemplo, a bela teoria dos exponenciais.

Talvez a mais importante implicação teórico-metodológica de uma proposta de formação de conceitos em Matemática seja a compreensão do educador como mediador do processo de construção do conhecimento, criando situações pedagógicas para que a criança exercite a capacidade de pensar e buscar soluções para os problemas apresentados. Através de ações sobre os objetos, inventando e descobrindo relações, estruturando o seu pensamento lógico - matemático, especialmente no que respeita às noções de quantidade e medida e exploração sensorial do mundo físico, é que a criança logrará condições para evolução da representação simbólica da Matemática. Número, operações, resolução de problemas, espaço, forma, tempo, etc. não são noções que se desenvolvem nas crianças apenas mediante repetição, por simplesmente ouvir falar.

A preocupação em discutir as diretrizes gerais de um processo de ensino de Matemática situado na perspectiva da formação de conceitos impõe considerar a dinâmica de trabalho pedagógico desenvolvida por professores e alunos, sobretudo indicar os princípios e encaminhamentos metodológicos norteadores dessa ação.

#### **DAS TESES DA FORMAÇÃO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS À REALIDADE DA SALA DE AULA: DIFICULDADES PARA INOVAÇÕES CURRICULARES**

As idéias de contextualizar, historicizar e enredar, teses centrais de um processo de formação de conceitos matemáticos, se mostram presentes, embora de maneira pouco explícita, nas tentativas de renovação do ensino da Matemática no contexto brasileiro. A dificuldade na implantação das reformas curriculares é um problema crônico do sistema de ensino em todos os níveis por serem tomadas como decisões centralizadas, sem a participação mais efetiva dos professores. Todos os diagnósticos sobre a situação do ensino de Matemática nas escolas apontam para dificuldades de compreensão das diretrizes emanadas das recentes tentativas de reformas curriculares, particularmente, no caso do estado de São Paulo, da Proposta Curricular para o Ensino de Matemática no Nível Fundamental e dos Parâmetros Curriculares Nacionais – Matemática.

Dentre essas dificuldades, cumpre destacar:

- a) conhecimento parcial das teses da reforma curricular paulista e das diretrizes pedagógicas emanadas dos PCN de Matemática pelo conjunto dos professores;
- b) desenvolvimento parcial das diretrizes curriculares, via de regra, adequando-se os programas de Matemática tal como propõe a reorganização curricular, mas apontando dificuldades para a veiculação do conteúdo na forma metodológica indicada;
- c) os professores consideram a metodologia de ensino proposta, a seleção e a seqüenciação dos conteúdos como adequadas, embora apontem dificuldades para suas veiculações na prática de sala de aula de forma sistemática;
- d) preocupação acentuada com a organização linear dos programas e dificuldade para perceber o currículo como um todo organizado sistematicamente, mas de forma flexível;
- e) a linguagem utilizada nos documentos dificulta a compreensão das questões pedagógicas relevantes envolvidas e, até mesmo, a sua leitura ;
- f) a falta de apoio técnico - pedagógico, o tempo restrito para o preparo das aulas e a participação tímida do conjunto dos professores da Rede Oficial de Ensino no processo de elaboração das propostas curriculares como entraves para a melhor divulgação de suas teses e para a implementação prática das diretrizes pedagógicas apontadas;
- g) condicionamento da implementação prática das reformas curriculares de Matemática à orientação técnico-pedagógica adequada;
- h) dificuldades para o estabelecimento de relações entre o proposto na reforma curricular paulista (1986) e as disposições contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Uma análise qualitativa dessa problemática certamente se impõe e não podemos nos esquivar de algumas conclusões que nos parecem pertinentes.

Nos Parâmetros Curriculares o avanço se dá na direção da preocupação mais acentuada com a organização dos conteúdos em rede de significações, com a conseqüente discussão sobre os temas transversais e a perspectiva da utilização de novas tecnologias no ensino com ênfase, no caso da Matemática, para o tratamento da informação. No entanto, a questão da divulgação das diretrizes curriculares da reforma ainda se mantém. O problema é crônico e histórico, e a implantação de monitorias, dentre outras medidas adotadas, não resolveu o problema.

De fato, tanto no caso paulista como possivelmente no restante do território nacional, as discussões sobre a elaboração de parâmetros para o ensino de Matemática em nível nacional tiveram como pano de fundo um conjunto de teses já analisadas a partir das experiências das diversas equipes técnico-pedagógicas das Secretarias Estaduais de Educação para implementação curricular em Matemática.

