

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS NO ENSINO FUNDAMENTAL

Mathematics problems solving in elementary school

Jutta Cornelia Reuwsaat Justo

Resumo

Neste artigo propomos uma revisão teórica sobre a metodologia da resolução de problemas matemáticos. A proposta deste texto é apontar alguns caminhos para ensinar a resolução de problemas matemáticos no Ensino Fundamental, a partir de literatura da comunidade científica da área. Para isso, inicia-se com a conceituação do que seja um problema matemático, transita-se pela Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, passando pelo papel da metacognição e concluindo com princípios e métodos na resolução de problemas matemáticos.

Palavras-chave: Metodologia da Resolução de Problemas. Teoria dos Campos Conceituais. Ensino Fundamental. Educação Matemática.

Abstract

In this paper we propose a theoretical review of the methodology of mathematical problem solving. The purpose of this paper is to point out some ways to teach mathematical problem solving in elementary school from the literature of the scientific community. The paper begins with the conceptualization of a mathematical problem, transits by Gérard Vergnaud Conceptual Fields Theory, in the course of the role of metacognition and concluding with principles and methods in solving mathematical problems.

Keywords: Problem Solving Methodology. Conceptual Fields Theory. Elementary School. Mathematical Education.

Introdução

Viver é resolver problemas a cada dia: como fazer para não chegar atrasado, se não ouvimos o despertador tocar? O pneu do carro furou e o estepe está murcho, o que fazer? Como recuperar a nota daquela prova em que fomos mal? Como secar as páginas do livro que recebeu um banho de água? Como pagar aquele caríssimo exame que o médico solicitou? Essas e muitas outras situações cotidianas podem ser consideradas como problemas – alguns no diminutivo e outros no aumentativo, depende da visão de quem os precisa resolver. Pensando assim, um problema é qualquer situação que nos desafia a encontrar uma alternativa para modificá-la.

Rabelo (2002) aponta três características que a maioria dos psicólogos afirma que um problema deve apresentar para ser considerado como tal: uma situação estabelecida sob certas condições, a existência de um desejo para alterar o estado dela e, ainda, a falta de uma maneira óbvia e imediata de realizar a mudança dessa situação. Considerando essas características, pode-se pensar que nem tudo que a escola chama de *problema matemático* poderia ser definido como tal.

No presente texto propomos uma revisão teórica sobre a metodologia da resolução de problemas matemáticos. A proposta deste texto é apontar alguns caminhos para ensinar a resolução de problemas matemáticos no Ensino Fundamental. Para isso, iniciamos com a conceituação

do que seja problema matemático, transitando pela Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, passando pelo papel da metacognição e concluindo com princípios e métodos na resolução de problemas matemáticos.

Problemas matemáticos

Nem sempre aquilo que é chamado de problema pelos professores pode ser considerado um problema para os alunos. Muitas vezes, os problemas são apenas exercícios em razão da forma como são propostos.

A prática de resolução de problemas matemáticos na escola costuma ter o seguinte ritual (JUSTO, 2009): o professor escreve alguns problemas no quadro, os alunos os copiam e os resolvem individualmente; o professor circula pela sala entre as classes, atendendo os alunos com dificuldade (quando não fica em sua mesa, esperando que os alunos o procurem); estes pedem a confirmação dos resultados obtidos para o professor; quando a maioria da turma está pronta, um aluno é chamado ao quadro para a correção coletiva; a turma acompanha a solução do colega: se alguém erra, apaga os cálculos de seu caderno e copia os do quadro, sem aparente reflexão sobre o erro. A prática de fazer com que os alunos copiem problemas do quadro, muitas vezes, transforma uma aula de Matemática em um momento de treino de escrita, ou melhor, de cópia. O tempo da aula é perdido com cópia e ao aluno é solicitado que resolva os problemas como tarefa de casa.

Outra prática muito comum adotada por professores é a de ensinar os algoritmos das operações e, em seguida, propor alguns exercícios de aplicação desses cálculos, que costumam ser chamados de problemas ou histórias matemáticas¹. Dessa forma, o aluno logo aprende que não necessita pensar para encontrar uma solução, pois só precisa organizar os números do problema na forma algorítmica recentemente ensinada e encontrar a resposta à pergunta.

