As teorias de aprendizagem e suas implicações no ensino de Matemática

Clélia Maria Ignatius Nogueira

Departamento de Matemática, Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. E-mail: clélia@wnet.com.br

RESUMO. Este trabalho é fundamentado em ampla pesquisa bibliográfica realizada para a elaboração de um texto didático¹ destinado à formação de professores, acerca das diferentes teorias de aprendizagem e suas implicações no ensino de matemática. Dentre as diversas teorias estudadas, focalizamos aqui, as teorias que analisam os processos de desenvolvimento e aprendizagem considerando o sujeito cognitivamente ativo e que são mais difundidas entre os professores, a saber: Piaget e a Psicologia Genética; Vygotsky e a Psicologia Sócio-Histórica e a Teoria das Inteligências Múltiplas do estudioso norte-americano Howard Gardner, sempre destacando suas implicações no ensino da Matemática.

Palavras-chave: ensino de matemática, teorias de aprendizagem, psicologia genética, psicogenética, sócio-interacionismo, inteligências múltiplas.

ABSTRACT. Learning theories and their implication on mathematical teaching.

This paper is grounded on a wide bibliographical research with a view to the elaboration of a didactic text for the development of teachers on the different learning theories and their implications in mathematics education. Among the different theories studied, the focus here is on the theories which analyze the processes of development and learning considering the subject as cognitively active. They are Piaget's Genetic Psychology, Vygotsky's Sociohistorical Psychology, and the Multiple-Intelligence theory by the North American theorist Howard Gardner and their implications in the teaching of Mathematics.

Key words: Mathematics education, learning theories, Genetic Psychology, Psychogenetics, socio-interactionism, multiple-intelligence.

Introdução

A discutida “qualidade do ensino” brasileiro com frequência é objeto de matérias nos jornais e embora muitas variáveis estejam envolvidas no processo de ensino/aprendizagem, a formação do professor é a que mais se sobressai. Esse destaque se justifica, pois um professor melhor formado teria mais condições de conduzir o processo de ensino/aprendizagem nos diferentes níveis de escolarização.

Diferentes ações têm sido propostas no sentido de proporcionar esta formação, tanto pelas sociedades científicas e associações educacionais, quanto pelos órgãos governamentais, porém, existe um ponto de consenso nestas discussões: se antes já havia a certeza de que o domínio dos conteúdos é fundamental para poder ensinar afinal, não é possível ensinar o que não se sabe, hoje já é também unanimidade que ao conhecimento específico, o

professor deve agregar conhecimentos outros, particularmente, os referentes ao processo ensino-aprendizagem. Assim, para auxiliar na compreensão do processo de ensino-aprendizagem, muitas áreas apresentaram contribuições, em particular a Psicologia da Educação.

No caso específico do ensino da matemática, a Psicologia da Educação, assim como a filosofia, a sociologia e a história da matemática, deveria obrigatoriamente, estar presente nos cursos de formação de professores.

A obrigatoriedade aqui não se refere àquela legal, que, inclusive desapareceu com a legislação e a modernização dos cursos. Trata-se da obrigatoriedade expressa pela estreita relação entre o desenvolvimento e a aprendizagem do indivíduo e a aquisição, manutenção e uso do conhecimento matemático, adquirido tanto dentro quanto fora do contexto escolar (Brito, 2002, p. 57).

Brito (2001, p. 46), afirma que, “se a aprendizagem depende da maneira como a informação é processada, então os processos

¹Nogueira, C.M.I. Introdução à educação matemática. In: Andrade, D.; Nogueira, C.M.I (Org.). *Educação Matemática e as Operações Fundamentais*. Maringá: Eduem, 2005.

cognitivos dos estudantes deveria ser a maior preocupação dos professores”.

A experiência de quase 30 anos da autora como professora em cursos de formação continuada para professores de educação básica e os resultados de estudos anteriores (Pavanello e Nogueira, 2003; Nogueira e Barros, 2005) permitem afirmar que a preocupação acima é também preocupação de professores e futuros professores, pois estes, embora conheçam bem a matemática não se sentem seguros em como ensinar matemática. E justificam sua insegurança argumentando que conhecer o assunto não significa saber como se faz para que outros, particularmente as crianças, construam o mesmo conhecimento.