Tratou-se de uma ação que envolveu, após a elaboração do documento preliminar, assessores das secretarias municipais e estaduais de Educação, especialistas das universidades, professores do ensino fundamental e demais instituições envolvidas com a discussão sobre a Educação Matemática. É certo que para a elaboração do documento buscou-se um grande debate nacional, se considerarmos a dificuldade para envolvimento de todos os agentes em um país com dimensões continentais como o Brasil, possibilitando apontar diversos pontos de consenso e dissenso entre os educadores matemáticos que emitiram pareceres sobre a relevância, a necessidade e as concepções presentes no documento final elaborado para se constituir num referencial atualizado e adequado para o ensino de Matemática no nível fundamental em todo o país.

Há que se ponderar que as mudanças nas práticas escolares só se consolidarão, portanto, quando o grupo constituído na escola tiver consciência da necessidade da mudança. O que mobiliza o grupo envolvido na renovação da prática pedagógica é o interesse pela transformação. Tomada a decisão pela tentativa de mudança o grupo buscará formas de superação das defasagens de formação através da leitura, de reflexão sobre a prática docente e do intercâmbio com outros grupos constituídos em outras instâncias, especialmente das universidades.

Impõe-se-nos, por esse modo de pensar, o desenvolvimento de ações no sentido de mobilizar os grupos constituídos no interior da escola, encaminhando-os para a discussão, para a reflexão, de forma que as contradições existentes entre o pensamento e a ação, entre o vivido e o concebido, se tornem explícitas, impulsionando-os para a mudança. Fica claro, então, que incrementar o processo pedagógico passa pela **formação contínua de professores** a partir de um investimento em **projetos de escola**, ação que passa pela inovação e pelo ensaio de novas formas de trabalho pedagógico.

As dificuldades para a organização do trabalho na escola pública de forma a garantir a implementação curricular como uma atitude planejada, organizada e coerente com os princípios de ensino voltados para a formação dos conceitos exigem ações mais significativas no processo de formação contínua e **envolvimento coletivo** dos professores, visto que ações individualizadas dentro da escola culminam por serem diluídas com o passar do tempo.

Isso posto, ressalte-se a necessidade de se pensar na formação de um professor - investigador da prática pedagógica, capaz de compreender o elo indissociável entre a prática e a reflexão; construindo e reconstruindo o seu conhecimento sobre o ensinar e o aprender e sobre o papel que a escola desempenha no processo social é que o próprio sujeito da prática pedagógica desenvolverá a consciência da mudança, consolidando-a quando esta se tornar uma necessidade para ele próprio e, por extensão, para o grupo ao qual pertence.

#### **FORMAÇÃO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS E REORGANIZAÇÃO DAS AÇÕES DOCENTES**

A preocupação com a configuração de uma ação técnico-pedagógica definida no contexto da metodologia de ação – reflexão - ação pela problematização da prática pedagógica, tese fundamental de um processo de formação de conceitos em Matemática, exige pensar que:

- a. O desinteresse e o baixo rendimento dos alunos em Matemática, historicamente decorrente da forma tradicional de veiculação do conhecimento matemático, contrastam com o conteúdo lúdico e a beleza formal da matemática;
- b. a ênfase exagerada no simbolismo lógico - formal da Matemática reforça a tendência pedagógica de “passar conteúdo” (processo de transmissão do conhecimento) em detrimento de um processo de construção do saber matemático;
- c. a preocupação com operações rotineiras e memorização mecânica dos principais resultados da ciência matemática prejudica o desenvolvimento cognitivo do aluno determinando, em associação com outros fatores, o fracasso do aluno;
- d. a inexistência de integração entre os temas em consequência da organização linear do currículo (“currículo em escada”) contrasta com a “organização em espiral” como pretende a reforma curricular paulista e, particularmente, quanto à concepção contemporânea de currículo como “rede de significados” e reforça a fragmentação dos programas de ensino de Matemática.

BRUNER (1978) considera que o ensino e a aprendizagem da estrutura, mais do que o simples domínio de fatos e técnicas, está no centro do clássico problema da transferência, isto é, se o sujeito conhece uma situação-problema A e se vê diante de uma situação-problema B, que guarda relação direta com a primeira, só haverá aprendizagem de fato se ele conseguir dar esse salto qualitativo no sentido de tirar conclusões que não estavam explícitas naquela.

Já se apresenta como consensual o fato de vivermos um tempo no qual a pressão social sobre a escola é acentuada no sentido de que a formação de nossos alunos cuide do desenvolvimento de um número considerável de habilidades de pensamento, indo

muito além dos conhecimentos específicos e dos procedimentos. Essa mudança de atitude na escola exige romper paulatinamente com um fazer pedagógico centrado excessivamente na figura do professor. Reveste-se de relevância à medida em que todas as pesquisas sobre o cotidiano da escola apontam para a força das **relações interpessoais** na concretização das inovações curriculares.