¹ Por vezes, no Rio Grande do Sul, os problemas são chamados nas escolas de *histórias matemáticas*. As justificativas para essa denominação são especialmente de que os problemas matemáticos apresentam um enredo – possuem um começo, um meio e um fim (ou resultado) – assemelhando-se a narrativas ou histórias. Outra justificativa muito comum dada pelos professores é de que a palavra problema assusta e pode desmotivar as crianças a quererem resolvê-lo.

Essas práticas educacionais, segundo D'Ambrosio (1989), revelam a concepção de que é possível aprender matemática através de um processo de transmissão de conhecimento e que a resolução de problemas reduz-se a procedimentos determinados pelo professor. Schoenfeld (1997), discutindo as heurísticas na resolução de problemas, afirma que o professor deve fazer uso de práticas metodológicas, as quais tornam as aulas mais dinâmicas e não restringem o ensino de matemática a modelos clássicos, como exposição oral e resolução de exercícios. Portanto, essas práticas desvirtuam a essência da tarefa de resolver problemas que é pensar por si próprio. Transformam aquilo que deveria ser desafiador e instigante em uma tarefa cansativa, pouco produtiva e com poucos ganhos para a aprendizagem.

Consideram-se problemas matemáticos aquelas situações que favorecem a aprendizagem de conceitos e procedimentos matemáticos que podem ser usados para resolver os problemas da vida. Ou seja, os problemas matemáticos propostos na escola deveriam ter alguns aspectos em comum aos problemas que surgem fora dela, para que os alunos mais facilmente estabeleçam relações entre eles e façam uso de estratégias aprendidas na escola para resolver também os problemas da vida.

Neste artigo, denominam-se de problemas matemáticos as formulações de questões, em linguagem oral ou escrita, ligadas a um contexto significativo para as crianças, que exijam delas um raciocínio matemático para encontrar uma resposta a determinada questão. Para que a questão seja realmente considerada um problema, ela deve ser desafiadora ao aluno, fazendo com que ele sinta necessidade ou desejo de solucioná-la, como propõe Medeiros (1994, p.25): “um problema só é *problema* quando o indivíduo se apropria dele e é apropriado por ele, deseja pensar a respeito dele, estabelece uma busca contínua para a compreensão e solução do mesmo”.

Nesse sentido, entende-se que o papel do professor, como aquele a quem cabe propor e desafiar, é fundamental para despertar no aluno o desejo e a necessidade de encontrar soluções para as questões que só assim passam a ter o *status* de problemas. Em consonância com Quaranta e Wolman (2006), afirma-se que a resolução de problemas é uma atividade indispensável

para construir o sentido dos conhecimentos, o que torna os problemas um meio fundamental para o ensino de um conceito. Entretanto, a escola ainda usa a resolução de problemas matemáticos para determinar o saber do aluno, ou seja, ela aparece vinculada à avaliação, e seria muito mais produtora se os problemas fossem tratados como possibilidades de construção de conhecimentos matemáticos e de modelização de situações, o que ajuda a compreender o mundo (CHAMORRO; VECINO, 2003).

Resolvendo problemas, o estudante põe em prática os conhecimentos que já possui, adaptando-os a novas situações. Acredita-se que a teoria dos campos conceituais, desenvolvida pelo professor e pesquisador francês Gérard Vergnaud, apresenta uma base sólida para se pensar a resolução de problemas matemáticos.

A teoria dos campos conceituais

Para Vergnaud (1990, 1996, 2009, 2011), um campo conceitual define-se pelo conjunto de situações cuja compreensão necessita do domínio de vários conceitos de naturezas diferentes. Vergnaud (1990) atesta que a primeira entrada de um campo conceitual é a das situações e que a segunda entrada seria a dos conceitos e dos teoremas. As situações estão ligadas à realidade que dá significado aos conceitos e é através das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire sentido para a criança. Duas ideias são fundamentais: existe uma grande variedade de situações num dado campo conceitual e as variáveis de situação são um meio de gerar, de maneira sistemática, o conjunto das classes de problemas possíveis; e os conhecimentos dos alunos são modelados pelas situações que eles encontraram e dominaram progressivamente, sobretudo pelas primeiras situações suscetíveis de dar sentido aos conceitos e aos procedimentos que se quer ensinar a eles.

Os *esquemas* são os recursos de base para a construção do campo conceitual, constituindo-se por procedimentos, condutas organizadas por regras de ações e antecipações para situações específicas. Eles são ações repetíveis para uma mesma classe de situações, ou seja, a automatização de um esquema acontece numa mesma classe de situações em que a criança já é competente. A análise dos esquemas informa ao professor

quais *objetos de pensamento* a criança usa, quais *conceitos-em-ação* e *teoremas-em-ação* ela já possui. Além disso, a análise permite averiguar a competência da criança nas situações que compõem o campo conceitual, o que é importante para auxiliar na organização da ação didática do professor.