Todavia, para discutir estratégias, metodologias ou tendências que podem indicar alguns caminhos para a construção do conhecimento matemático em sala de aula, é fundamental entender como se aprende e mais do que isso, é preciso estabelecer as relações entre os aspectos cognitivos e a didática da matemática.

Para compreender como se aprende, o professor precisa conhecer os fundamentos da Psicologia da Educação, incluídos aí, os aspectos que se referem à psicologia cognitiva. Esse conhecimento não é de fácil construção, e, segundo Brito (2001, p. 49), a Psicologia da Educação deveria ser “mais significativa e clara para os educadores e mais dirigida para o seu objetivo primeiro, que é a compreensão do desenvolvimento da aprendizagem e do ensino em situações escolares”. Este é o objetivo deste trabalho, apresentar, de maneira resumida e em linguagem simplificada, algumas explicações para a produção do conhecimento pelo sujeito e suas implicações no ensino de matemática.

As discussões que marcaram o século XX acerca das relações entre filosofia, conhecimento e ciência, provocadas, entre outros, por Ilya Prigogine, Thomas Kuhn, Habermas e Feyerabend, fundamentaram a idéia da construção do conhecimento, ao “atribuir ao homem o desenvolvimento do conhecimento e, portanto, defender que a ciência é uma práxis humana” (Fávero, 2005, p. 40). Por esta razão, este trabalho focaliza as teorias que analisam os processos de desenvolvimento e aprendizagem considerando o sujeito cognitivamente ativo e que são mais difundidas entre os professores, a saber: Piaget e a Epistemologia Genética; Vygotsky e a Psicologia Sócio-Histórica e a contemporânea, Teoria das Inteligências Múltiplas do estudioso norte-americano Howard Gardner, não porque ele tenha se dedicado ao estudo do processo de desenvolvimento, mas por ser esta uma teoria que está bastante difundida entre os professores brasileiros.

Objetivando tornar mais claras as origens da perspectiva construtivista defendida principalmente pelas duas primeiras dessas três teorias, optamos por confrontá-la com a perspectiva associacionista que se estabeleceu na psicologia na primeira metade do século XX, o que só pode ser alcançado a partir da evolução histórica.

As teorias da aprendizagem

Diversas pesquisas foram realizadas, principalmente a partir das primeiras décadas do século XX, tentando decifrar como é que aprendemos levando em consideração um problema que intriga os pensadores desde a Antigüidade: “como é que o sujeito se relaciona com o meio em que está inserido”, ou de maneira mais simples, “como é que o sujeito se relaciona com o objeto”. Traduzindo para o contexto escolar, como é que a criança (sujeito) aprende (se relaciona) um conhecimento (objeto). É preciso ficar claro que o que é considerado objeto nas diversas teorias é tudo o que existe no “meio”; as pessoas, as coisas, a arte, a cultura, os conhecimentos, etc.

De acordo com Da Rocha Falcão (2003), as questões referentes à aprendizagem têm-se constituído objeto de estudo da psicologia desde o surgimento formal desta disciplina, no século XIX.

Naquela época, discutiam-se com E.Thorndike, questões referentes a princípios gerais de aprendizagem, e tais princípios se propunham de fato a ser tão gerais que não só aplicar-se-iam a vários conteúdos, mas também a sujeitos humanos e não-humanos [...] (Da Rocha Falcão, 2003, p. 21).

Estes estudos subsidiariam as pesquisas de I.P.Pavlov², que atribuíam ao princípio do condicionamento clássico a explicação central para a aprendizagem. Para Da Rocha Falcão (2003, p. 21) Pavlov “abria com isto toda uma época histórica em que a psicologia passou a considerar o processo de aprendizagem como algo essencialmente exógeno”, que constituem o fundamento das teorias que consideram o meio é mais importante que o sujeito, ou seja, quando o meio é o fator ativo primário. Em resumo, o meio é ativo e o sujeito (criança) é passivo.

