Revista Khora, *V. 5, n. 6 (2018)* *ISSN: 2358-9159*

REFLEXÕES SOBRE A METODOLOGIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE MATEMÁTICA EM SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

FIGUEIRA, Israel Silva[1]

RESUMO

O presente trabalho busca refletir sobre a importância da metodologia de resolução de problemas na apreensão de conceitos matemáticos, a partir das considerações da Teoria das Situações Didáticas, de Guy Brusseau (1986) e da Teoria dos Campos Conceituais, de Gerard Vergnaud (2008).
Palavras-chave: Resolução de Problemas, Matemática, Ensino Fundamental.

ABSTRACT

The present work seeks to reflect on the importance of problem solving methodology in the apprehension of mathematical concepts, based on Guy Brusseau's Theory of Teaching Situations (1986) and Gerard Vergnaud's Theory of Conceptual Fields (2008).
Key-works: problem solving, mathematical, fundamental degree.

INTRODUÇÃO

Uma questão que sempre incomodou educadores por décadas e está presente em pesquisas de diferentes linhas teóricas sobre o ensino é sobre por que as crianças não aprendem na escola (NUNES, 2002; PARRA, 1996). O que ocorre com o saber escolar, que transforma crianças criativas e curiosas, em indivíduos incapazes de aprender conteúdos das disciplinas? Estas questões estão no centro das pesquisas que buscam compreender como os alunos pensam e como os professores podem melhorar o planejamento de suas atividades, buscando sempre maior qualidade na educação.

Pesquisas recentes no campo da Educação Matemática mostram como os alunos pensam e reforçam estratégias centradas na resolução de problemas, sendo cada vez maior a preocupação sobre como as crianças aprendem conceitos matemáticos (AQUINO, 1997; GOMES, 2012; PINTO, 1998). O que antes era considerado erro do aluno ou falta de conhecimento do conteúdo, agora se revela como a expressão de diferentes formas de

[1] Professor de Física do Estado do RJ, Especialista e Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela UFRRJ– email: israel12figueira@gmail.com

raciocinar sobre um problema, que deve ser compreendido e levado em consideração pelo professor no planejamento das suas estratégias de ensino (PINTO, 1998). O aluno somente dá significado ao que foi aprendido, quando ele é capaz não só de repetir ou refazer, mas ressignificar novas atividades, agindo com mais segurança e autonomia em novos desafios (SADOVSKY, 2007).

Resolver problemas matemáticos é a atividade matemática mais próxima do cotidiano, visto que a Matemática está presente desde os primórdios da história humana. Ela é parte integrante da dinâmica de nossa cultura, estando presente como avanço técnico ou forma de comunicação mais eficazes de nossa história. Resolver problemas e criar modos de solucioná-los é a essência desse saber. Conforme Nunes (2002, p.17):

> (...) a Matemática é uma matéria escolar, porém no que tange as crianças é também uma parte importante das suas vidas cotidianas: sem matemática elas ficarão desconfortáveis não apenas na escola, mas em uma grande parte de suas vidas cotidianas quando partilham bens com seus amigos, planejam gastar suas mesadas, discutem sobre velocidades e distâncias, quando têm que lidar com o mundo do dinheiro, de compras e vendas...

Dos objetivos gerais de Matemática para o Ensino Fundamental, presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais, dois fazem ênfase explicitamente à resolução de problemas (BRASIL, 1997 p.37):

> - identificar os conhecimentos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo à sua volta e perceber o caráter de jogo intelectual, característico da Matemática, como aspecto que estimula o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade para resolver problemas;
>
> - resolver situações-problema, sabendo validar estratégias e resultados, desenvolvendo formas de raciocínio e processos, como dedução, indução, intuição, analogia, estimativa, e utilizando conceitos e procedimentos matemáticos, bem como instrumentos tecnológicos disponíveis;

Se resolver problemas é a atividade essencial da Matemática, como é, então, ensinar através da metodologia de resolução de problemas?

O objetivo deste artigo é refletir sobre a metodologia da resolução de problemas a partir da apreensão de conceitos matemáticos pelo aluno. Assim sendo, vamos apresentar através de pesquisa bibliográfica, no campo da Educação Matemática, os pensamentos de Guy Brosseau (1986) e Gerard Vergnaud (2008), que através de seus aportes teóricos buscam discutir estratégias de ensino em que o educando é centro do processo de ensino-aprendizagem ao resolver problemas.

Veremos que quando professores planejam suas atividades de ensino através de situações-problemas e encorajam seus alunos a buscarem modos de respondê-los, eles possibilitam a apreensão de estruturas lógicas inerentes ao saber matemático, que permitem a compreensão de conceitos matemáticos a partir de um campo de conceitos. Isso se realiza porque a partir da relação *professor- aluno*, mediado pelo saber escolar, busca-se criar situações didáticas que levem os alunos a criar hipóteses, a criar e dar respostas usando procedimentos diversos do tradicional com base em suas vivências e aprendizados anteriores.

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS

Muito se tem discutido sobre o significado das competências que são exigidas dos indivíduos na sociedade contemporânea. No caso da Matemática, essa preocupação resulta de pressão sobre a escola para que a formação dos alunos zele pelo desenvolvimento de habilidades que vão muito além dos conhecimentos específicos nessa área do conhecimento. O discurso de que a escola deveria preparar o indivíduo para a vida não é novo na educação escolar, pois o fato é que a escola sempre teve como meta que os alunos fossem capazes de relacionar informações para resolver problemas.