A pesquisa em Educação Matemática já definiu que ao organizar as idéias matemáticas ordenando-as exclusivamente segundo o critério da precedência lógica, característica decorrente das influências daquele modelo formal, o fazer pedagógico tradicional na escola desconsidera todos os demais aspectos psicológicos, socioeconômicos e culturais envolvidos na criação matemática.

O aluno, quando interpreta dados e informações, o faz dentro de um referencial cujo aspecto mais fundamental é o **histórico** de suas experiências anteriores. A dissociação entre a forma e o conteúdo do ensino de Matemática não permite aos alunos apreender a estrutura de um assunto; apreender tal estrutura significa aprender como as coisas se relacionam. Pensar em aprendizagem significativa implica assumir o fato de que aprender pressupõe uma ação de caráter dinâmico, o que requer ações de ensino direcionadas para que os alunos aprofundem e ampliem os significados que elaboram mediante seus envolvimento em atividades de aprendizagem. Daí que

o mais importante no ensino de conceitos básicos é ajudar a criança a passar progressivamente do pensamento concreto à utilização de modos de pensamento conceptualmente mais adequados. É ocioso, porém, tentar fazê-lo pela apresentação de explicações formais, baseadas numa lógica muito distante da maneira de pensar da criança e, para ela, estéril em suas implicações. (BRUNER, 1978, p. 36).

Por isso, o uso dos recursos da comunicação nas aulas de Matemática justifica-se porque ao comunicar idéias e maneiras de agir, os alunos precisam refletir sobre o que fizeram ou pensaram, construir esquemas mais elaborados de pensamento, organizar mentalmente pensamentos e ações, para avançar com competência no processo de conhecimento.

Além do exposto, as habilidades relacionadas à comunicação, como falar, ler, escrever, desenhar e as habilidades relacionadas ao fazer matemático podem desenvolver-se uma auxiliando a outra, uma como alternativa de acesso à outra, em processo dialético de complementaridade. Isto posto, em razão dessas premissas concernentes à articulação entre teoria e prática em ensino de Matemática, analisamos, a seguir, alguns aspectos específicos dos programas dessa área do conhecimento cujo desenvolvimento implica na consideração de

ações pedagógicas fundamentais para uma mudança de postura nas práticas de professores e alunos no contexto do processo ensino – aprendizagem da Matemática.

#### **O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DAS OPERAÇÕES MATEMÁTICAS ELEMENTARES**

Historicamente, a preocupação fundamental no trabalho pedagógico em Matemática nas séries iniciais tem se constituído em disponibilizar aos alunos o acesso aos instrumentos de cálculo elementar, isto é, as quatro operações fundamentais.

À parte o fato de que essa ação procedimental é discutível porque acaba quase abdicando de outras ações importantes como o estudo do espaço em seus aspectos quantitativos e da organização e tratamento da informação é possível indicar ainda, no fazer cotidiano das escolas, lacunas importantes no processo ensino - aprendizagem que precisam ser preenchidas com urgência.

Sabe-se que tradicionalmente esses conteúdos são tratados como compartimentos estanques, desligados de situações-problema, configurando as famigeradas “continhas” cuja elaboração mental se resume em exigir do aluno o domínio de técnicas operatórias pautadas por repetição e memorização.

Há que se apontar para um quadro de carência praticamente generalizado no contexto educacional brasileiro: a necessidade de se repensar a educação matemática no sentido de uma orientação pedagógica que possa conduzir o aluno para uma assimilação compreensiva dos conceitos fundamentais e de uma contextualização da aprendizagem matemática. Trata-se, então, de desmistificar a idéia de que passar conteúdo para o aluno é o único papel da escola, o que, no caso da aprendizagem matemática, conduz o aluno a uma ação mecânica, estática e enfadonha, voltada inteiramente para a memorização.

Numa perspectiva de formação de conceitos, a noção de operação deve ser tratada sob uma óptica dinâmica, mediada pela ação do sujeito, de forma a contemplar os princípios que regem o seu desenvolvimento cognitivo. Nesse pressuposto, a gênese, integração e diferenciação entre significado (número e operações) e significante (símbolos e notação dos elementos operantes) têm reflexos decisivos na vida escolar das crianças. Trata-se de fato verificável quando em etapas mais avançadas do conhecimento matemático apresentam graves deficiências e dificuldades de aprendizagem, decorrentes da idéia imprecisa do que seja “operação”, defasagem rotulada, costumeiramente, pela maioria dos professores, como falta de pré-requisitos.

A construção dos conceitos relativos às operações assenta suas bases na coordenação geral das ações do sujeito do conhecimento, reconstruída em diferentes níveis, no

curso do desenvolvimento, cujo fechamento ocorre no período da adolescência. Isso posto, a epistemologia que se logra deduzir da contribuição de teóricos como Piaget, Vygotsky e seguidores permite pensar a elaboração do conhecimento como algo que se reconstrói em diferentes níveis.