No âmbito da resolução de problemas no Ensino Fundamental, importa tratar de, pelo menos, dois campos conceituais: o das estruturas aditivas e o das estruturas multiplicativas. Vergnaud (1990) define o campo conceitual das estruturas aditivas como o conjunto de situações que pedem uma adição, uma subtração ou uma combinação das duas operações para serem resolvidas e, ao mesmo tempo, pelo conjunto dos conceitos e teoremas que permitem analisar essas situações como tarefas matemáticas. Analogamente, o campo conceitual multiplicativo envolve as situações, os conceitos, os teoremas e as operações de multiplicação e divisão.

As estruturas aditivas são compostas por conceitos e/ou relações de cardinalidade, transformação temporal de grandezas por acréscimo ou decréscimo, comparação quantificada, composição binária de grandezas, composição de transformações e de relações, inversão do número natural e do número relativo (VERGNAUD, 1990). Na fase de iniciação aritmética, o autor assevera que as crianças são colocadas frente a situações de adição e de subtração, devendo estas serem respeitadas pelo significado natural das transformações que as envolvem. A subtração não deve estar subordinada à adição, ou seja, não pode ser introduzida somente após a adição. O que precisa ser trabalhado é o caráter inverso e recíproco das duas operações.

Nunes e Bryant (2009) afirmam que enfatizar a estrutura do problema, e não as operações aritméticas utilizadas para resolver problemas, se tornou dominante na pesquisa em educação matemática nas últimas três décadas ou mais. Esse enfoque está baseado em algumas hipóteses sobre como as crianças aprendem matemática, três das quais eles explicitam. Em primeiro lugar, presume-se que, para compreender adição e subtração corretamente, os estudantes também devem compreender a relação inversa entre elas, o mesmo acontecendo com a multiplicação e a divisão. Assim, um foco específico em operações distintas, que era o modo mais típico de pensar

no passado, se justifica apenas quando o foco do ensino está nas habilidades de cálculo. Em segundo lugar, presume-se que as relações entre adição e subtração, por um lado, e multiplicação e divisão, por outro lado, são conceituais: elas se relacionam com as conexões entre as quantidades de cada um destes domínios de raciocínio. Em terceiro lugar, as conexões entre adição e multiplicação e entre subtração e divisão são processuais: a multiplicação pode ser realizada por adições repetidas e a divisão usando repetidas subtrações. Finalmente, supõe-se que, apesar das ligações processuais entre adição e multiplicação, essas duas formas de raciocínio são diferentes o suficiente para serem consideradas como distintos domínios conceituais. Assim, os termos *raciocínio aditivo* e *multiplicativo* são usados para as relações conceituais em vez de se referirem às operações aritméticas (NUNES; BRYANT, 2009).

A tese subjacente à teoria dos campos conceituais, segundo Vergnaud (2011), é a que o conteúdo conceitual específico das situações, dos enunciados (ressalta-se a relação semântica) e das representações simbólicas permite melhor captar as filiações e as rupturas entre conceitos, disciplinas e outros domínios da atividade.

A semântica dos problemas matemáticos influencia a compreensão dos problemas pelos estudantes. Nesses problemas, as ideias matemáticas são comunicadas através de palavras para as quais eles vão associando significados, buscando interpretar e entender a mensagem que está sendo expressa, ou seja, procurando dar sentido ao problema. Nesse momento, para conseguir resolver o problema, se faz necessário que o resolvidor conecte os conhecimentos matemáticos que possui ao seu entendimento da situação apresentada no problema. A compreensão do problema implica que o resolvidor interprete a situação-problema através da semântica e, a partir dela, estabeleça relações entre os números do problema, para então buscar a operação matemática que o auxiliará a encontrar a solução.

Por exemplo, enquanto a criança permanece ligada ao contexto da situação apresentada no problema, sem dominar as relações entre as operações de adição e de subtração, ela tenta resolver pela operação que caracteriza o problema, ou seja, se a situação é aditiva, ela resolve pela adição, se a situação é subtrativa, ela usa a sub-

tração. Ou, por vezes, ela se liga a palavras-chave como “mais”, “ganhou” ou outras para escolher a operação – o que muitas vezes a leva ao erro.

