

Kelly Cristine Placha¹ - Maria Lucia Faria Moro²

A solução de problemas pelas crianças e o papel do professor nas séries iniciais do Ensino Fundamental³

A educação matemática nas séries iniciais de Ensino Fundamental

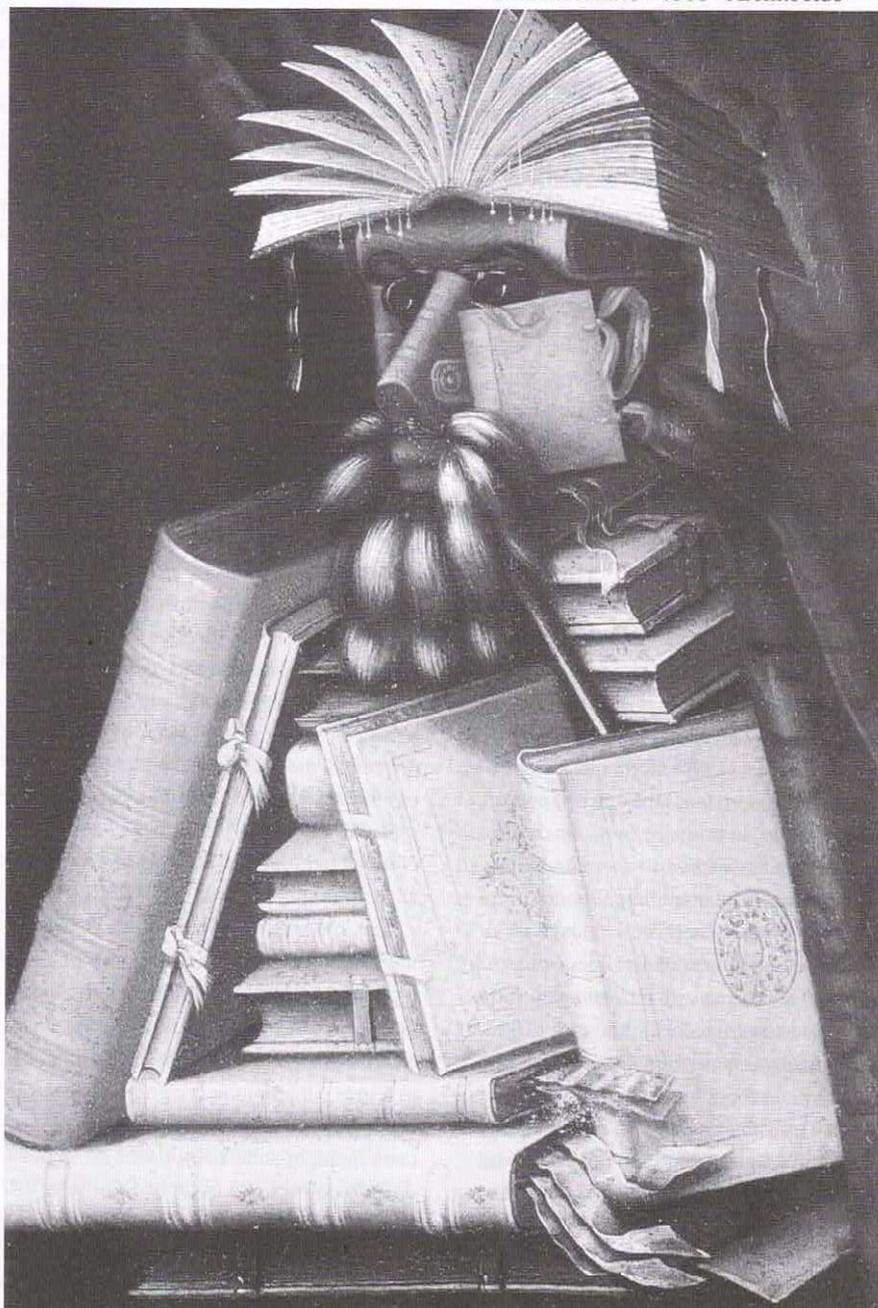
Pesquisas e estudos realizados acerca da aprendizagem dos conceitos matemáticos (Franchi, 1994; Pavanello, 1994; Kamii, 2002) têm demonstrado que compreender esses conceitos exige mais do que o ensino mecânico dos algoritmos e a sua possível aplicação na solução de problemas.

Embora essas pesquisas e esses estudos coloquem em evidência a aprendizagem a partir da construção de conceitos significativos pelas crianças, na maioria das escolas o trabalho com conceitos matemáticos ainda permanece restrito à transmissão, ao armazenamento e à aplicação de informações.

Kamii (2002) pontua que, no ensino tradicional da Matemática, muitos professores continuam mostrando às crianças como somar, subtrair, multiplicar e dividir e, então, apresentam problemas semelhantes para que as crianças possam praticar os algoritmos aprendidos anteriormente. De acordo com a autora, esse modelo de “ensinar Matemática”, centrado na memorização não-significativa dos conteúdos, faz com que as crianças passem uma grande parte do tempo das aulas aplicando fórmulas e efetuando operações sem refletir sobre os seus significados.

Ainda hoje, em muitas salas de aula, esse modelo de educação vem sendo vivenciado pelas crianças e professores das séries iniciais do Ensino Fundamental, prevalecendo a idéia de que a realização de grande quantidade de exercícios leva ao conhecimento do conceito matemático trabalhado. Essa prática estaria perfeitamente adequada, se aprender fosse sinônimo de decorar, memorizar e, em seguida, repetir as informações, aplicando-as em exercícios de fixação.

O Bibliotecário - 1566 - Arcimboldo



Com base nessa concepção, que privilegia o ensino de técnicas, Pavanello (1994) pontua que a prática pedagógica utilizada por muitos professores em sala de aula reserva aos alunos um papel passivo, pois o trabalho em sala de aula enfatiza a aplicação de modelos ensinados pelo professor. Essa prática, segundo a autora, não leva em consideração a capacidade de os alunos construir e reconstruir os conceitos matemáticos. Além disso, não possibilita ao aluno pensar e refletir sobre as atividades que está desenvolvendo, permitindo-lhe apenas encontrar a resposta correta estabelecida previamente pelo professor.