No Brasil houve muitos incentivos para se trabalhar a resolução de problemas nas escolas, porém, e em raros momentos de nossa história escolar, trabalhou-se sistematicamente para esta meta. Como podemos ver em FELISBERTO (2017, p.15) ao fazer um recorte da história da matemática no Brasil, entre 1890-1990, a partir da análise dos planos de aula e cadernos escolares:

> Os planos de aula elaborados pelas normalistas e os cadernos escolares, como produto da cultura escolar do período investigado, vem-nos trazer vestígios de que tais representações foram apropriadas às práticas de ensino de Matemática. Os planos de aula analisados indicam que as normalistas eram ensinadas a utilizarem o ensino global, aplicando-o a partir de recortes de jornais, ou seja, das situações reais da vida. Assim também, os cadernos escolares mostram-nos que os problemas eram apresentados de modo contextualizado. Embora pendessem para os assuntos econômicos, não deixavam de estar relacionados com as ocupações da vida.

De acordo com Pires e Gomes (2010, p. 15):

> Se pretendemos tornar a Matemática útil e prazerosa, acreditamos que a resolução de problemas, uma das tendências da educação matemática, é um excelente caminho para alcançarmos esse objetivo. A resolução de problemas deve ser o ponto de atenção do professor de Matemática e os problemas devem ser o ponto-chave para o desenvolvimento dos conteúdos curriculares.

No final da década de 1960, no auge do Movimento de Matemática Moderna[2], o Instituto de Investigação do Ensino de Matemática – IREM, na França, buscou investigar as atividades didáticas que tem como objetivo o ensino naquilo que de mais específico tem o saber matemático: resolver problemas.

Os trabalhos desenvolvidos nesta área vêm, até hoje, realizando uma formação continuada de professores de Matemática e possibilitando a produção de meios materiais de apoio para a sala de aula, tais como textos, jogos, brinquedos, problemas, exercícios e experimentos de ensino. A análise da validade dessas ações desenvolvidas em pesquisas pelo Instituto favoreceu a evolução de estudos no ensino da Matemática, que permitiram a produção de conhecimentos e produzir ações sobre o ensino. O objetivo é o de reformular o ensino da Matemática.

Destacam-se, portanto, nesta área, os trabalhos desenvolvidos por Yves Chevallard (Teoria do Antropológico da Matemática), Règine Douady (Dialética Ferramenta-Objeto), Raymond Duval (Teoria dos Registros de Representação Semiótica), Guy Brousseau (Teoria das Situações Didáticas) e Gérard Vergnaud (Teoria dos Campos Conceituais), entre outros.

---

[2] O Movimento da Matemática Moderna foi um movimento internacional do ensino de Matemática que surgiu na década de 1960 e se baseava na formalidade e no rigor dos fundamentos da teoria dos conjuntos e da álgebra para o ensino e a aprendizagem de Matemática. Este movimento influenciou fortemente a educação matemática no Brasil.

Esses trabalhos repercutiram mundialmente e tem como paradigma dominante da Educação o desenvolvimento cognitivo, em referência aos trabalhos desenvolvidos por Jean Piaget e colaboradores. Celebrava-se nessas pesquisas a aproximação da Educação Matemática com a Psicologia e a Antropologia.

Para conferir objetivo a este artigo, no sentido de refletir sobre a metodologia da resolução de problemas em Matemática, buscamos nos trabalhos realizados por Guy Brousseau em sua Teoria das Situações Didáticas[3], evidências sobre o papel central da ação cognitiva do aluno ao realizar atividades. Esta ação privilegia a originalidade do pensamento matemático e a particularidade da aprendizagem de cada conhecimento matemático ao considerar a estrutura formal e a função da lógica como fundamentais nesse processo.

A partir desses estudos, a Educação Matemática se estabeleceu como campo de pesquisa específico, como campo teórico reconhecido e contribuiu na difusão de trabalhos de pesquisa destinados a formação de professores e estudantes de Matemática.

Assim, de acordo com Almouloud (2007), a teoria de Brousseau esclarece a integração das dimensões epistemológicas, cognitivas e sociais no campo da Educação Matemática, permitindo compreender as interações sociais que ocorrem na sala de aula entre alunos e professores, as condições e a forma que o conhecimento matemático pode ser aprendido. Ainda a partir dessa teoria, o controle destas condições permitiria reproduzir e otimizar os processos de aquisição de conhecimento matemático na escola.

Almouloud (2007) indica que, para Brousseau, o objetivo primordial da Didática da Matemática é a caracterização de um processo de aprendizagem por meio de uma série de situações reprodutíveis, denominadas de situações didáticas, que estabelecem os fatores determinantes para a evolução do comportamento dos alunos. para Brousseau (1996, p.70) a noção de situação didática:

> (...) conjunto de relações estabelecidas explicitamente e ou implicitamente entre um aluno ou grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição (...).