Para essas teorias, o processo de aprendizagem é essencialmente externo ao sujeito e decorrente da acumulação de condicionamentos, sendo o objeto de estudo dessas teorias os comportamentos do aprendiz, comportamentos estes indicadores (ou não) do processo de aprendizagem. O empirismo associacionista e o comportamentalismo

²Para este autor, um estímulo, após condicionamento, poderia desencadear uma resposta que anteriormente, não desencadeava (experiência do cão que salivava ao associar o som de uma sineta a um pedaço de carne fresca).

(behaviorismo) são exemplos de teorias que consideram o sujeito como passivo no processo de aprendizagem.

Os pressupostos associacionista-behavioristas constituem a base da escola tradicional, aquela que é voltada para o que é ensinado. A concepção predominante neste caso é a de que o professor dá educação para a criança. A criança recebe (passivamente) educação. Ou, o professor transmite o conhecimento e a criança se apropria do que foi transmitido.

Algumas metáforas podem ser utilizadas para descrever os fundamentos dessas teorias, como: A criança é um “vaso” no qual se pode colocar o conhecimento, a criança é uma “folha em branco” na qual o professor pode escrever à vontade ou a criança é um bocado de barro que pode ser moldado na forma desejada pela sociedade.

De maneira bastante simplificada podemos dizer que para o empirismo, o conhecimento é adquirido “de fora para dentro”, através dos sentidos ou da experiência, isto é, a criança aprende pela observação e repetição de experiências. É como quando o professor de física ou de biologia diz que vai “dar” uma aula “prática” e leva os alunos ao laboratório. Só que é ele, professor quem “realiza” as experiências e os alunos apenas observam. Ou mesmo quando o aluno realiza a experiência, mas o faz seguindo uma série de instruções programadas pelo professor, impossibilitando qualquer redescoberta.

A partir da segunda metade do século XX, os pressupostos associacionista-behavioristas foram profundamente criticados em função de um novo enfoque que passou a nortear as pesquisas: o de que aprender não é só acumular conhecimentos, é um processo de crescimento.

Tais críticas tornaram a perspectiva associacionista menos utilizada no âmbito global da pesquisa em psicologia da aprendizagem, mas disso não se pode concluir em absoluto que tal perspectiva deva (ou possa) ser relegada a um limbo de esquecimento completo, a uma espécie de “lixreira” de teorias obsoletas (Da Rocha Falcão, 2003, p. 22)

Da Rocha Falcão (2003) reforça sua afirmação com exemplos de peças publicitárias em mídia televisiva, que repousam claramente na perspectiva associacionista, ao impregnar itens de venda (como carros, por exemplo) com fortes apelos de desejo (aventuras, mulheres jovens e belas etc.).

No contexto escolar atualmente é difícil algum educador defender os princípios comportamentalistas de aprendizagem, entretanto, isso não acontece na prática, quando se trata do processo de ensinar/aprender matemática, razão pela

qual os fundamentos dessa teoria são apresentados para que nós, professores, possamos refletir sobre nossa prática pedagógica, particularmente quando se trata do ensino da matemática, e verificarmos se, realmente, deixamos de ser comportamentalistas.

Behaviorismo ou comportamentalismo

Objetiva a observação do comportamento e a sua descrição. As explicações sobre o comportamento do sujeito devem ser buscadas no meio externo e na própria história de vida do sujeito. O principal estudioso desta teoria foi o norte americano Frederic B. Skinner (1904-1990).

Fundamentado na teoria filosófica empirista³, o modelo behaviorista de aprendizagem é centrado em condições externas e no comportamento dos alunos. Como se fundamenta em “mudanças de comportamento” para verificar se “aconteceu” alguma aprendizagem, é fundamental a existência de parâmetros para medir, comparar, testar, experimentar, prever e controlar eventos para explicar o objeto da investigação. O behaviorismo de Skinner não aceita que a mente humana possa ter uma realidade diferente da corpórea.