Em relação ao ensino da Matemática dentro da perspectiva tradicional, Franchi (1994) pontua que muitos dos professores e pesquisadores envolvidos com a educação matemática sabem que, nas séries iniciais do Ensino Fundamental, parte do ensino da Matemática ainda permanece centrada no ensino das operações com números naturais. Segundo a autora, o estudo da Matemática é assim conduzido, geralmente, de forma muito limitada:

Introduzem-se os algoritmos das operações por meio de etapas que avançam, sucessivamente, de casos, supostamente mais fáceis, para os mais difíceis. Esse percurso prolonga-se por um longo período de tempo, nem sempre garantindo ao aluno eficiência na execução das técnicas ensinadas e dificilmente a compreensão dos processos nelas envolvidos.

Acompanhando esse ensino, introduzem-se os clássicos problemas verbais escolares (FRANCHI, 1994, p. 29).

Esse tipo de situação tem gerado uma grande preocupação, não só nos educadores, como também nos pesquisadores em educação matemática.

Professores e pesquisadores vêm observando a grande dificuldade das crianças em compreender os conceitos matemáticos. Em geral, nas aulas de Matemática, destina-se pouco ou quase nenhum tempo para que as crianças possam pensar, refletir, analisar e compreender os conceitos trabalhados, já que a ênfase do ensino está pautada nos algoritmos convencionais³ e as crianças têm que dominar técnicas de cálculo que, em geral, não têm sentido para elas.

Nesse contexto, passa despercebido o fato de que a técnica pode ser esquecida, se

não tem sentido, enquanto, quando a criança reflete e compreende o que faz, pode generalizar essa relação para outras situações.

Zunino (1995) aponta para a necessidade de mudança do enfoque dos algoritmos que, em geral é feito na escola. Segundo a autora (1995), para os adultos parece óbvio que existe uma única maneira de representar as adições, subtrações, multiplicações e divisões. No entanto, estudos (Sinclair, 1990; Vergnaud, 1991; Papert, 1994; Franchi, 1999; Smole e Diniz, 1999; AVA, 2002) têm demonstrado que as crianças têm suas próprias idéias com relação à apresentação dessas operações, possibilitando-lhes avaliar suas estratégias, compará-las com as estratégias utilizadas pelos colegas e discutir a eficácia de cada uma delas, até que possam compreender os algoritmos convencionais.

Uma proposta diferenciada para a educação matemática deveria possibilitar a construção dos conceitos em situações significativas, pois, somente desta forma, os conceitos matemáticos podem ser compreendidos pelas crianças.

Piaget (1973), como foi dito antes, já indicava que a aprendizagem só é possível quando há assimilação ativa por parte da criança que está aprendendo. De acordo com o autor, o processo de construir e reconstruir conceitos implica ações e operações a serem elaboradas pelos aprendizes e que, assim, não são transmissíveis às crianças.

Em relação a esse papel ativo da criança na construção dos conceitos, Kamii (1990) pontua que a aprendizagem significativa requer participação ativa e autônoma das crianças, ressaltando também que a escola ainda permanece muito mais preocupada em transmitir informações e técnicas do que em trabalhar com a construção dos conceitos pelas crianças. A autora assim argumenta:

O ensino de técnicas operatórias que precede a apresentação de problemas verbais, na maioria dos livros, em vez de situações significativas para a criança, é uma manifestação da convicção de que sem essas técnicas as crianças não conseguirão raciocinar aritmeticamente. A aritmética não nasce da técnica, e sim da capacidade que a criança possui de pensar logicamente (KAMII, 1990, p. 47).

Todas essas reflexões evidenciam a ne-

cessidade de revisão do modelo de educação para o ensino da Matemática, apontando em direção à elaboração de uma prática pedagógica diferenciada que possibilite a construção de conceitos significativos pelas crianças, promovendo o pensar com autonomia e permitindo à criança ser o sujeito ativo de sua aprendizagem.

A importância do papel ativo das crianças no processo de aprendizagem tem destaque também nos estudos de Starepravo (1997), juntamente com indicações da necessidade de reavaliar o papel do professor e a prática pedagógica desenvolvida pela escola, visando à construção de conceitos significativos:

A escola na qual o professor expõe os conteúdos, mesmo que seja lançando mão de técnicas tidas como modernas e inovadoras, não é uma escola ativa, não considera que a aprendizagem só ocorre mediante a ação dos alunos. Não se trata de uma ação apenas física ou totalmente direcionada pelo professor, mas se trata de uma ação mental, impulsionada pelo desejo da descoberta. Não existe ação mental quando recebemos informações prontas e aplicamos em exercícios escolares, a ação mental só ocorre quando colocamos o novo em relação com aquilo que já conhecemos (STAREPRAVO, 1997, p. 45).

Além disso, as crianças trazem para a escola uma quantidade de conhecimentos construídos através das experiências que vivenciam. Esses conhecimentos são necessários para a construção dos conceitos matemáticos; no entanto, esses conhecimentos e experiências são geralmente desconsiderados pela maioria dos professores, principalmente nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

Sob a perspectiva da relevância do conhecimento prévio no desenvolvimento de novos conhecimentos, Piaget (1973) enfatiza que em uma situação de aprendizagem tem-se que levar em consideração as estruturas e os conhecimentos prévios da criança para que possam ser propostas as atividades, possibilitando à criança avançar conceitualmente para o nível seguinte.

Piaget (1973) destaca que a aprendizagem é uma organização dos esquemas que a criança dispõe e utiliza na tentativa de responder a um problema.