[3] Guy Brousseau (1933), um dos pioneiros da Didática da Matemática Francesa, é professor aposentado do IUFM (Instituto Universitário de Formação de Professores), em Aquitaine e da Universidade Bordeaux 1, situados na França. Ele ganhou a medalha Felix Klein da Educação Matemática em 2003, da Comissão Internacional de Instrução Matemática (ICMI), em reconhecimento a contribuição que tem realizado sobre o desenvolvimento da Educação Matemática como um campo de investigação científica, implementando esta investigação a estudantes e professores. As principais construções dessa teoria foram elaboradas em sua tese de doutorado de 1986 (ALMOLOUD,2007).

Assim, "o objeto central de estudo nessa teoria não é o sujeito cognitivo, mas a situação didática, na qual são identificadas as interações entre professor, aluno e saber" (BROUSSEAU apud ALMOULOUD, 2007, p. 32).

Para Brousseau, está incluso o estudo de situações que sejam exitosas ou fracassadas, pois o erro constitui fonte de informação para a elaboração de boas questões ou situações-problema. Segundo ele, há, ainda, uma assimetria entre o professor e o aluno em relação ao saber difundido em sala de aula. Portanto, o que se espera da relação didática é mudar este quadro inicial do aluno em relação ao saber; o que é possível a partir de situações de ensino propícias, integrando o aluno no saber científico e conferindo ao professor papel fundamental na relação didática (MENEZES; LESSA; MENEZES, 2006).

A Teoria das Situações Didáticas de Brousseau expõe, como ideia básica, aproximar o trabalho do aluno do modo como é produzida a atividade científica verdadeira, ou seja, o aluno se torna um pesquisador, testando conjecturas, formulando hipóteses, provando, construindo modelos, conceitos, teorias e socializando os resultados. Cabe ao professor, assim, providenciar situações favoráveis de modo que o aluno nessa ação efetiva sobre o saber o transforme em conhecimento útil e significativo.

Para o autor, as situações de ensino devem ser criadas pelo professor, de modo a aproximar o aluno do saber do qual ele deve se apropriar. Para isso, cabe ao docente procurar situações em que os alunos possam dar sentido ao conhecimento, através da contextualização e personalização do saber, no sentido de fazer do aluno sujeito de conhecimento. O professor deve, ainda, ajudar seus alunos no sentido inverso, ou seja, descontextualizando e despersonalizando os conhecimentos, como fazem os matemáticos, de modo a tornar as produções dos alunos fatos universais e reutilizáveis. Segundo Brousseau, em acordo com a teoria de Piaget, é justamente este jogo de contextualizar e de descontextualizar que permite ao aluno avançar em conhecimentos através de sucessivos desequilíbrios (*apud* ALMOULOUD, 2007).

Para o professor, é grande a tentação de pular estas duas fases e ensinar diretamente o saber como objeto cultural, evitando este jogo de movimento ao ensinar. Neste caso, apresenta-se o saber e o aluno se apropria dele, ou não, como puder. Esta é a situação mais comum e real de aprendizagem nas escolas.

Brousseau (1996) destaca que, para aprender, o aluno deve ter um papel ativo diante de uma situação de aprendizagem, de certo modo comparado ao ato de produzir de um matemático. Ainda nestas situações, a resposta inicial que o aluno pensa frente à pergunta formulada pelo professor, não deve ser a que desejamos ensinar-lhe: "... se fosse necessário possuir o conhecimento a ser ensinado para poder responder, não se trataria de uma situação de aprendizagem" (BROUSSEAU,1996 p. 49).

Sintetizando a Teoria de Brousseau e objetivando o que queremos neste artigo, ressaltamos que na relação professor – aluno em sala de aula, o primeiro trabalho do professor será "propor ao aluno uma situação de aprendizagem para que [este] elabore seus conhecimentos como resposta pessoal a uma pergunta, e os faça funcionar ou os modifique como resposta às exigências do meio e não a um desejo do professor" (BROUSSEAU, 1996 p. 50).

O que propõe esta teoria é uma ruptura ao padrão e modelo de aula com papéis estanques em que o professor é encarregado da didática e do ato de ensinar, esperando que o aluno aprenda passivamente o objeto de estudo exposto unilateralmente pelo docente. Na situação didática proposta por Brousseau (1996), o aluno se defronta com situações intencionalmente elaboradas pelo professor (não arbitrárias), a fim de promover uma ação do aluno em busca do conhecimento. Porém, os alunos, inicialmente, não devem perceber os pressupostos didáticos envolvidos no objeto de estudo (o que está sendo ensinado, o que deve ser conhecido ou sabido), a não ser pelo êxito de uma tarefa complexa.

Para Brousseau, a devolução na forma de resposta a uma atividade é uma condição fundamental, significando o aceite do aluno pela responsabilidade na busca da solução do jogo ou problema proposto, assim como pelo entendimento de que o professor elaborou uma situação passível de ser resolvida de acordo com os conhecimentos anteriores que ele possui.

A Teoria de Brousseau estabelece como momento finalizador das etapas de uma situação didática, o momento da institucionalização do saber, que ele atribui a finalidade de ser:

> ... destinada a estabelecer convenções sociais e onde a intenção do professor é revelada. O professor retoma a parte da responsabilidade cedida aos alunos, conferindo o estatuto de saber ou descartando algumas produções dos alunos, definindo assim os objetos de estudo através da formalização e generalização. É na institucionalização que o papel explícito do professor é manifestado, o objeto é oficialmente aprendido pelo aluno e o professor reconhece tal aprendizagem. (BROUSSEAU, 1996, p .55).