Em crianças escolarizadas, verifica-se que, até o 3º ano do Ensino Fundamental, o uso da adição para resolver problemas do campo conceitual aditivo que pedem uma subtração ainda é muito frequente. O avanço no uso da subtração para a resolução desse tipo de problema aditivo se dá, mais comumente, no período que compreende o 3º e o 4º anos do Ensino Fundamental, entre os 8 e 9 anos de idade (JUSTO, 2000, 2004).

Resolver problemas matemáticos exige a aprendizagem de conceitos, a construção de estratégias e de procedimentos, assim como habilidades metacognitivas. Atualmente, há um consenso de que a metacognição assume um importante papel nesse processo.

O papel da metacognição na resolução de problemas matemáticos

Possuir competência na resolução de problemas, afirmam Smole e Diniz (2001), envolve compreender uma situação que exige resolução, identificar seus dados, mobilizar conhecimentos, construir uma estratégia ou um conjunto de procedimentos, ter organização e perseverança, analisar constantemente o processo de resolução e a validade da resposta e, se for o caso, formular outras situações-problema.

Na última década, as pesquisas têm demonstrado que os alunos com dificuldades de aprendizagem na Matemática experimentam déficits no plano metacognitivo: na predição do rendimento diante de uma tarefa específica, no planejamento do trabalho, no estabelecimento de submetas para avançar no cumprimento dos objetivos, na autorregulação da execução e na avaliação final sobre os resultados obtidos (MIRANDA et al., 2005).

Metacognição é um termo introduzido na literatura da área da memória por J. H. Flavell, definindo-a como o conhecimento que o sujeito tem de seu próprio conhecimento, ou seja, o conhecimento dos próprios processos e produtos cognitivos, ou algo relacionado com eles (FIGUEIRA, 2003). Através da metacognição, ao resolver problemas, o sujeito assume um papel mais autônomo em relação ao processo de resolução, pois ele supervisiona suas ações e

estratégias, avaliando os resultados encontrados durante e após a resolução.

É relevante enfatizar que possuir uma informação ou ter domínio de um algoritmo de uma operação matemática é diferente do que ser capaz de acessá-las quando necessário, assim como é diferente ter uma habilidade e saber como aplicá-la. O conhecimento metacognitivo inclui o conhecimento das capacidades e limitações dos processos do pensamento humano, especialmente de si mesmo. Nickerson, Perkins e Smith (1994, p.125) consideraram que as habilidades metacognitivas são aquelas habilidades cognitivas “necessárias, ou úteis, para a aquisição, o emprego e o controle do conhecimento, e das demais habilidades cognitivas. Incluem a capacidade de planejar e regular o emprego eficaz dos próprios recursos cognitivos”.

Portanto, encontrar estratégias, escolhê-las adequadamente, controlar o processo de resolução de um problema são habilidades que exigem a metacognição. Nickerson, Perkins e Smith (1994), assim como Desoete, Roeyers e Huylebroeck (2006), identificam as habilidades metacognitivas como sendo a *planejamento*, a *predição* e a *supervisão e controle* (ou *avaliação*) das ações deliberadas para executar tarefas intelectualmente exigentes.

A *planejamento* consiste em encontrar uma forma de solucionar um problema organizando as etapas de execução de um plano. Os resolvidores mais experimentados planejam e avaliam qualitativamente suas estratégias de solução do problema antes de fazer qualquer cálculo (NICKERSON; PERKINS; SMITH, 1994). Desoete, Roeyers e Huylebroeck (2006) referem que as habilidades de *predição* permitem à criança antecipar metacognitivamente tarefas difíceis, fazendo-a trabalhar firmemente nessas tarefas e rapidamente em tarefas mais fáceis. Além disso, a *predição* possibilita à criança associar certos problemas a outros, desenvolver conhecimento intuitivo sobre as condições necessárias para executar uma tarefa e para distinguir entre dificuldades aparentes ou atuais na resolução de problemas matemáticos. A *avaliação* ou *controle* pode ser definida como a reflexão metacognitiva que ganha lugar depois de um acontecimento; por ela, as crianças olham para as estratégias usadas e verificam se estas conduziram ou não ao re-

sultado desejado. As habilidades de *avaliação* oportunizam que as crianças tomem consciência de seu desempenho, para compará-lo ao de outros e descobrir erros dentro do processo de resolução do problema (DESOETE; ROEYERS; HUYLEBROECK, 2006).