Cabe ao professor, nesse contexto, criar as condições adequadas de ensino para garantir uma aprendizagem significativa, planejando atividades que desafiem à criança a busca de soluções. Piaget (1973) considerava que a aprendizagem é provocada pelas situações que são apresentadas para a criança e para as quais ela não encontra, de imediato, uma resposta.

Com relação à construção do conhecimento, Piaget (1973; 1975) destaca que a formalização dos conceitos não deve acontecer precipitadamente, ressaltando que é a ação da criança que a faz construir os conceitos e compreendê-los. No entanto, explicita que é papel do professor elaborar e propor as situações que a coloquem em desafio e lhe possibilitem a reflexão. Piaget assim considera:

Cada vez que ensinamos prematuramente a uma criança alguma coisa que poderia ter descoberto por si mesma, esta criança foi impedida de inventar e conseqüentemente de entender completamente. Isto obviamente não significa que o professor deve deixar de inventar situações experimentais para facilitar a invenção de seu aluno (PIAGET, 1975, p. 89).

Nesse aspecto faz-se necessária a mudança da cultura e das práticas escolares em relação ao erro, permitindo não só que ele apareça, mas, principalmente, que seja reconhecido como parte integrante do processo de aprendizagem. O erro do aluno, em geral, fornece dados para que o professor possa diagnosticar e compreender o processo de construção dos conceitos pelos alunos.

Partindo dessa concepção, de acordo com Meira (1993, p. 19), a educação matemática nas séries iniciais do Ensino Fundamental deveria favorecer as crianças "uma compreensão do significado, estrutura e função dos conceitos matemáticos; uma competência mínima para construir abordagens matemáticas para problemas e situações e, a apreciação da atividade matemática enquanto prática cultural".

Com essas reflexões sobre o processo de ensino-aprendizagem da Matemática, percebe-se a importância de uma prática de sala de aula que envolva a solução de problemas, num ambiente em que o professor valorize a participação ativa das crianças na elaboração de estratégias de solução, na descoberta das relações entre os conceitos matemáticos, desafiando-as a produzir diferentes soluções para um mesmo problema e provocando-as para que evoluam

na elaboração de sua compreensão do conceito matemático trabalhado.

Zunino (1995) expõe a necessidade de propor às crianças variadas situações para as quais necessitem utilizar um mesmo conceito, para que as crianças possam comparar as estratégias utilizadas por elas e pelos colegas, analisando as semelhanças e diferenças entre as várias situações que requerem o mesmo raciocínio.

Nesse aspecto, esta pesquisa poderá oferecer subsídios para que os professores possam valorizar, analisar e compreender as soluções notacionais de seus alunos durante o trabalho com as situações de ensino e de aprendizagem em sala de aula.

Pretende-se com este estudo, portanto, oferecer aos professores resultados que possibilitem um conhecimento aprofundado das estruturas multiplicativas do tipo produto de medidas, para melhor conhecimento do processo de aprendizagem da criança, permitindo ao professor ajustar de maneira permanente a sua intervenção pedagógica em sala de aula.

Spinillo (1995) já ponderava em seus estudos que a análise das estratégias de cálculo das crianças era algo complexo, porém, necessário. Segundo a autora, essas estratégias de cálculo refletem o modo de pensar das crianças e as relações que elas estabelecem sobre dados contidos em um problema ou em uma atividade a ser desenvolvida em sala de aula. Esses aspectos são essenciais para um ensino que objetive mais do que o uso mecânico dos algoritmos por parte dos alunos, pois possibilita ao professor compreender o processo de aprendizagem de seus alunos ao direcionar suas intervenções para que eles possam avançar sua compreensão acerca dos conceitos matemáticos.

Nesse contexto, Vergnaud (1991) destaca a importância do trabalho realizado pelo professor em sala de aula, assinalando que o conhecimento do professor não pode ser um simples entendimento geral da inteligência e do comportamento da criança; implica também um conhecimento profundo do que se vai ensinar e das relações desse conteúdo com a atividade possível da criança.

Solução de Problemas

Nas últimas décadas vem-se observando um intenso movimento de investigação sobre as práticas desenvolvidas em sala de aula e sobre os processos de ensino-aprendizagem em relação à educação matemática.

Schliemann e Carraher (2003) destacam que atualmente existe uma grande preocupação por parte dos professores e dos pes-

quisadores em relação à aprendizagem da Matemática, uma vez que a realidade de muitas salas de aula está bastante distante de uma prática que favoreça a construção dos conceitos pelas crianças. De acordo com os autores:

Existe uma convergência de opiniões em relação à aprendizagem da matemática, vista atualmente como uma construção da criança e não como resultado de um simples processo de transmissão. Em lugar da memorização e da utilização mecânica de algoritmos, visa-se, com atividades de ensino, promover a compreensão de princípios e de relações matemáticas por parte da criança. (SCHLIEMANN e CARRAHER, 2003, p. 7).

Nesse contexto, indicações sobre mudanças necessárias no trato das quatro operações e no trabalho com a solução de problemas (Sinclair, 1990; Vergnaud, 1991; Franchi, 1994; Zunino, 1995; Smole e Diniz, 1999) têm sido defendidas por professores e pesquisadores em educação matemática, pois, afinal, tradicionalmente os problemas não têm desempenhado seu verdadeiro papel no ensino.

Estudos realizados por Smole e Diniz (1999) apontam que grande parte dos professores das séries iniciais do Ensino Fundamental utiliza a solução de problemas como exercícios de aplicação de técnicas operatórias.

De acordo com as autoras, em muitas salas de aula, a solução de problemas continua sendo utilizada após o ensino dos algoritmos convencionais, com o intuito de verificar se as crianças aprenderam a utilizar os procedimentos ensinados pelo professor para a solução dos algoritmos.

Nas práticas de ensino mais tradicionais, os problemas são propostos pelo professor com a finalidade de verificar a aprendizagem e a aplicação de conceitos, algoritmos, propriedades e outros fatos da Matemática. Franchi (1994) ressalta que muitos livros didáticos favorecem essa prática quando os problemas são apresentados por capítulos, reduzindo-os assim a exercícios de mecanização e aplicação de fórmulas e algoritmos.