Cabe ainda ressaltar nessa teoria o papel relevante do professor frente às situações didáticas, uma vez que ele deve assumir uma epistemologia e ter um bom controle de suas concepções epistemológicas. Segundo D'Amore (2007, p. 3), a concepção epistemológica "é um conjunto de convicções, conhecimentos e saberes científicos, os quais tendem a dizer o que são os conhecimentos dos indivíduos ou de grupos de pessoas, como funcionam, os modos de estabelecer sua validade e então de ensiná-los e aprendê-los". Pois, ao mesmo tempo em que ensina um saber, o professor implicitamente também recomenda como usá-lo. Dá significado a ele. Manifesta-se assim, uma posição epistemológica que o aluno adota muito mais rapidamente porque a mensagem permanece implícita ou ainda inconsciente. Infelizmente, essa posição epistemológica é difícil de ser identificada, assumida e controlada numa situação didática e, por outro lado, parece desempenhar um papel importante na qualidade dos conhecimentos adquiridos pelos alunos (BROUSSEAU, 1996, p. 59).

A resolução de problemas em Matemática, que é objeto de reflexão neste artigo, é uma abordagem metodológica que contribui significativamente para que a atividade matemática seja desenvolvida de modo a valorizar a compreensão conceitual inerente aos procedimentos de cálculo. Portanto, ela é compreendida hoje como uma atividade essencial no ensino da Matemática.

Vejamos como esta metodologia deve ser tratada e sob que arcabouço teórico ela se valida.

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

O currículo de Matemática já vivenciou muitas transformações ao longo das últimas décadas, sendo que sua tendência recente tem sido a de se desvencilhar de uma formação mais abstrata e formal. A tendência hoje é a de propor uma formação preocupada com o sujeito ativo inserido em um contexto sociocultural, capaz de identificar os conhecimentos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo. Foi com essa visão que surgiu a proposta dos Parâmetros Nacionais Curriculares – PCNs para o ensino da Matemática (BRASIL, 1997).

Para o currículo de Matemática nas séries iniciais do Ensino Fundamental, os PCNs apresentam a Matemática a partir de quatro grandes blocos temáticos: números e operações; espaço e forma; grandezas e medidas; tratamento da informação. Nele é enfatizada a necessidade e a vantagem pedagógica de se trabalhar com esses quatros blocos de maneira integrada. Ou seja, em seu planejamento de aula o professor deve ter claro em seus objetivos didáticos as relações que existem entre esses blocos temáticos. Por exemplo, ao trabalhar as estruturas multiplicativas, podemos utilizar a estratégia do gráfico como uma das possíveis maneiras de apresentar o resultado obtido em uma atividade (MAGINA, 2005).

Sabemos que os conceitos matemáticos tem um caráter eminentemente social. Como já afirmamos anteriormente, a relação que existe entre o conhecimento matemático e as situações matemáticas trabalhadas pela escola deve considerar a inferência do meio sociocultural sobre a aprendizagem dos conceitos matemáticos pelos alunos. Isto se justifica por ser o conhecimento matemático um processo social que está presente em diferentes culturas e sociedades e que tem organizações, pressupostos filosóficos, motivações ideológicas e diferentes metas para sua efetivação como saber difundido pela escola.

> As representações matemáticas dos estudantes diferem das de seus professores, bem como as representações entre os professores variam bastante, de acordo com suas visões da Matemática e da sociedade. As competências e concepções dos estudantes vão se desenvolvendo ao longo do tempo, através de experiências com um grande número de situações, tanto dentro quanto fora da escola. Em geral, quando defrontados com uma nova situação eles usam o conhecimento desenvolvido através de experiência em situações anteriores, e tentam adaptá-lo a esta nova situação. Portanto, a aquisição do conhecimento se dá, em geral, por meio de situações e problemas com os quais o aluno tem alguma familiaridade, o que implica em dizer que a origem do conhecimento tem características locais (MAGINA, 2005 p.3)

Estas questões de caráter cultural não modificam o conhecimento matemático em si, mas tem fortes influências sobre o modo como vemos a Matemática, como o professor vê a Matemática para os seus alunos e como os alunos percebem este conhecimento. Embora não se deva restringir a aprendizagem da Matemática apenas a essas considerações, esse é um pressuposto que acompanha as tendências atuais da educação.

> Sob a ótica da formação do cidadão, faz-se necessário oferecer ao aluno uma boa formação matemática já nas séries iniciais, de tal forma que a passagem da Matemática menos formal que é tratada nessas séries, não implique em uma descontinuidade em relação a Matemática estudada nos últimos anos do Ensino Fundamental. O professor, responsável por esse processo e desempenhando um papel de mediador entre o conhecimento matemático e o aluno, deve estar atento para "o que, como, quando e porque" ensinar aquele conteúdo (MAGINA, 2005 p.2).

Não há como educar de maneira descomprometida. Toda forma de educar é orientada para um fim, tenhamos ou não consciência disso. Nesta perspectiva, para a construção de conhecimentos, a noção de *"conceito"* adquire um papel fundamental na Teoria dos Campos Conceituais, como proposta pelo psicólogo e matemático Gérard Vergnaud (1933)[4].