O sujeito cognoscente em seus aspectos cognitivo (sujeito epistêmico) e afetivo (sujeito psicológico) atuam em consonância, como dois pólos de uma mesma realidade. O aspecto afetivo regula o cognitivo e vice-versa, com o sujeito interagindo com o meio físico e social, construindo, ao mesmo tempo, seu mundo interior e exterior. Daí, a importância da contextualização do fazer matemático, forma de se sustentar um processo de aprendizagem significativa.

Esta postura pedagógica implica em considerar que reconstruir um fato matemático relaciona-se também à capacidade de utilização das diferentes formas de linguagem para apreender significados, transformá-los e combiná-los para construção de novas aprendizagens que, por sua vez, podem se configurar em diferentes formas de expressão e novos questionamentos sobre esses mesmos significados.

Como exemplo, a competência para a resolução de problemas, tema que perpassa todo o fazer matemático, envolve a compreensão de uma situação que exige a resolução, a identificação de dados, a mobilização de outros conhecimentos, a elaboração de estratégias ou procedimentos, a organização da informação, o teste de validade da resposta e mesmo a formulação de outras situações-problema.

Dentre as ações nessa direção, cumpre desmistificar a questão, quase sempre polêmica, da utilização de material concreto para o ensino das operações matemáticas. No discurso pedagógico atual, ora superestima-se a funcionalidade desses materiais na compreensão dos conceitos matemáticos, ora alega-se que o fato matemático é abstrato, lógico e formal e envereda-se por caminhos tão formalizados que à criança deve restar a idéia de que trata-se de um assunto que nada tem a ver com o seu mundo.

O fato é que para a criança é sempre importante criar situações pedagógicas que lhes permitam visualizar os fatos fundamentais das operações, levantar hipóteses, testá-las, poder voltar atrás e refazer a trajetória, o que não é possível quando se pauta apenas em raciocínios simbólicos e formais. Do mesmo modo, cumpre alertar para o fato de que o sujeito não retira do material concreto o fato matemático que se concretiza sempre como raciocínio logicamente encadeado, abstrato e formalizável, portanto.

Trata-se de uma mediação que sustenta a evolução do nível concreto para o simbólico, transição do pensamento por etapas tão próximas que muitas vezes se fundem e nos surpreendem pelos avanços nas atitudes e posturas tanto dos alunos quanto de professores. É interessante notar, apenas como um exemplo, o envolvimento de professores e alunos com fatos corriqueiros como efetuar a subtração  $1.000 - 273$  usando material concreto de base dez (confeccionado pelo próprio grupo em fichas de papelão ou cartolina ou usando material dourado).

Sem o apoio nesse recurso pedagógico, as crianças são expostas a complexas e intermináveis ações de “emprestar”, quase sempre não compreendidas. O uso do material concreto permite visualizar a operação e mesmo voltar a estágios anteriores de raciocínio, o que se revela de difícil consecução apenas pelo cálculo abstrato.

Registremos, ainda, outras implicações teóricas relativas ao trabalho com as operações. Para que enfatizar apenas a famigerada “técnica de emprestar” se podemos quase sempre abdicarmos dela com raciocínios simples como indicamos a seguir?

*“Devo efetuar  $1.000 - 273$ ; reservo 1 unidade do 1.000 e faço  $999 - 273$  o que resulta em 726. Com o 1 reservado, tenho o resultado 727”.*

O incentivo ao raciocínio criativo, ao cálculo mental e ao desenvolvimento da capacidade de estimativa é que conduzirá a uma situação de aprendizagem matemática duradoura, instigante e prazerosa. O advento dessa situação pedagógica é que não permitirá presenciar em sala de aula alguns cálculos com resultados absurdos, onde se percebe que a criança não tem a menor compreensão dos fatos matemáticos envolvidos.

O problema é que, tendo sido educados de modo a conceber a Matemática como coisa pronta, os professores têm dificuldades para vê-la como coisa em processo de construção e, por extensão, para a implementação dessas ações no contexto de sala de aula. É uma mudança de atitude e postura que demanda tempo e formação contínua.

Parece consensual entre os professores a necessidade de que no ensino fundamental a ação desenvolvida no ensino da Matemática evolua do observável, do concreto, do empírico e do manipulável para o simbólico, para o abstrato e para o formal. Essas instâncias do conhecimento não são excludentes, pelo contrário, elas se complementam. Trata-se de uma discussão que exige muita perseverança na reflexão para que possa de fato alterar o mais significativamente possível o cotidiano da sala de aula de Matemática.

## A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO ELEMENTO DE ARTICULAÇÃO DAS ETAPAS DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS

Trata-se do aspecto central das reorganizações curriculares recentes, historicamente abordado de forma muito superficial na escola, via de regra, como aplicação e treino de procedimentos algorítmicos para a formalização das operações.