Starepravo (2001) pontua que, em geral, a atividade de solução de problemas aparece após o ensino do algoritmo, com o intuito de verificar a compreensão que a criança apresenta do algoritmo trabalhado. Segundo a autora, essa atividade, que tem como base modelos previamente estabelecidos pelo professor, dificulta a construção dos

conceitos pelas crianças, que acabam por empregar as técnicas ensinadas pelo professor.

Nesse contexto, percebe-se que a prática mais freqüente em relação à solução de problemas consiste no ensino de um procedimento, conceito ou técnica e na apresentação aos alunos de um problema para avaliar se são capazes de utilizar os recursos aprendidos.

Para as crianças que solucionam problemas nesse contexto, a preocupação está centrada na descoberta do algoritmo correto a ser empregado, utilizando todos os dados numéricos que aparecem no problema. Nessa prática desenvolvida em sala de aula, muitas vezes, as crianças realizam esse procedimento e não refletem sobre o problema proposto.

Repensar sobre essa concepção de ensino e de aprendizagem é um dos primeiros passos que os professores e os pedagogos que atuam nas séries iniciais do Ensino Fundamental podem dar em direção a uma mudança nos procedimentos de trabalho em sala de aula.

Dentro de uma perspectiva de construção de conceitos significativos, a solução de problemas é um dos caminhos para o processo do ensino e da aprendizagem da Matemática. Sendo assim, os problemas sempre devem gerar desafios para as crianças, propiciando também que os conhecimentos construídos anteriormente sejam questionados e reelaborados.

Nesse contexto, pesquisas (Vergnaud, 1991; Charnay, 1996; Smole e Diniz, 1999) indicam que os problemas deveriam desafiar a criança a lançar mão de seus conhecimentos ao elaborar estratégias para a sua solução.

Charnay (1996) toma como base a perspectiva piagetiana e destaca o papel da ação da criança no processo de aprendizagem. O autor enfatiza que só existirá aprendizagem quando a criança se der conta de que tem um problema para resolver e quando reconhecer que o novo conhecimento que irá elaborar é uma resposta àquele problema.

Zunino (1995), defende que os problemas propostos pelos professores às crianças devem realmente apresentar um desafio, possibilitando à criança elaborar uma estratégia de solução, permitindo-lhe estabelecer relações que ainda não tinha estabelecido. A autora (1995) ressalta também a importância e a necessidade de tomar sempre como ponto de partida os problemas, em vez do trabalho com algoritmos sem significado aparente. Dessa forma, para Zunino (1995, p. 69), as crianças "... pode-

riam 'fazer matemática' em lugar de ver-se reduzidas a aplicar procedimentos que não compreendem".

Smole e Diniz (1999) pontuam que para uma criança, assim como para um adulto, um problema é toda a situação para a qual não encontra solução imediata, precisando então utilizar os conceitos que já tem em conexão com os recursos que dispõe no momento, estabelecendo um elo entre os dados de partida e o objetivo a atingir.

Com relação à compreensão dos conceitos, Vergnaud (1991) aponta que um problema demanda a realização de uma seqüência de ações e representações para que o resultado seja encontrado, pois, a solução não aparece inicialmente, sendo possível para a criança ir construindo a compreensão dos conceitos trabalhados.

Ressalta-se ainda o fato de que muitos estudos e pesquisas (Sinclair, 1990; Vergnaud, 1991; Papert, 1994; Franchi, 1999; Smole e Diniz, 1999; AVA, 2002) têm evidenciado que a solução de problemas contribui para o desenvolvimento do pensamento matemático, uma vez que, para encontrar a solução do problema proposto, a criança tem que refletir e elaborar a melhor estratégia de cálculo. Além disso, nesse contexto, a criança atribui sentido aos princípios e às relações que são essenciais para a compreensão dos conceitos matemáticos.

Em relação à construção de conceitos significativos pelas crianças, Papert (1994) já indicava, em seus estudos, que a aprendizagem significativa das crianças só acontece a partir da solução de problemas e do estabelecimento de relações com as experiências vividas anteriormente.

Vergnaud (1991) destaca também que, em se tratando do processo de aprendizagem, é fundamental que a criança construa o seu conhecimento na solução de problemas e que, nesse processo, a intervenção do professor torna-se indispensável:

É necessário que os conhecimentos que a criança adquire sejam construídos por ela mesma, em relação direta com as operações que é capaz de fazer sobre a realidade, com as relações que pode adaptar, compor e transformar, com os conceitos que constrói progressivamente. Isto não quer dizer que o papel do professor seja de pequena importância, ao contrário: o valor do professor reside justamente na sua capacidade de estimular e utilizar a atividade da criança (VERGNAUD, 1991, p. 9).

No entanto, como delineamos antes, o

ensino tradicional de conceitos matemáticos apresenta ênfase excessiva na solução de algoritmos convencionais, e as práticas da sala de aula revelam que o trabalho com algoritmos convencionais para a solução de problemas ainda prevalece no ensino da Matemática.

Estudos complementares do AVA (2002) fazem uma reflexão acerca do ensino de algoritmo escolar:

As investigações educacionais e as diferentes experiências docentes há muito vêm demonstrando que mesmo os alunos que acertam uma conta empregando um algoritmo escolar, não necessariamente compreendem os princípios matemáticos que possibilitaram a criação daquele algoritmo e que nele se ocultam. Mesmo esses alunos acabam encontrando dificuldade para saber em que situações cada algoritmo poderá ser empregado. Os estudos revelam ainda que, embora o cálculo oral e/ou escrito no padrão escolar permita resolver diferentes situações, aprender procedimentos de cálculos isolados por si só, não promove o contato com as idéias e com os modos de pensar fundamentais da matemática, não garantindo, por decorrência disso, que os alunos sejam capazes de enfrentar mesmo as situações matemáticas mais simples surgidas em contextos diferentes (PARANÁ/SEED – AVA 2000, 2002, p. 2).