Vergnaud (2008) explica que a sua teoria possibilita validar pesquisas que buscam entender como as crianças constroem os conceitos matemáticos. Isto é fundamental para ensinar a disciplina, pois permite uma postura diferente do professor frente ao conhecimento, estabelecendo formas mais eficientes de se trabalhar os conteúdos matemáticos, a partir do momento em que ele possibilita e aproxima a pesquisa teórica do fazer em sala de aula. Este fato confere caráter dinâmico à Ciência através de construções e desconstruções de saberes em sala de aula.

Ainda segundo este autor, a construção de conhecimento a partir de conceitos é um cenário complexo de ser montado. A complexidade vem principalmente do fato de que os conceitos matemáticos traçam seus sentidos a partir de uma variedade de situações. E cada uma dessas situações, normalmente, não pode ser analisada com a ajuda de um único conceito, mas, ao contrário, a partir de vários deles.

A complexidade do cenário também acontece devido ao longo tempo de desenvolvimento dos procedimentos e conceitos matemáticos a serem adquiridos pelos alunos a cada nível maturacional. Por exemplo, os estudantes levam muito tempo para dominar as estruturas aditivas. Alguns aspectos da adição e subtração já são apreendidos por crianças de 4 anos, mas há classes de problemas que, embora requeiram apenas uma adição de números inteiros, são resolvidas com pouco sucesso pela maioria dos alunos de 15 anos (MOLINA, 2005).

Vergnaud (*apud* MOLINA, 2005 p.4) explica que:

> Jean Piaget disse que o conhecimento é uma adaptação a situações nas quais é necessário fazer algo. Por isso, se não confrontamos as crianças com situações nas quais elas precisem desenvolver conceitos, ferramentas, limites, elas não têm razão para aprender. Isso vale para a escola, mas também para a vida, para a

[4] Gerard Vergnaud é matemático e psicólogo francês, formado em Genebra e que compôs o segundo conjunto de doutorandos com Jean Piaget. Atualmente é diretor emérito de estudos do Centro Nacional de Pesquisas Científicas (CNRS sigla em francês). O título de sua tese de doutoramento era *"A resposta Instrumental como Resolução de Problemas"*, que propiciou várias pesquisas no campo da Didática da Matemática e a efetivação de sua Teoria dos Campos Conceituais.

> experiência profissional. Em Matemática, por exemplo, insistimos na chamada resolução de problemas - propor situações que as crianças não sabem resolver para fazer evoluir em seus conhecimentos. Portanto, queremos desestabilizá-las. E se desestabilizarmos demais? Elas também não vão aprender. Portanto, gerenciar o aprendizado é gerenciar ao mesmo tempo a desestabilização e a estabilização. Portanto, temos de pensar mais e propor situações corriqueiras aos que estão aprendendo. Sempre fizemos isso, às vezes de forma intuitiva. O que minha teoria propõe é que precisamos pensar de forma mais sistemática. O grande desafio do professor é ampliar as dificuldades para as crianças, mas sabendo o que está fazendo e aonde quer chegar.

Segundo Vergnaud (*apud* MOLINA, 2005 p.4), um campo conceitual é um conjunto de situações, cujo domínio progressivo exige uma variedade de conceitos, de procedimentos e de representações simbólicas em estreita conexão. Nessa perspectiva, a construção de um conceito envolve um trio de conjuntos, que segundo a Teoria dos Campos Conceituais, é chamada simbolicamente de **S I R** (*grifo do autor*): O **S** é um conjunto de situações, que dá *significado* ao objeto em questão; o **I** é um conjunto de invariantes, que trata das propriedades e procedimentos necessários para definir esse objeto; e o **R** um conjunto de representações simbólicas, as quais permitem relacionar o significado desse objeto com as suas propriedades.

O que podemos compreender resumidamente sobre o que Vergnaud aborda em sua Teoria é que, quando se propõe estudar um campo conceitual ao invés de um conceito, ele está afirmando que, numa situação problema qualquer, nunca um conceito aparece isolado. Todo conceito, por ser complexo, faz parte de uma estrutura lógica de significados que precisa ser significativo para ser compreendido por quem aprende.

Vejamos um exemplo de situação aditiva bem simples, proposta por Molina (2005, p.28): "ANA TINHA 5 BLUSAS E NO SEU ANIVERSÁRIO SUA AVÓ LHE DEU 2 BLUSAS. QUANTAS BLUSAS ANA TEM AGORA?". Podemos identificar vários conceitos aqui envolvidos, os quais a criança precisa ter adquirido para resolver com sucesso o problema. São eles: adição, temporalidade (tinha = passado, tem agora = presente), contagem (depois do 5 vem o 6, depois o 7), linguístico (...sua avó lhe deu...) e sociocultural (quem, por que e quantos presentes). Cada grupo, contexto ou forma de organização pode inferir no modo como a questão pode ser entendida ou representada pelos alunos. Se tivéssemos, por exemplo, trabalhado com números maiores – acima de 15 ou 20 – seria preciso que a criança tivesse o entendimento do sistema decimal posicional (os numerais são 10 – 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) e que a partir de suas combinações obteremos infinitos números.