A preocupação com a contextualização do fato matemático exige pensar no encaminhamento de um trabalho pedagógico em que **a ação preceda a operação** de tal modo que a matematização de situações-problema postos pelo cotidiano se mostra de fundamental importância. Em última instância, o problema é que justifica a necessidade da operação, isto é, é sempre uma dada situação-problema que precisa ser solucionada a geradora da necessidade de um tratamento matemático capaz de equacioná-la.

Via de regra, o tema da resolução de problemas tem sido tratado como compartimento estanque dos programas de Matemática, consolidando aplicação de definições matemáticas calcada em modelos imitativo – repetitivos e em procedimentos algorítmicos (técnicas operatórias).

Por certo, uma situação pode ser um problema para uma pessoa e não para outra, ante ao nível de envolvimento de cada uma, dos aspectos sócio-culturais envolvidos, da experiência e do conhecimento relacionados àquela situação. Geralmente constatamos que a resolução de problemas é tratada na escola, de forma geral, de modo desmotivador, como um conjunto de exercícios de fixação/aplicação. Nesse modo de agir, a tarefa do aluno geralmente se resume em “descobrir” a conta, fórmula ou procedimento algorítmico para a solução. Perde-se com isso o aspecto lúdico que um problema pode assumir quando é encarado como um desafio.

Perde-se, ainda, a possibilidade de matematização de situações práticas do cotidiano, aspecto fundamental da inserção das pessoas no processo formal de escolarização, especialmente no ensino fundamental, além do que, negligencia o fato de que a ação precede a operação, assertiva fundamental de um processo de ensino voltado para a formação dos conceitos em Matemática.

A História da Matemática é rica em registros de situações práticas que mostram o problema como elemento desencadeador da necessidade dos conceitos matemáticos. No entanto, na abordagem tradicional, ao introduzir uma operação ou conceito novo, o ritual passa pela apresentação do conceito (algo que parece cair pronto do céu), das propriedades, do algoritmo a eles relativo para, ao final, propor uma série de problemas para ilustrar a operação, a fórmula ou o procedimento matemático trabalhado.

Tendo lido e resolvido alguns poucos problemas, o sujeito já percebe que não precisa mais analisar os outros enunciados e pôr em prática um esquema criativo de resolução: basta retirar os números do texto e usar a fórmula ou procedimento algorítmico ou, ainda, fazer as operações necessárias. Se mudarmos uma palavra ou aspecto mínimo do problema, as crianças já não conseguem resolvê-lo.

Por extensão, a temática da resolução de problemas envolve aportes lingüísticos, psicológicos, conceituais e sócio-culturais dos indivíduos, cabendo ao professor criar um ambiente de busca, de descoberta, de tranqüilidade e segurança para aprender no qual não hesite em experimentar, levantar hipóteses e testá-las, mesmo correndo o risco de eventualmente cometer enganos e erros.

A resolução de problemas deve envolver muito mais do que a simples aplicação de fórmulas e procedimentos algorítmicos, devendo estar voltada para o desenvolvimento integral do aluno, capacitando-o para analisar o grande volume de informações que recebe, para que possa selecionar aqueles que serão mais úteis no seu fazer cotidiano.

Assim, a temática da resolução de problemas perpassa todo o conteúdo programático de Matemática e permite um estreito relacionamento com as demais áreas do conhecimento, viabilizando o tratamento transdisciplinar de toda a ação pedagógica na escola. A preocupação dos professores pode ser analisada com base no próprio entendimento que se tem do que vem a ser um problema e, por extensão, das diferentes concepções sobre a complexa tarefa da resolução de problemas.

Uma primeira concepção de resolução de problemas diz respeito à idéia de que se ensina Matemática para resolver problemas, isto é, de forma simplificada, ela constitui o alvo, a **meta** no ensino de Matemática. Daí, a tendência marcante dos currículos tradicionais em reforçarem a necessidade de o aluno possuir previamente todas as informações e os conceitos envolvidos para depois enfrentar a resolução de problemas.

Uma segunda concepção de resolução de problemas toma-a como **processo**, isto é, centra o enfoque nos procedimentos usados pelos alunos para chegar à resposta, enquanto esta perde a sua importância; trata-se de aplicar conhecimentos previamente adquiridos a situações novas, âmago do clássico problema da **transferência**.

Tomada como **habilidade básica**, a resolução de problemas é compreendida como uma competência mínima para que o indivíduo possa inserir-se no mundo do conhecimento e do trabalho.

O atual movimento de reorientação curricular que se inicia em meados dos anos oitenta compreende a resolução de problemas como uma **perspectiva metodológica** para o ensino de Matemática, vendo-a como um conjunto de estratégias para o ensino e o desenvolvimento da aprendizagem da Matemática.