A dificuldade na compreensão e na utilização dos algoritmos convencionais também é pontuada por Vergnaud (1991). De acordo com o autor, as crianças, mesmo conhecendo os algoritmos convencionais, quando se deparam com problemas do cotidiano usam predominantemente procedimentos pessoais de solução que lhes sejam significativos, pois esses procedimentos permitem que compreendam o que fizeram e sejam capazes de explicar a estratégia utilizada.

A aprendizagem matemática fundamentada nessa concepção, de acordo com Kamii (2005), é precisamente o tipo de aprendizagem que requer que a criança seja colocada em desafio e em questionamento constante, fazendo-a refletir ao buscar solucionar os problemas.

Kamii (2005) diz que a solução de um problema propicia à criança momentos em que é estimulada a verbalizar seu pensamento matemático e a justificar a estratégia de solução elaborada, resolvendo pontos de

vista conflitantes, sendo também levada a formular explicações para questionar ou validar uma solução encontrada por ela ou por uma outra criança da sala de aula, para que, de fato, possa construir o seu conhecimento.

Os estudos complementares do AVA (2002) trazem uma reflexão acerca do ensino-aprendizagem da Matemática, utilizando a solução de problemas:

Nos últimos anos, um número considerável de pesquisas nas salas de aula de matemática em vários países tem demonstrado que os alunos melhoram a sua aprendizagem – podendo até mesmo inventar métodos, encontrar soluções ou decidir sobre a melhor estratégia de manejar uma determinada situação – quando, durante o processo de ensino-aprendizagem, eles são desafiados a levantar hipóteses, testá-las, jogar e investigar coisas como um detetive, contando sempre com os ouvidos e olhos atentos do professor, que, em diferentes circunstâncias, usa a voz não apenas para dar informações, mas principalmente para questionar, confrontar e problematizar os argumentos apresentados (PARANÁ/SEED – AVA 2000, 2002, p. 2).

A solução de um problema coloca as crianças diante de um desafio para o qual os conhecimentos que possuem nem sempre são suficientes para respondê-lo, exigindo delas a busca de procedimentos e a construção de novos saberes. Nesse contexto, pode-se concordar com Polya (1978) quando afirma que:

Uma grande descoberta resolve um grande problema, mas há sempre uma pitada descoberta na resolução de qualquer problema. O problema pode ser modesto, mas se ele desafiar a curiosidade e puser em jogo as faculdades inventivas, quem o resolver por seus próprios meios experimentará a tensão e gozará o triunfo da descoberta. Experiências tais, numa idade susceptível, poderão gerar gosto pelo trabalho mental e deixar, por toda a vida, a sua marca na mente e no caráter (POLYA, 1978, p. 87).

Nessa perspectiva de aprendizagens significativas, provocadas pela solução de problemas, a criança está a todo o momento

tomando decisões e compreendendo de fato os conceitos matemáticos que utiliza não só na escola, mas também na sua vida diária. Dessa forma, o ensino da Matemática estaria contribuindo para a formação de cidadãos autônomos, capazes de pensar por conta própria.

Kañii (1990) faz uma reflexão sobre o papel da autonomia na aprendizagem e aponta sua necessidade para a formação de cidadãos conscientes do seu papel perante a sociedade.

Compreendendo-se que a construção dos conceitos matemáticos consiste em um processo de estabelecer relações entre valores ou grandezas pelas crianças, a solução de problemas deve ser utilizada como recurso fundamental no ensino da Matemática, antes que sejam ensinadas as técnicas ou algoritmos de solução das operações específicas ali necessárias.

Quando se propõe à criança a solução de um problema e não de uma conta isolada, estimula-se a produção de procedimentos próprios de cálculos. Além disso, estudos confirmam (Piaget, 1973; Polya, 1978; Vergnaud, 1991) que só ocorre a aprendizagem quando a criança percebe que existe um problema para ser resolvido. É nesse contexto de estreita relação com as situações que dão sentido ao conceito que os conceitos matemáticos podem ser de fato compreendidos.

De acordo com uma perspectiva de educação matemática pautada na problematização, Starepravo (1997) define que:

Quando trabalhamos a partir de problematizações, abrimos as possibilidades de aprendizagens uma vez que os conteúdos não são tidos como fins em si mesmos, mas como meios importantes e essenciais na busca de respostas. Assim os problemas têm a função de gerar conflitos cognitivos nos alunos, que provocam a necessidade de empreender uma busca pessoal (STAREPRAVO, 1997, p. 45).

Cabe ao professor, ao trabalhar com a solução de problemas, levar a criança a pensar e a identificar o pensamento que ela desenvolve, acompanhando-a para que possa intervir e provocar a construção do conhecimento.

Sinclair (1990) destaca a importância da realização de estudos que tenham como foco

principal a compreensão dos conceitos e das relações matemáticas estabelecidas pela criança, na solução do problema, para que o professor possa intervir no processo de aprendizagem e a criança evolua na compreensão do conceito.

Portanto, é a partir dessa perspectiva que esta pesquisa considera a aprendizagem como um processo de construção de conceitos e relações pelas crianças e que o trabalho com conceitos matemáticos deve partir da proposição de problemas.

A solução de um problema constitui-se, assim, um caminho para o ensino e a aprendizagem da Matemática e deve permitir às crianças: elaborar estratégias próprias de cálculo, percebendo que existem estratégias diferenciadas para solucionar um mesmo problema; elaborar e compartilhar procedimentos de solução, confrontando e argumentando, com os colegas e com o professor; compreender o erro como parte do processo de construção e compreensão dos conceitos matemáticos; analisar os dados para a solução do problema, percebendo que, em alguns casos, a falta de dados inviabiliza a solução dele e, enfim, elaborar estratégias de cálculo, num constante processo de reflexão, compreensão e reelaboração de conceitos.