Ainda sobre essas atividades, Vergnaud (2008, p.35) nos fala que:

> O que descobri é que há seis tipos de problemas ligados à adição e subtração. E é óbvio que, se os números forem grandes, ou decimais, tudo fica ainda mais complicado. No caso de frações, nem se fala. Na sala de aula, o professor até pode propor atividades, mas, se não souber como os alunos avançam, passo a passo, eles talvez compreendam o jogo proposto, porém não vão saber calcular. Para um adulto, o exercício de subtrair as bolas de gude que ganhou, para saber quantas tinha no início do jogo, pode parecer simples. Mas, aos 7, 8 ou 9 anos, não é nada fácil compreender esse conceito matemático. Mesmo com números pequenos, as crianças costumam ter muitas dificuldades. Se o professor sabe disso e dispõe de uma boa variedade de exercícios para propor, ótimo. Se ele fica numa única atividade, a garotada que não entende a própria proposta do trabalho perde o interesse e nem se preocupa mais em acertar.

Para sermos mais precisos com a proposta que ensejamos neste artigo, é preciso considerar que, na perspectiva do ensino da Matemática, como no ensino das operações por exemplo, o trabalho deve estar imerso desde o primeiro momento em situações-problema. É preciso haver entendimento sobre os usos das operações em diferentes contextos e práticas sociais. Aprender sobre adição, subtração, multiplicação e divisão requer muito mais do que realizar procedimentos de cálculos (algoritmos). Espera-se que os alunos compreendam o que fazem e apreendam os conceitos matemáticos envolvidos nessas operações a partir dos seus conceitos construídos ao resolverem os problemas propostos pelo professor. Se os alunos estiverem repetindo procedimentos, ou executando o que lhes foi dito para fazer, não estarão desenvolvendo estratégias de resolução. O problema estará se convertendo em exercício de repetição ou em execução algorítmica. A atividade matemática em si pode até ocorrer; o que pode não acontecer é a compreensão conceitual.

Portanto, na construção de conceitos a partir do que propõe a Teoria de Campos Conceituais de Vergnaud, vale as ações de juntar, separar, retirar, agrupar, distribuir, combinar; como modos de representação valem desenhos, esquemas, símbolos numéricos e operacionais; e os procedimentos de cálculos podem ser escritos, aproximados, exatos, verbalizados e pensados.

O domínio das habilidades para as operações com números naturais, por exemplo, que é um objetivo importantíssimo para as séries iniciais do Ensino Fundamental, pertence a dois campos conceituais distintos, segundo Vergnaud (*apud* NUNES *et al*, 2002, p.25):

> CAMPO CONCEITUAL ADITIVO: situações aditivas (adição e subtração) – envolve relações entre as partes e o todo; ao somar as partes encontramos o todo; ao subtrair uma parte do todo encontramos a outra parte. Envolve ações de juntar, separar e corresponder um-a-um;

O campo conceitual das estruturas aditivas pode ser gerado a partir de seis relações básicas: composição simples, transformação simples, composição com uma das partes desconhecida, transformação com transformação desconhecida, transformação com estado inicial desconhecido e comparação.

> CAMPO CONCEITUAL MULTIPLICATIVO: situações multiplicativas (multiplicação e divisão) – envolve relações fixas entre variáveis, por exemplo, entre quantidades ou grandezas. Busca um valor numa variável que corresponda a um valor em outra variável. Envolve ações de correspondência um para muitos, distribuição e divisão.

O campo conceitual das estruturas multiplicativas pode ser gerado a partir de cinco relações básicas: situações de comparação entre razões, situações de divisão por distribuição, situações de divisão por formação de grupos, situações de configuração retangular e situações de raciocínio retangular.

Vergnaud (*apud* MOLINA, 2005, p.40) acrescenta, ainda, que é a análise das tarefas matemáticas e o estudo da conduta do aluno quando confrontado com essas tarefas, que nos permitem analisar sua competência em resolver problemas. Esta, por sua vez, pode ser avaliada por três aspectos:

- Análise do acerto e erro, sendo considerado competente aquele que acerta;
- Análise do tipo de estratégia utilizada, podendo alguém ser mais competente que outro, porque sua resolução foi mais econômica ou mais rápida, ou ainda, mais elegante;
- Análise da capacidade de escolher o melhor método para resolver um problema dentro de uma situação particular.

Com relação aos acertos, propomos que o professor busque entender quais foram os meios utilizados pelo seu aluno para realizar a tarefa solicitada, já que o aluno pode utilizar diferentes caminhos para produzir uma resposta correta, mesmo que esta inclua exercícios que não aceitem mais do que uma resposta certa.

Já quanto aos erros, a necessidade de analisá-los é ainda mais evidente, pois somente esta análise permitirá que o professor conheça as dificuldades enfrentadas por seus alunos e os meios de *feedback* para recompor a situação.

Desta forma, ensinar pressupõe um claro entendimento de que um conceito não provém de uma única situação-problema, e que um problema pode incluir vários conceitos na sua resolução. Por isso, falamos na formação de um campo conceitual, e não na formação de conceito.