A prática escolar fundamentada no behaviorismo apresenta planejamento rígido, organização, execução das atividades sob a responsabilidade do professor que ainda julga e utiliza diversos artifícios para reforçar positivamente os comportamentos ensinados. Esta concepção destaca ainda, a necessidade de reforço, a importância de assegurar oportunidades em sala de aula para que o aluno tenha condições de emitir os comportamentos esperados para os objetivos estabelecidos. Assim, ensinar consiste em explicar (até a exaustão) e aprender consiste em repetir (ou exercitar) o ensinado até ser capaz de reproduzi-lo fielmente.

O ensino da matemática quando se tem o comportamentalismo como concepção de aprendizagem é muito próximo do estado atual, com a seqüência: definições, exemplos e exercícios, muitos exercícios, dominando as salas de aula. Assim, o professor “ensina”, apresenta as definições, depois “dá” exemplos e uma série de exercícios do mesmo modelo dos exemplos apresentados para os alunos resolverem. A crença é que a aprendizagem é decorrente de uma hierarquia de experiências (grau

³Empirismo é o nome genérico de todas as doutrinas filosóficas que negam a existência de axiomas enquanto princípios de conhecimento logicamente distintos da experiência. Ou, dito de outra forma, baseia o conhecimento do verdadeiro apenas sobre a experiência; não admite que a inteligência tenha leis próprias e se contenta apenas com o que apreende da experiência.

de dificuldade dos exercícios). A observação e a imitação como princípios de ensino deixam clara a importância dos aspectos perceptivos nessa concepção de aprendizagem. A avaliação em geral, é em forma de provas escritas sobre exercícios padrões que foram reforçados em “revisões” para a prova.

As teorias construtivistas

A perspectiva construtivista, em sua crítica central ao associacionismo, parte do pressuposto segundo o qual não se pode arbitrariamente relegar o indivíduo cognoscente, que recebe estímulos e reage a eles a uma mera “caixa negra” (Da Rocha Falcão, 2003, p. 23).

As teorias construtivistas consideram o papel ativo tanto da criança quanto do meio no processo de aprendizagem. Dessa forma, o conhecimento seria construído a partir da interação da criança com o meio. A teoria filosófica que fundamenta esta maneira de enxergar a produção do conhecimento é o interacionismo proposto pelo filósofo alemão Immanuel Kant como forma de resolver o embate entre racionalistas, que defendiam a primazia do sujeito no conhecimento “da verdade” e os empiristas, para quem o conhecimento vem do objeto.

Para Kant, o conhecimento só se dá na relação entre o sujeito e o objeto e através dela. O sujeito sozinho, por melhores que sejam suas potencialidades hereditárias de nada é capaz, da mesma forma que o objeto não pode manifestar suas características sem um sujeito para percebê-las. Na relação, ambos são ativos e indispensáveis.

O que torna as teorias construtivistas diferentes entre si, é a maneira como cada uma delas descreve essa interação. Uma importante característica dessas teorias é considerar o conhecimento como “processo” e não como “estado”. Dito de outra forma, em virtude das constantes modificações do homem e do mundo, nenhum conhecimento pode ser considerado acabado, pois está sempre se transformando. Do ponto de vista pedagógico, esta diferenciação entre processo e estado para o conhecimento é fundamental, pois se o conhecimento é um processo, ele nunca está “acabado” e assim, não pode ser simplesmente transmitido entre os indivíduos, ao contrário, ele é construído individualmente por cada um de nós.

As teorias construtivistas, quando mal interpretadas estão sujeitas a serem confundidas com as que consideram apenas o sujeito como ativo no processo de aprendizagem (o caso do construtivismo genético) ou apenas o meio como ativo (o caso do sócio-interacionismo).

Vygotsky e a teoria Sócio-Histórica

A Teoria Sócio-Histórica ou Histórico-Cultural parte do pressuposto de que a criança é um ser social desde o seu nascimento e se forem proporcionadas condições adequadas de vida e de educação desde este momento, ela será capaz de desenvolver seu pensamento, sentimentos, hábitos morais e sua personalidade. Por condições adequadas entende-se aqui, a mediação social ou a ajuda de outros indivíduos. Para essa corrente, o pensamento da criança vai do social para o individual. Por ter como seu principal representante o psicólogo russo Liev S. Vygotsky (1896-1934), essa teoria é também conhecida como a Escola de Vygotsky, ou ainda, como sócio-interacionismo.