As Soluções dos problemas pelas crianças e o papel do professor

Estudos e pesquisas (Vergnaud, 1983; Carraher, Carraher e Schliemann, 1989; Brito e Taxa, 1999; Smole e Diniz, 1999; Schliemann, 2003) vêm destacando a importância de o professor conhecer o nível de compreensão que as crianças possuem dos conceitos matemáticos, bem como apoiar-se nas estratégias próprias de cálculo e nas soluções notacionais produzidas por elas, intervindo, de maneira provocativa, para que as crianças possam avançar na compreensão de tais conceitos.

Com relação a essa questão, Brito e Taxa (1999) ressaltam que o único modo de conhecer como as crianças solucionam problemas é analisando os procedimentos por elas utilizados quando solucionam problemas verbais e quando utilizam papel e caneta.

Nesse contexto, Schliemann (2003) aponta que reconhecer o desenvolvimento e o uso do raciocínio matemático nas estratégias utilizadas pelas crianças e nas atividades que desenvolvem diariamente é um passo

que o professor pode dar, a fim de propor atividades de ensino mais adequadas.

Smole e Diniz (1999) indicam que as estratégias de cálculos utilizadas pelas crianças fornecem dados fundamentais para que o professor possa elaborar e diagnosticar a compreensão do processo de aprendizagem dos alunos.

As autoras acrescentam que, quando a criança tem liberdade para utilizar suas estratégias de cálculo, o professor pode acompanhar o processo de aprendizagem e intervir sempre que necessário, ajudando a criança a avançar na sua compreensão dos conceitos matemáticos.

Dessa forma, é possível perceber que devido à prática desenvolvida em sala de aula no ensino tradicional, que ainda privilegia o ensino dos algoritmos por meio da realização de grande quantidade de exercícios de fixação e memorização antes da solução de problemas, perde-se a oportunidade de as crianças apresentarem raciocínios novos, levantarem hipóteses e validarem um resultado encontrado, argumentando com os colegas e defendendo o seu ponto de vista na solução de um problema.

A literatura tem mostrado que o conhecimento matemático não se constitui em um conjunto de fatos a serem memorizados. Destaca, também, que a ação pedagógica do professor, conforme uma concepção de construção de conceitos significativos deve partir da premissa de que o conceito não pode ser transmitido às crianças; ao contrário, necessita ser ativamente construído por elas, com a intervenção do professor, num processo em que a aprendizagem passa a ser percebida e vivenciada como um processo de construção.

Vergnaud (1983) pontua em seus estudos que, ainda que as concepções, as estratégias e as representações das crianças sejam parcialmente incorretas, elas podem ser utilizadas para a solução de problemas simples, para passar, mais tarde, à construção de procedimentos e de conceitos mais próximos daqueles que são considerados soluções universais.

A teoria dos campos conceituais, para Vergnaud (1983), fornece aos professores um quadro para estes trabalharem com uma variedade de situações em níveis diferentes, o que poderia auxiliá-los a fazer com que as crianças evoluam lentamente, mas, significativamente, na construção dos conceitos trabalhados.

Vergnaud (1991) assinala ainda que, na

solução de problemas de aritmética, as crianças encontram dificuldade para a compreensão dos conceitos. O autor ressalta que é em termos de esquemas que é preciso que o professor valorize a escolha de um procedimento utilizado pela criança para a solução de um problema, em um quadro em que há muita possibilidade de escolha.

Carraher, Carraher e Schliemann (1989) ressaltam em seus estudos a necessidade de valorizar as elaborações matemáticas próprias das crianças e, aliá-las às formas convencionais escolares de representação dos conceitos matemáticos.

Nesse contexto, as soluções notacionais das crianças devem ser compreendidas e analisadas para, a partir delas, entender o que a criança está compreendendo do conceito matemático que está sendo estudado, no caso específico desta pesquisa as estruturas multiplicativas do tipo produto de medidas.

O ensino, partindo das soluções notacionais e verbais utilizadas pelas crianças, poderá auxiliá-las no desenvolvimento de formas mais efetivas de operar com o raciocínio matemático.

No entanto, apesar de as crianças utilizarem cálculos mentais na solução de problemas cotidianos, Carraher, Carraher e Schliemann (1989) mostram que elas não conseguem utilizá-los na solução de problemas escolares, não encontrando nas técnicas que a escola ensina semelhança com os cálculos mentais que utilizam para a solução de problemas do seu dia-a-dia.

Com relação ao ensino dos algoritmos convencionais, Franchi (1999) faz uma reflexão, priorizando o trabalho em sala de aula com a utilização de procedimentos próprios elaborados pelas crianças para a solução e compreensão dos problemas:

Os procedimentos canônicos ou estandarizados não correspondem diretamente aos processos cognitivos envolvidos na sua resolução e, portanto, não podem ser ensinados diretamente. (...) Ao nosso ver, uma condição indispensável é que o aluno se aproprie da situação. Para essa apropriação é essencial que ele possa utilizar seus próprios procedimentos a partir da representação que ele faz da situação (FRANCHI, 1999, p. 189).

Além disso, Carraher, Carraher e Schliemann (1989) comprovam que, quando utilizam estratégias próprias de cálculo, as crianças têm maior facilidade para com-

preender e explicar o procedimento utilizado.

Franchi (1999) aponta em seus estudos a importância da socialização dos procedimentos elaborados pelas crianças entre todas as crianças da sala de aula. Trabalhar em pequenos grupos faz com que as crianças percebam a existência de diferentes procedimentos de cálculo, bem como possam estar avaliando e questionando os procedimentos apresentados pelos colegas:

A discussão e socialização desses procedimentos em classe é fundamental para a investigação dos conhecimentos em ação mobilizados na produção desses procedimentos, facilitando, no momento oportuno, a percepção pelos alunos das relações entre os vários procedimentos e a avaliação da maior ou menor eficiência e economia de cada um deles (FRANCHI, 1999, p. 189).