Por fim, a preocupação com um modo de organizar o ensino de forma a envolver mais que aspectos puramente metodológicos, incluindo uma postura frente ao que é ensinar, ao que significa aprender e, conseqüentemente, à necessidade de “aprender a aprender” conduz à noção da perspectiva metodológica da resolução de problemas. Destaca-se a noção de situação-problema – e ampliando o conceito de problema – traz à tona, além da discussão sobre os problemas convencionais, o tratamento dos problemas que não têm solução evidente, os não-convencionais, os quais exigem que o sujeito combine os seus conhecimentos e decida pelas estratégias de solução.

Evidencia-se uma grande preocupação de conduzir o aluno a **raciocinar criativamente**, aspecto relegado a segundo plano nas formas mais usuais de tratamento do fato matemático, como revela a preocupação de uma professora cujo discurso nos conduziu a essa análise:

*Eles não se interessam, têm preguiça de pensar. Mal coloco o problema na lousa e eles já perguntam qual é a conta. É de mais? É de menos?*

Na verdade, muito do que se denomina problema na escola deveria ser chamado de exercício de fixação; daí atribuir-se a condição de problema convencional, dado o seu caráter de imitação e repetição de técnicas operatórias, ressaltando-se que também desempenham um papel na aprendizagem matemática.

Dessa forma, coloca-se a necessidade da exploração desses problemas ditos não - convencionais porque desenvolvem no aluno a capacidade de planejar, elaborar estratégias gerais e particulares de compreensão do problema, testar possíveis soluções, avaliando a adequação do raciocínio posto em prática e os resultados encontrados.

É esse processo contínuo de abordagem e descrição do problema, proposta de uma solução e teste de solução (verificação) de enorme valor pedagógico porque incorpora etapas do procedimento científico; através dele é que se viabilizam para a criança os limites e as possibilidades de formular conceitos pela análise dos seus próprios erros.

Note-se, o que é de fundamental importância, o fato de que o tema da resolução de problemas, como já afirmamos, perpassa todos os temas de Matemática, também de outras ciências, e propicia a integração entre os temas da Matemática e destes com as demais áreas do conhecimento.

## A LUDICIDADE COMO RECURSO PEDAGÓGICO EM MATEMÁTICA

A despeito da variedade de fatores intervenientes no bom andamento de uma aula de Matemática, incluindo aí os ditos fatores extra-escolares, o fato é que ainda carece de reflexão a forma de administração do espaço da sala de aula para darmos conta do que é o seu fazer específico. Uma das ações que podem ser desenvolvidas na tentativa da superação do problema do suposto desinteresse dos alunos diz respeito aos jogos, criando-se um instrumental lúdico para favorecer a aprendizagem de conteúdos matemáticos, principalmente para crianças com dificuldades de aprendizagem.

O jogo e as atividades lúdicas constituem ações fundamentais para o incremento da formação de conceitos em Matemática. Fazem parte do cotidiano e favorecem o desenvolvimento da autonomia moral.

Elegemos o jogo como um tema amplo para respaldar o propósito principal de desenvolvimento das teses colocadas pela orientação curricular em vigor em virtude da constatação, já nos primeiros momentos de implementação do projeto, das dificuldades dos professores para atuar com os alunos diante da indisciplina, o baixo rendimento e o desinteresse, apontadas pelo grupo como uma queixa geral, constatadas pelos bolsistas do projeto e apontadas pela unanimidade dos relatórios de observação de estagiários do Curso de Pedagogia da UNESP no início do projeto. Registramos, ainda, diversos depoimentos de professores no sentido da desatenção dos alunos quase inviabilizando o trabalho pedagógico na escola.

Essa discussão passa pela fundamentação teórica que sustenta o papel do jogo na aprendizagem matemática e pela elaboração de materiais pedagógicos alternativos, tais como: dominós para trabalhar as operações, a noção de fração e o conceito de divisibilidade, baralho para fixação dos fatos fundamentais das operações matemáticas, o jogo da memória e o jogo “caça-palavras” para fixação da nomenclatura dos sólidos e figuras geométricas, além do tradicional jogo “equipe X equipe”. São atividades que envolvem os alunos e constituem momentos intensos de aprendizagem interativa.

O jogo exige o desenvolvimento da capacidade de atuar sozinho e em grupo, criando e obedecendo a regras, agindo e reagindo a estímulos próprios da ação. Como o jogo implica em ação, ao participar de um, a criança passa por uma etapa de envolvimento, adaptação e reconhecimento, e de desenvolvimento paulatino da noção de trabalho cooperativo – tão importante para a ação educativa na escola. Além disso, é um tema que perpassa todo o programa de Matemática no nível fundamental de escolarização.