Para exemplificar uma situação que parece simples do campo conceitual aditivo, um simples 2 + 6, pode-se encontrar situações tão sofisticadas, que uma gama de alunos de diferentes séries de ensino, encontra dificuldades em resolvê-las. Vejamos:

- Em uma mesa estão sentados 2 meninos e 6 meninas. Quantas pessoas estão sentadas à mesa?
- Carla comprou uma figurinha por 2 reais e ficou com 6 reais na carteira. Quantos reais ela tinha antes da compra?
- Maria tem 4 anos de idade. Elias é 6 anos mais velho que Maria. Quantos anos tem Elias?
- Marcos jogou duas vezes Taso. Na primeira vez ele não lembra o que aconteceu. Na segunda vez ele perdeu 2 Tasos. No final das duas partidas ele viu que ganhou 6 Tasos. Ele ganhou ou perdeu na primeira vez? Quanto?

Cabe ao professor,em sua prática em sala de aula, identificar os conhecimentos implícitos de seus alunos (invariantes), por meio de diagnósticos que possibilitam a identificação dos processos usados na resolução de problemas. Torná-los explícitos, por meio de diversas representações simbólicas, usando várias situações problemas, ajuda na apreensão das estruturas lógicas de campos conceituais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escola sempre se notabilizou como espaço privilegiado de socialização do saber. Toda aprendizagem em ambiente escolar, para ser significativa, deve permitir que o educando possa compreender o conceito empregado na solução de um problema. Aprender sobre adição, subtração, multiplicação e divisão requer aprender muito mais do que procedimentos de cálculo. Espera-se que os alunos compreendam o que fazem e construam os conceitos envolvidos nessas operações. Essa aprendizagem torna-se mais significativa ainda, preferencialmente, quando permite que ele possa compreender melhor essas operações a partir de sua realidade sociocultural, para que, posteriormente, sirva de estratégia e autonomia em situações mais complexas do seu cotidiano.

Tecendo, à guisa de conclusão, uma análise dos trabalhos que selecionamos para a confecção deste artigo, percebemos que é unânime a importância da metodologia de resolução de problemas como estratégia eficaz na aprendizagem de conceitos matemáticos. Em todos (BRUSSEAU, 1986; VEGNAUD, 2008), vemos que o aluno se torna capaz de pensar produtivamente, de desenvolver um raciocínio autônomo. Nesses trabalhos, os alunos são equipados com estratégias para resolver problemas e encorajados a enfrentar problemas novos, instrumentalizados com uma boa base matemática. Somado a tudo isso, tal metodologia torna as aulas de Matemática mais interessantes e desafiadoras, dando ao aluno a possibilidade de vislumbrar um campo todo novo para a Matemática em sua vida.

Do ponto de vista didático, a metodologia de resolução de problemas se justifica por si só por trazer a intencionalidade da ação pedagógica que tanto caracteriza e define a educação escolar, diferenciando-a de outras formas de educação. Do ponto de vista histórico, a metodologia de resolução de problemas alinha o fazer da sala de aula com o *saber-fazer* da humanidade ao longo do tempo. E ideologicamente falando, ela permite empoderar *(empowerment)* nossos alunos para que, através da linguagem matemática, possam ler e transitar no mundo de forma livre e conscientemente democrática como cidadãos.

A eficácia em trabalhar com a resolução de problemas depende da quebra de alguns mitos oriundos da educação tradicional, que permeiam o espaço escolar ainda hoje e definem a Ciência Matemática como um saber exato e fechado em si mesmo. É, por exemplo, a ideia de que os problemas matemáticos tem somente uma resposta correta, ou ainda que exista apenas uma única forma correta de resolver um problema matemático e que, normalmente, é correto seguir a última regra demonstrada em aula pelo professor. Esses mitos ajudam a difundir a falsa compreensão de que a Matemática ensinada na escola não tem nada a ver com o mundo real e as regras formais do conhecimento matemático são irrelevantes para os processos de descobrimento e invenção do cotidiano.

O bom problema é aquele que se apresenta como desafio interessante para o aluno, com nível adequado de dificuldade e que não seja mera aplicação direta de algoritmos aritméticos. Para conseguir isto, o professor deixa de ser o centro da ação didática. Esta proposta exige dele um conhecimento matemático abrangente capaz de direcionar o aluno para que perceba a necessidade de ação para solucionar o problema e agir diante desta recusa pelo aluno.

Uma dúvida que sempre acompanha e, às vezes, impede a aplicação da metodologia de resolução de problemas é a que questiona se os alunos são realmente capazes de explorar os problemas e encontrar ou inventar estratégias para resolvê-los. De acordo com o que apresentamos das ideias de Brousseau (1986), as situações didáticas que devem ser exploradas pelo professor em situações problemas, precisam promover a interação e comunicação entre os alunos, de modo que eles consigam atestar a validade do conhecimento matemático envolvido na atividade. Para tal, deve selecionar corretamente o conteúdo a ser trabalhado e que tenha relevância para a realidade do aluno, caso contrário, estará desprovido da verdadeira expressão educativa e ficará debilitado o processo de transformação social através do conhecimento matemático.