Moro (1998) lembra, a partir de Vergnaud, que é fundamental, na aprendizagem dos conceitos matemáticos, trabalhar integradamente a solução notacional correspondente como um componente necessário à elaboração conceitual em jogo. A autora ressalta que nesse processo de intervenção é essencial que o professor acompanhe as estratégias espontâneas das crianças para, a partir delas, instigar sua progressão para a elaboração de estratégias mais avançadas, partindo sempre dos esquemas de ação que a criança dispõe.

Nessa perspectiva, o ensino deve utilizar os procedimentos e as estratégias próprias das crianças como ponto de partida para o trabalho com os conceitos matemáticos, considerando sempre os significados atribuídos pelas crianças a essas formas de representação.

Nesse contexto é preciso reconhecer que as crianças precisam de tempo para compreender os conceitos e as idéias matemáticas trabalhadas em sala de aula. Cabe então ao professor, de acordo com Kamii (2002), criar as condições adequadas de ensino para que a aprendizagem possa acontecer.

Um desses caminhos, apontado por Vergnaud (1983) e já descrito anteriormente, é o trabalho com a solução de problemas em sala de aula, circunstância em que o professor poderá estar interferindo no processo construção e reconstrução dos conceitos pelas crianças.

De acordo com o autor (1991), somente

o conhecimento dos esquemas conceituais que as crianças vão construindo progressivamente em relação aos conceitos matemáticos é que permite ao professor intervir de forma adequada no processo de aprendizagem das crianças.

Nessa perspectiva, a sala de aula pode tornar-se um espaço provocativo, explorando situações em que as crianças realmente aprendam sob a intervenção do professor. Moro (1998) propõe que, nesta sala de aula, o papel do professor deve ter as características de orientador, de mediador e de provedor de desafios interessantes, intervindo de forma adequada, para que as crianças tenham uma aprendizagem significativa.

Piaget (1973) escreve sobre três princípios gerais para o ensino da Matemática em sala de aula, que permitem ao professor refletir sobre a sua prática e sobre o processo de aprendizagem das crianças.

O primeiro princípio diz que a compreensão de uma noção ou de uma teoria implica na sua reinvenção pelo sujeito. Então, o professor tem que organizar situações que possibilitem a busca de solução por parte das crianças, fornecendo os recursos necessários e compreendendo que o processo de construção é individual e solitário, ou seja, o professor cria as condições e quem constrói o conhecimento é a criança, no seu tempo e de acordo com os esquemas que já construiu e é capaz de compreender.

O segundo princípio enfatiza que a criança é capaz de fazer e compreender em ação, tomando consciência de suas ações; além disso, ressalta a importância do trabalho em grupo durante o qual as crianças e o professor, ao trocarem informações, são capazes de ampliar os conceitos que estão sendo trabalhados.

O terceiro princípio fala sobre o papel da formalização dos conceitos que, conforme o autor, deve vir sempre como a finalização de um processo construído e não como ponto de partida para o trabalho com uma noção ou conceito. A formalização tem o seu momento específico e não pode ser prematura.

Moro (1998) ressalta também que, como a construção do conhecimento acontece nas trocas entre as crianças, estas aprendem em interação umas com as outras, em pequenos grupos ou grupos maiores. Para tanto, deve o professor propor e favorecer situações de aprendizagem que permitam essas trocas entre as crianças.

Kamii (1990) pontua que, em uma situação de aprendizagem, é papel do professor a proposição, a orientação e aplicação de

problemas, criando as condições necessárias à construção do conhecimento.

O objetivo dessa forma de atuar do professor seria o de incentivar as crianças à busca de novas estratégias de cálculo, o que é fundamental para provocar avanços no processo de construção dos conceitos por essas crianças e na elaboração de estratégias mais eficazes.

Vergnaud (1991) enfatiza a importância do trabalho realizado pelo professor em sala de aula. Segundo o autor (1991), toda a formação do professor e todo o seu esforço devem conduzi-lo para um melhor conhecimento do processo de aprendizagem do aluno, permitindo a ele ajustar de maneira permanente a sua intervenção no processo do ensino e da aprendizagem. Esse conhecimento não pode ser um simples entendimento geral da inteligência e do comportamento da criança; implica um conhecimento profundo do conceito que se vai ensinar e das relações que esse conceito estabelece com a atividade possível da criança.

Nesse contexto, assume-se então a posição a ser considerada, de que o papel do professor em sala de aula é indispensável, à medida que elabora os problemas e organiza contra-exemplos que levem a criança à reflexão, estimulando seu papel ativo no processo de aquisição do conhecimento. Assim, ajuda-a a construir e a organizar suas idéias, desencadeando reflexões e descobertas. As formas de o professor fazer sua intervenção terão então, força na relação que ele e as crianças irão estabelecer com o conhecimento.

* Considerando a discussão acima desenvolvida, destacam-se aqui, algumas indicações, as quais são consideradas de suma importância para professores e pesquisadores na área da educação matemática: a necessidade de o professor incentivar e estimular as crianças à utilização de estratégias próprias de cálculo; a relevância do trabalho com os conceitos matemáticos a partir da solução de problemas; a importância de o professor identificar e acompanhar o processo de aprendizagem das crianças para que possa realizar intervenções significativas; a relevância das interpretações das crianças sobre as soluções notacionais e verbais que utilizam quando solucionam problemas e a necessidade de o professor compreender os conceitos matemáticos que trabalha com as crianças.