Cabe ao educador estar atento e preparado para solicitar da criança respostas ou soluções as quais ela já é capaz de apresentar; deve, ainda, proporcionar à criança situações que exijam o pensar, relacionar, refletir e propor soluções aos problemas que lhe são apresentados. O jogo favorece a aprendizagem redimensionando a questão do erro, estimulando a exploração e a solução de problemas; daí que provoca o desenvolvimento cognitivo, impulsionando-o, dinamizando o processo de ensino, equilibrando-o, desequilibrando-o e permitindo o avanço.

Na situação de jogo devem estar sempre presentes três dimensões pedagógicas importantes: uma situação-problema, um resultado e um conjunto de regras determinando os limites dentro dos quais a ação a ser desenvolvida pode ser considerada como válida. A análise das jogadas favorece a compreensão dos motivos que conduziram a criança ao erro. Ao jogar com outros, ao analisar e comparar jogadas, ela se confrontará com situações diferentes e até antagônicas com as que propôs, tendo oportunidade, então, de refazer a trajetória percorrida.

#### **A EXPLORAÇÃO DA RELAÇÃO ESPAÇO – FORMA**

A criança insere-se em um contexto social que se encarrega de lhe emitir variadas informações que são geradas e percebidas pela exploração do espaço ao seu redor. Quando aborda a relação espaço - forma na escola já cumpriu, sem exagero, importante etapa do desenvolvimento cognitivo que sempre tem, inicialmente, para ela, criança, caráter essencialmente espacial.

De forma contraditória, vivencia um vasto arco de relações que partem de conceitos específicos (ponto, reta, plano) que se mostram um tanto distantes daquilo que já conhece. O trabalho da escola desconsidera que essas relações têm caráter eminentemente intuitivo e envereda pelos caminhos da formulação analítica:

O pensamento intuitivo, o treinamento dos palpites, é um aspecto muito desprezado e essencial do pensamento produtivo, não apenas nas disciplinas acadêmicas formais, como na vida cotidiana. A adivinhação sagaz, a hipótese fértil, o salto arrojado para uma conclusão tentativa - essa é a moeda mais valiosa do pensador em ação, qualquer que seja o seu campo. Poderá levar a criança em idade escolar a conquistar esse dom? (BRUNER, 1978, p. 12)

Parte-se na escola, das partes para o todo, do específico para o geral, da geometria plana para a espacial; no entanto, na vida cotidiana a criança primeiramente convive com o que é geral, relações espaciais, para depois interessar-se pelas particularidades, as noções de geometria plana.

Primeiramente a criança se encontra com o mundo e dele faz explorações para progressivamente construir as formas de representação desse mundo: imagens, desenhos, linguagem verbal. Essa suposta capacidade espacial refere-se à capacidade do indivíduo de transformar objetos em seu meio e orientar-se em meio a um mundo de objetos no espaço. Relacionadas a essa competência de ser, ler e estar no espaço, temos as capacidades de perceber o mundo visual com precisão, efetuar transformações e modificações sobre as percepções iniciais, e somos capazes de recriar aspectos da experiência visual mesmo na ausência de estímulos físicos relevantes.

Assim, conhecendo seu próprio espaço e desenvolvendo a capacidade de ler esse espaço, o sujeito apodera-se de ferramenta útil ao pensamento para captar informações, para formular e resolver problemas.

Isso posto, o estudo da Geometria na escola, enquanto estudo de figuras, formas e relações, deve propiciar aos alunos a possibilidade de relacionar a Matemática ao desenvolvimento da competência espacial que cumpre três etapas essenciais: **espaço vivido** (espaço físico vivenciado pelo deslocamento e exploração física), **espaço percebido** (para lembrar-se dele, a criança já não precisa explorá-lo fisicamente) e **espaço concebido** (estabelecimento de relações espaciais pelas suas representações: figuras, plantas, mapas, diagramas, etc.).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Estabelecemos pela reflexão que, em sua ação usual, a escola impõe aos alunos uma obediência irrefletida às definições e aos algoritmos. Sob a égide de interpretações um tanto enviesadas da concepção racionalista de ciência e, em particular, do significado do formalismo na evolução do pensamento matemático, toma o modelo formal euclidiano como método de ensino e exagera no simbolismo precoce e despojado de raciocínio. É a Matemática de interesse do matemático de profissão, ciência fechada em si mesma. Concretiza-se, então, numa visão parcial de ciência em que os modelos interpretativos do mundo abdicam do sentir, do fazer e da visão de mundo do sujeito que aprende.

Por certo, pensar a Matemática na escola como um processo de formação de conceitos exige repensar o papel do professor, as condições de viabilização do trabalho pedagógico, a maneira de pensar, de sentir e de agir em Educação, o momento histórico e as características e o interesse da clientela. Trata-se de tarefa cujo movimento gira em torno do envolvimento de toda a comunidade escolar; particularmente, relaciona-se ao processo de conscientização do professor para a necessidade de uma nova postura diante do aluno.