Durante a resolução de problemas matemáticos, as crianças encontram numerosas dificuldades conceituais. A seleção de informações na leitura do enunciado, a tomada de dados físicos (medidas, por exemplo), a busca de informações numa documentação, a combinação adequada dessas informações para as operações de adição, de subtração, de multiplicação e de divisão, tudo está vinculado a esquemas iniciais já conhecidos pelo sujeito, sendo que a habilidade metacognitiva de saber (ou não saber) que tem capacidade de resolver um problema em particular no qual está trabalhando influi na adequação da solução encontrada. Assim, *a metacognição funciona como um instrumento regulador do processo de resolver problemas matemáticos*.

Enfim, reconhece-se que *os processos cognitivos e metacognitivos são importantes para a resolução de problemas*. Portanto, torna-se necessário desenvolver estratégias e processos de metacognição, assim como uma disposição positiva para resolver problemas matemáticos (VAN DE WALLE, 2009; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001; BRASIL, 1997). Defende-se que a eficácia na resolução de problemas pode ser potencializada a partir de um ensino qualificado. Nickerson, Perkins e Smith (1994) destacam que

O cultivo de atitudes e habilidades que conduzem a um pensamento sem travas, expansivo e criativo deve equilibrar-se com a capacidade para ser analítico e crítico. Um programa devidamente equilibrado deverá ressaltar de algum modo todos esses aspectos ou tipos de pensamento. [...] Nada do que sabemos sobre a inteligência exclui a possibilidade de ensinar as habilidades de pensamento. (NICKERSON; PERKINS; SMITH, 1994, p.135, 169)

Portanto, a complementaridade do ensino de habilidades cognitivas, como procedimentos

de cálculos, por exemplo, e do ensino do conhecimento metacognitivo, referente a quando se devem aplicar as estratégias e a como se pode averiguar se estão funcionando, precisam ser objeto de ensino.

Princípios e métodos da resolução de problemas matemáticos

A resolução de problemas surge como um caminho para “fazer Matemática” na sala de aula (BRASIL, 1997). Essa ideia, no entanto, ainda é utilizada como uma forma de aplicação de conhecimentos adquiridos pelos alunos. O professor ensina os algoritmos das operações matemáticas fundamentais (a adição, a subtração, a multiplicação e a divisão), e os problemas matemáticos são apresentados depois, para que os alunos usem os algoritmos para resolvê-los. Assim, os problemas matemáticos serviriam como contexto (ou seriam um pretexto?) para o emprego das operações matemáticas.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (BRASIL, 1997), encontram-se alguns princípios que direcionam o ensino da resolução de problemas:

- o ponto de partida da atividade matemática deve ser o problema. Os conceitos, as ideias e os métodos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas, para cuja resolução os alunos desenvolvem algum tipo de estratégia;

- o problema não deve ser visto como um simples exercício para a aplicação de fórmulas ou processos operatórios. Ele só existe se o aluno for levado a interpretar e a estruturar a situação que lhe é proposta;

- as aproximações sucessivas ao conceito são construídas para resolver um determinado tipo de problema; em outro momento, o aluno usa o que aprendeu para resolver uma questão diferente, o que exige transferências, retificações, rupturas;

- o aluno constrói um campo de conceitos que tomam sentido em um campo de problemas. Um conceito matemático se estrutura articulado com outros conceitos, por meio de uma série de retificações e generalizações;

- a resolução de problemas deve ser desenvolvida como orientação para a aprendizagem, pois proporciona o contexto em que se podem

aprender conceitos, procedimentos e atitudes matemáticas.

Em conformidade com esses princípios, Nunes et al. (2005, p.67-68) apresentam cinco princípios para a resolução de problemas aditivos que podem ser considerados complementares aos apresentados nos Parâmetros Curriculares Nacionais dos quais se destacam, neste artigo, três:

- as crianças aprendem mais se estão ativamente engajadas em resolver problemas e raciocinar do que se sua tarefa consiste em imitar soluções oferecidas pelo professor;

- os alunos precisam encontrar diferentes maneiras de registrar suas estratégias de resolução de problemas para que elas possam ser discutidas, validadas e comparadas entre si;

- as tarefas propostas às crianças devem ser adequadas ao seu nível de domínio de outros aspectos da educação, como o seu nível de conhecimento geral, a fim de não transformar o conteúdo do problema em um obstáculo à aprendizagem matemática.