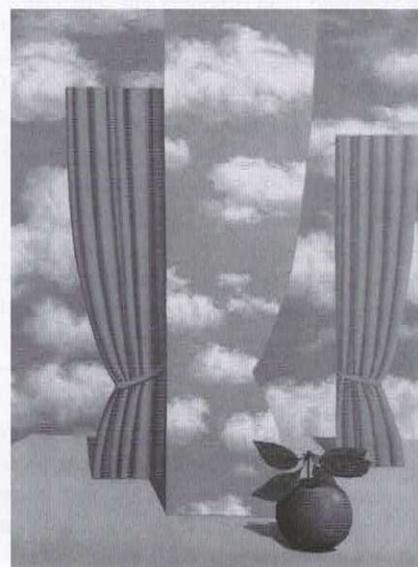
Essas reflexões podem contribuir para que os professores repensem o seu trabalho com

a Matemática em sala de aula. Conhecendo o processo de construção dos conceitos das crianças e as dificuldades que elas encontram nesse processo, o professor poderá intervir de maneira adequada, favorecendo a aprendizagem significativa.

¹ Pedagoga da Rede Municipal, mestre em Educação **Matemática - Linha de Pesquisa Cultura, Escola e Ensino da UFPR**. Este texto é parte integrante da Dissertação de Mestrado em Educação, A Solução de Problemas de Produto de Medidas de Crianças da 3ª série do Ensino Fundamental e a intervenção do professor, defendida pela primeira autora, no Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPR, sob a orientação da segunda autora.

² Atualmente é Professor senior/pesquisador da Universidade Federal do Paraná. Doutorado em Educação (Psicologia da Educação) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1984) e pos-doutorado pela Université de Geneve (1988).

³ O conceito de algoritmo convencional é utilizado para definir as regras dos algoritmos ensinados na escola, dentro de uma perspectiva tradicional, em que o ensino das técnicas precede o trabalho com a solução de problemas. Por exemplo, a regra do "vai um", no ensino do algoritmo convencional da adição e a regra do "não dá... empresta", no ensino do algoritmo convencional da subtração.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRITO, M.R.F.; TAXA, F.O.S. An exploratory study about problem solving in two groups of elementary school students. In: **Abstracts – IX Th European Conference on Developmental Psychology – Human Development at the turn of the century**. Island of Sepses, Greece: 1999, September, p. 51.
- CARRAHER, T; CARRAHER, D e SCHLIEMANN, A. **Na vida dez na escola zero**. São Paulo: Cortez, 1989.
- CHARNAY, R. **Aprendendo (com) a resolução de problemas**. In: PARRA, C. e SAIZ, I. (Org.) **Didática da matemática: reflexões psicopedagógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996, p. 36-47.
- FRANCHI, A. Onde está o problema? **Educação Matemática em Revista: Ano 2 – nº. 3, 1994**, p. 29-33.
- _____. Considerações sobre a teoria dos campos conceituais. In: MACHADO, S. D. A. (Org.) **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 1999, p. 155-195.
- KAMII, C. **Crianças pequenas continuam reinventando a aritmética (séries iniciais): implicações da teoria de Piaget**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- _____. **Crianças pequenas reinventam a aritmética: implicações da teoria de Piaget**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- _____. **A criança e o número: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos**. Campinas: Papyrus, 1990.
- MEIRA, L. O “mundo-real” e o “dia-a-dia” no ensino da matemática. **Educação Matemática em Revista: Ano 1 – nº. 1, 1993**, p. 19-27.
- MORO, M. L. F. **Aprendizagem construtivista da adição/subtração e interações sociais: o percurso de três parceiros**. Tese de Professor Titular em Psicologia da Educação, Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- NUNES, T.; BRYANT, P. **Crianças fazendo matemática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a Escola na Era da Informática**. Ed. Artmed. 2ª. reimpressão. Porto Alegre, 1994.
- PARANÁ/SEED. **Estudos complementares AVA 2000: análise de resolução em questões de matemática**. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação –SEED, 2002.
- PAVANELLO, R. M. Educação matemática e criatividade. **Educação Matemática em Revista: Ano 2 – nº. 3, 1994**, p. 5-11.
- PIAGET, J. Remarques sur l'éducation mathématique. In: FRANÇAIS, J. **Remarques on mathematical education**. Math école, 1973, année 12, nº. 58, p. 1-7.
- _____. **Para onde vai a educação?** Rio de Janeiro: J. Olympio, 1975.
- POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro. Interciência, 1978.
- SCHLIEMANN, A. D. Da matemática da vida diária à matemática da escola. In: SCHLIEMANN, A. D. E CARRAHER, D. (Orgs.) **A compreensão de conceitos aritméticos: ensino e pesquisa**. 2. ed. - Campinas, SP: Papyrus, 2003, p.11-38.
- SINCLAIR, A. A notação numérica na criança. In: SINCLAIR, H. (org.) **A produção de notações na criança: linguagem, número, ritmos e melodias**. São Paulo: Cortez, Autores Associados, 1990, p. 71-96.
- SMOLE, K. C. E DINIZ, M. I. V. Resolvendo problemas: obstáculos que podem ser superados desde cedo em relação à matemática. **Revista do Professor**, Porto Alegre 15 (58), abr./jun., 1999, p. 10-15.
- SPINILLO, A. G. Estratégias na resolução de tarefas de proporção por crianças. In: **Livro de resumos da semana de estudos em psicologia da educação matemática**. Recife, 1995, p. 14-18.
- STAREPRAVO, A. R. **Matemática em tempo de transformação**. Curitiba: Renascer, 1997.
- _____. **A resolução de problemas de estrutura multiplicativa por crianças da 3ª. série do ensino fundamental**. Dissertação de Mestrado em Educação – Curso de Pós-Graduação em Educação, Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- VERGNAUD, G. Multiplicative Structures. In: RESH, R. e LANDAU, M. **Acquisition of mathematics concepts and processes**. New York, Academic Press, 1983, p. 127-174.
- _____. **El niño, las matemáticas y la realidad: problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria**. México: Trillas, 1991.
- _____. A teoria dos campos conceituais. In: BRUN, J. **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Horizontes Pedagógicos - Instituto Jean Piaget, 1996, p. 155-191.
- ZUNINO, D. L. **A matemática na escola: aqui e agora**. Porto Alegre. Artes Médicas, 1995.