Nosso estudo aponta para a necessidade de rupturas no sentido de pensá-la como instrumento para coordenar idéias, para dar consistência a argumentos e fomentar dúvidas. Trata-se de construção lenta, resultante de compromisso técnico e político com os alunos. Numa análise mais crítica, poderíamos afirmar que o principal dividendo conquistado pelo projeto foi tornar consensual esse modo de pensar, o que também não é pouco; ainda há muito a fazer, mas as bases e as condições para continuidade do trabalho pedagógico nesta direção estão postas e solidificadas.

Configura postura teórico-metodológica que requer do professor um posicionamento diferenciado e o desenvolvimento de questionamento ante a certas concepções pedagógicas historicamente difundidas no fazer cotidiano da escola e à própria concepção que se tem do ato de conhecer. Do esforço consciente de decisão, compromisso e ação depende a ocorrência de situações favoráveis à plena realização do indivíduo, professor, coordenador ou aluno, pela força das relações interpessoais.

É pela reflexão sistemática sobre o fazer pedagógico que aspectos do movimento renovador fluirão sobre a égide do debate e do confronto de idéias. Implementar a proposta de trabalho pedagógico, objeto desse projeto, importa em reeducar o docente, tornando-o co-responsável pela elaboração dos programas e pela renovação da metodologia de ensino de Matemática.

Uma crítica da situação do ensino de Matemática na escola básica com vistas à melhoria do presente estado de conhecimento passa pelos questionamentos sobre como pode, de fato, o aluno desenvolver o pensamento crítico - analítico ou raciocínio lógico. Desse modo, é uma ação que visa definir as linhas gerais de um processo de construção do conhecimento matemático, descrevendo e explicando os fenômenos relativos às relações entre ensino e aprendizagem.

Consiste numa ação técnico-pedagógica que vê a aprendizagem matemática como um processo que vai além do âmbito escolar e, no qual, a intervenção do aluno exerce papel determinante; vale dizer, há um uso social inerente ao conhecimento matemático e que alguns conhecimentos matemáticos são construídos pelas crianças a partir de sua experiência social.

Constitui um passo importante nessa direção a clareza do educador de que o aluno desenvolve o raciocínio lógico participando de atividades, agindo e refletindo sobre a realidade que o cerca, isto é, usando ativamente as informações de que dispõe.

Por isso, as ações de formação docente em serviço devem se consolidar em termos de uma discussão dos princípios norteadores das reformas curriculares em vigor, situando-as no âmbito das recentes conquistas da pesquisa em Educação Matemática, de seleção e elaboração de materiais didáticos, no auxílio ao preparo das aulas, no seu acompanhamento e avaliação.

É pela problematização da prática pedagógica, a partir das representações dos interlocutores envolvidos no trabalho nas escolas que se logrará o levantamento diagnóstico para um melhor encaminhamento da ação técnico - pedagógica na escola.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARKER, S. *Filosofia da Matemática*. São Paulo, Cortez, 1987.
- BRASIL, República Federativa. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Rio de Janeiro, DP&A/MEC/SEF, 1.998.
- BRUNER, J. S. *O processo da Educação*. São Paulo, Nacional, 1978.
- CARDIA, V. *Material didático para as quatro operações*. São Paulo, USP, 1996.
- CENPEC (Centro de Pesquisas para Educação e Cultura). *Oficinas de Matemática e de Leitura e Escrita*. São Paulo, Plexus, 1999.
- DANTE, L. R. *Didática da resolução de problemas de Matemática*. São Paulo, Ática, 1995.
- GARDNER, H. *Estruturas da Mente*. Porto Alegre, Artmed, 1998.
- PARRA, C. & SAIZ, I. (orgs.) *Didática da Matemática*. Porto Alegre, Artmed, 1996.
- POZO, J. I. *A solução de problemas*. Porto Alegre, Artmed, 1998.
- RUIZ, A. R. & BELLINI, L. M. *Matemática, epistemologia genética e escola*. Londrina, edições CEFIL, 2001.
- SÃO PAULO (ESTADO), Secretaria da Educação. *Proposta Curricular para o Ensino de Matemática no Nível Fundamental*. São Paulo, CENP/SE, 1997.
- \_\_\_\_\_. *Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP)*. São Paulo, CENP/SE, 1997/1998/1999.
- STOCCO, K. C. S. *Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender Matemática*. Porto Alegre, Artmed, 2001.
- \_\_\_\_\_. *Matemática de 0 a 6: figuras e formas*. Porto Alegre, Artmed, 2002.
- ZUNINO, D. L. *A Matemática na escola: aqui e agora*. Porto Alegre, Artmed, 1995.