Um importante pesquisador na área da resolução de problemas, Schoenfeld (1997), acredita que a resolução de problemas possibilita compreender os argumentos matemáticos e ajuda a vê-los como um conhecimento passível de ser aprendido pelos sujeitos implicados nos processos de ensino e aprendizagem. Schoenfeld (1997) sugere que a quantidade de problemas incluídos em uma aula de uma hora de duração possa ser de apenas quatro ou cinco para que todos eles possam ser discutidos e a ênfase da aula permaneça sobre o processo de resolver problemas.

Para desenvolver a disposição em aprender matemática se faz necessário: desenvolver confiança e convicção em suas habilidades; estar disposto a correr riscos e perseverar; e gostar de fazer matemática (VAN DE WALLE, 2009). Para alcançar esses objetivos com os alunos, Van de Walle (2009, p.79) sugere que o professor:

- *Elabore a partir dos sucessos* – o que significa planejar, inicialmente, problemas que os alunos possam resolver sozinhos, pois isso os ajudará a criar confiança em suas próprias capacidades.

- *Valorize os esforços e as tentativas* – significa ouvir as ideias dos alunos

sobre como pensaram para resolver um problema e focar o valor no risco ou no esforço e não no resultado alcançado pela ideia.

- *Escute todos os alunos* – não termine a discussão de um problema com a primeira resposta correta. Possibilite que mais alunos possam comunicar a sua ideia de solução para um problema.

- *Promova sucessos especiais para crianças especiais* – as habilidades que as crianças desenvolvem não são iguais, portanto, é importante possibilitar com que as mais lentas e não tão fortes na resolução de problemas também contribuam, fazendo questões mais fáceis no início das discussões para que elas também tenham condições de participar.

O método da resolução de problemas enfoca, portanto, também algumas atitudes que devem ser desenvolvidas pelos estudantes. Entende-se que essas atitudes são princípios que deveriam estar presentes na resolução de problemas e, portanto, precisam ser foco de ensino. Vieira (2001) destaca que uma delas é a consciência do sujeito em relação a sua capacidade de aprender melhor a entender como resolver problemas matemáticos, compreendendo que pode gerir seus procedimentos. A autoconfiança na capacidade de resolver problemas requer uma atitude positiva frente à tarefa.

Ensinar a pensar é uma máxima na educação que pode auxiliar na construção dessa autoconfiança. Rath et al. (1977) enfocam essa tendência como a meta da educação. Discutem formas de como ensinar o aluno a pensar, entretanto, sem sugerir “que os professores possam ou devam ensinar às crianças *como devem pensar*. Não existe ‘um jeito’ de pensar. [...] a coisa mais necessária é ter *oportunidades para pensar* e para discutir o pensamento” (p.2). Ensinar a pensar em como resolver um problema matemático envolve proporcionar muitas oportunidades de resolução e de discussão de diferentes formas de pensar.

Três ingredientes básicos são apresentados por Resnick e Ford (1998) para a resolução de problemas, a saber: o *conhecimento prévio*, o *entorno da tarefa* e as *estratégias*. As autoras

se referem ao *conhecimento* que deve estar bem estruturado, maximizando os vínculos com os conceitos e procedimentos relacionados. Isso supõe ensinar todo o conhecimento matemático que seja possível e adequado à habilidade e à idade dos estudantes.

[...] quanto mais dados, procedimentos e relações caracterizam a estrutura do conhecimento de uma pessoa, mais probabilidades ela terá de inventar e descobrir as conexões existentes. Se faltam a um estudante os conhecimentos de requisitos prévios, não se pode esperar uma resolução hábil de problemas por sua parte. (RESNICK; FORD, 1998, p.276)

O *entorno da tarefa* consiste em levar em conta a clareza na apresentação do problema, evitando informações desnecessárias para a solução, e acompanhá-lo de desenhos e diagramas. Auxiliar os estudantes para que explorem as características do entorno, permitindo que eles façam livremente conexões em suas mentes, evocando essas características, ou passem a escrever seus pensamentos, desenhar e criar uma representação do problema. Ainda, pode-se auxiliá-los ensinando estratégias concretas de resolução. Por exemplo, ensinando-os a pensar por antecipação e a visualizar muitas vias de ação e suas consequências, antes de iniciar a aplicação de procedimentos de resolução. Resnick e Ford (1998) reforçam a ideia do professor como questionador, como aquele que faz perguntas que auxiliam a clarear tanto as características do entorno quanto aos objetivos do problema, contribuindo para a evocação do conhecimento relevante e para a seleção de estratégias de resolução adequadas.