A instrumentação e uso de objetos para a aprendizagem de conceitos matemáticos é imprescindível para a ocorrência da situação didática. Por isso é que se tornaram frequentes pesquisas que utilizam ferramentas tecnológicas ou materiais pedagógicos, ou simplesmente objetos do cotidiano, mas que são reconfigurados e inseridos em situações que propiciam a apreensão de novos conceitos. Nesse momento, adentramos no segundo marco do referencial teórico que tratamos aqui, a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (2008), para qual a aproximação da pesquisa matemática com a sala de aula não deve ser negligenciada pelo professor em seu planejamento e organização das atividades.

A pesquisa é fundamental para organizar a disciplina a ser ensinada, pois permite prever formas mais eficientes de trabalhar os conteúdos pertinentes a cada nível ou série de ensino. Esta pratica permite inovar e se distanciar de modelos pedagógicos que não contribuíram para a melhoria da qualidade da educação. Aos poucos, devemos quebrar o paradigma de que a forma de ensinar e aprender é fixa e se dá de forma igual para todos.

A aproximação entre a teoria e a prática pedagógica deve ser incentivada desde os cursos de formação de professores, ou garantida na formação continuada de professores em atividade, de modo que eles venham adquirir ganhos em relação à aquisição de conhecimentos na identificação e reconhecimento de estruturas de campos conceituais para diversos conteúdos da Matemática. Devemos dar aos professores meios para compreenderem melhor a sua prática, saberem mensurar melhor os seus limites de ação e saber lidar com os obstáculos que vão encontrar em suas práticas. Somente assim eles se sentirão mais seguros para lecionar.

Como vimos ao tratar das ideias de Vergnaud (2008), o conhecimento é uma adaptação às situações nas quais é necessário agir, pôr em atividade. Devemos confrontar nossos alunos com situações nas quais eles precisem experimentar situações, desenvolver conceitos, criar ferramentas e elaborar estratégias para a obtenção de conhecimentos que os permitam agirem com autonomia e segurança diante dos limites do mundo real.

A educação escolar é um universo muito complexo e é preciso enxergá-lo como um grande sistema. Muitas políticas públicas concebem as ideias que tratamos aqui como custos, e não como investimento social. Tratamos de situações em que os atores diretos são os professores e as alunos, mas o êxito dessas ações depende de muito mais agentes do que esses. Devem partir de planos mais abrangentes que determinem, através de políticas públicas, objetivos claros e diretos que ponham em prática essas ações. Boas intenções apenas não bastam para alcançar a mudança.

Referências

ALMOULOUD, Saddo Ag. **Fundamentos da Didática da Matemática.** Paraná: UFPR, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **PCN** – Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BROUSSEAU, Guy. Os diferentes papéis do professor. In: PARRA, Cecília; SAIZ, Irma (org). **Didática da Matemática**: Reflexões Psicológicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. Cap. 4. p. 48-72.

D‟AMORE, Bruno. **Epistemologia, Didática da Matemática e Práticas de Ensino.** In: Bolema, v. 20, n. 28, 2007. Disponível em:<www.dm.unibo.it/rsddm/it/articoli/damore>. Acesso em 17 julho 2016.

FIORENTINI, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil. **Zetetiké,** Campinas, n. 4, p. 1-37, 1995.

GOMES, Maria Laura Magalhães. **História do ensino da matemática: uma introdução.** Belo horizonte: CAED – UFMG, 2012.

MAGINA, S. A Teoria dos Campos Conceituais: contribuições da Psicologia para a prática docente. **Anais do XVIII Encontro Regional de Professores de Matemática**. São Paulo: Unicamp, 2005. Disponível em:http://www.ime.unicamp.br/erpm2005/anais/conf/conf_01.pdf Acesso em: 30 agosto 2016.

MENEZES, M. B; LESSA, M. M. L; MENEZES, A. P. A. B. **A Emergência de Fenômenos Didáticos em Sala de Aula**: a Negociação de uma Seqüência Didática em Álgebra Inicial. 2006. Disponível em:<www.rc.unesp.br/igce/matematica/bolema/.pdf>. Acesso em 15 julho 2016.

MIORIM, Maria Aangela. **Introdução à História da Educação Matemática.** São Paulo: Atual, 1998.

NUNES, T. *et al*. **Introdução à Educação Matemática**: números e operações numéricas. 2ª ed. São Paulo: PROEM, 2002.

PARRA, Cecília & SAIZ, Irma. **Didática da Matemática - Reflexões Psicopedagógicas**, São Paulo: Ed. Artmed, 1996.

PIRES, Magna N. M. & GOMES, Marilda T. **Fundamentos Teóricos do Pensamento Matemático.** Curitiba: IESDE, 2010.

SADOVSKY, Patrícia. **O Ensino de Matemática Hoje – enfoques, sentidos e desafios.** Rio de Janeiro: Ed. Ática, 2007.

VALENTE, Wagner Rodrigues. **Uma História da Matemática Escolar no Brasil (1730-1930).** São Paulo: Ed. Annablume, 1999.

VERGNAUD, G. Todos perdem quando a pesquisa não é colocada em prática. **Revista NOVA ESCOLA** - Fala, mestre! Entrevista – Gerard Vergnaud. Edição 215, set.2008. Disponível em: http://antigo.revistaescola.abril.com.br/edicoes/0215/aberto/mt_298583.shtml. Acesso em: 01 junho 2016.

ZUNINO, Delia Lerner de. **A Matemática na Escola: Aqui e Agora.** São Paulo: Ed. Artmed, 2007.