Concluindo...

Em síntese, à escola de Ensino Fundamental cabe propiciar que os estudantes aprendam a resolver melhor os problemas (JUSTO, 2009). Assim, com relação ao planejamento das situações-problema, ressalta-se a importância de:

- promover a vivência de diferentes experiências: os contextos dos problemas devem ser variados (situações diversas da realidade das

crianças), assim como as formas de apresentação dos problemas (escritos, orais, impressos, em fichas);

- propor problemas que sejam interessantes aos alunos;

- propor problemas adequados ao nível de desenvolvimento e conhecimento geral dos alunos: o conteúdo do problema não pode ser um obstáculo à aprendizagem matemática;

- propor, no máximo, quatro a cinco problemas por aula, para que possam ser discutidos e analisados por todos em conjunto;

- iniciar com a resolução de problemas que são mais fáceis para a turma e ir, gradativamente, desafiando-os com outros mais complexos.

Para trabalhar a compreensão dos problemas:

- questionar as crianças a fim de que captem as ideias essenciais do problema, para a busca de alguns modelos de situação: os modelos de situação são esquemas baseados na experiência prévia, capazes de selecionar os pontos importantes de um texto;

- valorizar as respostas das crianças aos questionamentos sobre as ideias essenciais do problema, para que elas também valorizem essa etapa e deixem de lado a preocupação em encontrar, rapidamente, uma solução (ou cálculo).

Durante a resolução dos problemas, lembrar-se das seguintes ações:

- promover o diálogo dos alunos, pois aula de resolução de problemas não é aula de silêncio;

- incentivar e valorizar diferentes formas de raciocínio: um problema pode ser resolvido por diversas maneiras;

- oportunizar a discussão de diferentes maneiras de resolução encontradas pelos alunos, para ampliar o conhecimento de conceitos e de estratégias.

- proporcionar que o aluno desenvolva as seguintes habilidades metacognitivas: observar seus próprios processos de compreensão; aprender a identificar as alternativas antes de proceder às escolhas; verificar os resultados em cada etapa da resolução; refletir sobre suas próprias atividades; fazer uso de múltiplas representações, sempre que necessário.

Por fim, retomam-se alguns princípios a serem observados pelos professores que desejam melhorar o desempenho de seus alunos na resolução de problemas matemáticos:

- as crianças aprendem mais se estão ativamente engajadas em resolver problemas e raciocinar do que se sua tarefa consiste em imitar soluções oferecidas pelo professor;

- os alunos precisam encontrar diferentes maneiras de registrar suas estratégias de resolução de problemas para que elas possam ser discutidas, validadas e comparadas entre si;

- o conhecimento conceitual necessário para resolver problemas se desenvolve no próprio processo de resolução de problemas;

- após uma aula de resolução de problemas que promoveu diálogo, representações de problemas, discussão de diferentes estratégias de solução e validação de respostas, proporcionar atividades de sistematização² das estratégias discutidas. Ou seja, resolver problemas semelhantes é importante para a permanência da aprendizagem.

Espera-se com este artigo de caráter teórico ter alcançado o propósito de assinalar alguns caminhos para ensinar a resolução de problemas matemáticos no Ensino Fundamental a partir do entrelaçamento entre a resolução de problemas, a teoria dos campos conceituais e a metacognição como possível proposta à prática do professor de matemática que trabalha com resolução de problemas.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica. *Parâmetros Curriculares Nacionais. Matemática*. V.3. Brasília, 1997.

CHAMORRO, M. C.; VECINO, F. El tratamiento y la resolución de problemas. In: CHAMORRO, Ma-

² Chamamos de atividades de sistematização aquelas planejadas com intuito de elucidar o conhecimento matemático envolvido em um jogo ou em uma situação previamente trabalhados com o objetivo de contextualizar um conceito matemático. Entendemos que dar sentido a uma situação ou conceito está diretamente ligado a contextualizar, no entanto, só isso não basta, pois nem sempre o aluno percebe o conhecimento matemático envolvido na situação e nem se apropria de seu significado sem que lhe sejam oportunizados exercícios que tenham o claro objetivo de destacar o conhecimento matemático presente na atividade anterior.

- ria Del Carmen (coord.). *Didáctica de las Matemáticas para Primaria*. Madrid: Pearson Educación, 2003.
- D'AMBROSIO, Beatriz S. Como ensinar matemática hoje? *Temas e Debates*. SBEM. Ano II. N2. Brasília. 1989, p.15-19.
- DESOETE, A.; ROEYERS, H.; HUYLEBROECK, A. Metacognitive skills in Belgian third grade children (age 8 to 9) with and without mathematical learning disabilities. *Metacognition Learning*, 1, p.119-135, 2006.
- FIGUEIRA, Ana Paula Mendes Correia Couceiro. Metacognição e seus contornos. *Revista Iberoamericana de Educación*, junho de 2003. Disponível em: <http://www.rieoei.org/deloslectores/446Couceiro.pdf>. Acesso em: 4/10/2009.
- JUSTO, Jutta C. R. Os significados das operações matemáticas de adição e subtração: a evolução da compreensão de 1ª a 4ª séries. In: *V Reunión de Didáctica Matemática del Cono Sur*. Universidad de Santiago de Chile, janeiro/2000.
- _____. *Mais... Ou menos?... a construção da operação de subtração no campo conceitual das estruturas aditivas*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2004.
- _____. *Resolução de problemas matemáticos aditivos: possibilidades da ação docente*. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2009.
- MEDEIROS, Cleide Farias de. Por uma Educação Matemática como intersubjetividade. In: BICUDO, M. A. V. (org.). *Educação Matemática*. São Paulo: Editora Moraes, 1994.
- MIRANDA, A. C. et al. Nuevas tendencias en la evaluación de las dificultades de aprendizaje de las matemáticas: el papel de la metacognición. *Revista de Neurologia*, 40(supl. 1), p.97-102, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*. KILPATRICK, J.; SWAFFORD, J.; FINDELL, B. (Eds.). Washington, DC, USA: National Academy Press, 2001.
- NICKERSON, R. S.; PERKINS, D. N.; SMITH, E. E. *Enseñar a pensar: aspectos de la aptitud intelectual*. Barcelona, España: Paidós/M.E.C., 1994.
- NUNES, T.; BRYANT, P. *Paper 4: Understanding relations and their graphical representation*. Key understandings in mathematics learning. Nuffield Foundation, London, 2009. Disponível em: www.nuffieldfoundation.org.
- NUNES, T. et al. *Educação Matemática: números e operações numéricas*. São Paulo: Cortez, 2005.
- QUARANTA, M. E.; WOLMAN, S. Discussões nas aulas de matemática: o que, para que e como se discute. In: PANIZZA, Mabel e colaboradores. *Ensinar matemática na Educação Infantil e nas séries iniciais: análise e propostas*. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- RABELO, E. H. *Textos Matemáticos: produção, interpretação e resolução de problemas*. Petrópolis/RJ: Vozes, 2002.
- RATHS, L. E. et al. *Ensinar a pensar: teoria e aplicação*. São Paulo: EPU, 1977.
- RESNICK, Lauren B.; FORD, Wendy W. *La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos*. Barcelona, España: Paidós, M.E.C., 1998.
- SCHOENFELD, A. H. Heurísticas na sala de aula. In: KRULIK, S.; REYS, R. E. *A resolução de problemas na matemática escolar*. São Paulo: Atual, 1997.
- SMOLE, K. S. e DINIZ, M. I. (orgs.). *Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática*. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- VAN DE WALLE, John A. *Matemática no Ensino Fundamental: formação de professores e aplicação em sala de aula*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- VERGNAUD, Gérard. La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 10(23), p.133-170, 1990.
- _____. A trama dos campos conceituais na construção do conhecimento. *Revista do Geempa*, Porto Alegre, p.9-19, 1996.
- _____. The Theory of Conceptual Fields. *Human Development*, 2009; 52:83-94. Acessível em: www.karger.com/hde.
- _____. O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática. *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, n. Especial 1/2011, p.15-27, 2011.
- VIEIRA, Elaine. Representação mental: as dificuldades na atividade cognitiva e metacognitiva na resolução de problemas matemáticos. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 2001, 14(2), p.439-448.
- Jutta Cornelia Reuwsaat Justo – Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora do curso de Pedagogia e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) na Universidade Luterana do Brasil (ULBRA, Canoas).

RECEBIDO EM: ABR. 2012
 CONCLUÍDO EM: JUN. 2012