O ser humano é ativo e o seu pensamento é construído gradativamente no ambiente histórico e social, pois as transformações na estrutura de interação social refletem nas estruturas do pensamento humano, orientando seu modo de agir, de perceber o real e a constituição da sua consciência. Para Vygotsky, todavia, a realidade não é um fenômeno ou um objeto que possamos receber “pronta”, ao contrário, apreender a realidade exige uma construção que envolve a socialização e, portanto, a comunicação entre os indivíduos.

Assim, para Vygotsky, a linguagem desempenha papel fundamental no desenvolvimento do pensamento e no processo de aprendizagem. Esta é a principal razão para o cuidado que devemos tomar para não confundir a importância atribuída por essa corrente à linguagem com uma “defesa” do ensino por “transmissão oral”. A proposta de educação que se fundamenta nessa teoria de aprendizagem tem como princípio que a atividade do indivíduo é fundamental no desenrolar de seu próprio processo psicológico.

De acordo com a teoria de Vygotsky, só nos apropriamos de algum conceito quando aprendemos a fazer uso social dele. Por exemplo, uma criança só vai “conhecer” um copo, quando for capaz de utilizá-lo com o seu uso social. Para isso, ela precisa interagir com alguém que sabe usá-lo.

Vygotsky não aceita a tese de que a criança passa por diversos estágios cognitivos, pois existiria, segundo ele, uma contínua interação entre as inúmeras diversidades das condições sociais e a base biológica do comportamento humano.

Em resumo, os aspectos mais difundidos do sócio-interacionismo de Vygotsky são as fortes relações entre pensamento e linguagem. É a palavra que dá forma ao pensamento, modificando suas funções psicológicas, percepção, atenção, memória, capacidade de solucionar problemas e o

planejamento da ação. O conceito mais inovador e, portanto, mais importante, é o de zona de desenvolvimento proximal⁴. De maneira bem simples, esta “zona de desenvolvimento proximal” seria determinada pela consideração, de maneira simultânea, do desenvolvimento real⁵ da criança e do seu desenvolvimento potencial⁶. Os fatores biológicos, segundo esta teoria, prevalecem sobre os sociais apenas nos primeiros anos de vida, pois gradativamente as interações sociais com adultos ou companheiros mais experientes são interiorizadas, provocando o redimensionamento do comportamento e do pensamento.

Para este pesquisador, não existiria um “sujeito epistêmico” no sentido de todos os humanos, de posse de suas integridades mentais e sensoriais possuírem as mesmas possibilidades para conhecer e, portanto, estuda o desenvolvimento do indivíduo em grupos culturais diferentes, “porque as significações e outros instrumentos dependem da história de cada grupo: não há ‘sujeito universal’, independente do grupo” (Fávero, 2005, p.188).

O professor é entendido, nesse contexto, como o mediador do processo de ensino e aprendizagem. É o professor que possibilita ao aluno o acesso às relações humanas que não estão normalmente à disposição no seu cotidiano.

Para Vygotsky (1987, p. 89), “a noção de zona de desenvolvimento proximal nos capacita a propor uma nova fórmula, segundo a qual a ‘boa aprendizagem’ é aquela pela qual o desenvolvimento avança”. Moysés (1997, p. 34) torna mais esclarecedora a afirmação do estudioso russo, ao afirmar que “criando zonas de desenvolvimento proximal, o professor estaria forçando o aparecimento de funções ainda não completamente desenvolvidas”.

Desta forma, o princípio básico para a educação é: quem sabe, faz junto com quem não sabe, mostrando, explicando, perguntando, propondo problemas, estimulando o aluno a investigar para que, de maneira gradativa, este vá adquirindo uma autonomia teórica que lhe dê segurança para realizar todo o processo sozinho. Assim, a atividade do indivíduo é fundamental no desenrolar de seu próprio processo psicológico.

Vygotsky aborda explicitamente a pedagogia porque “é na instituição escolar que se fabricam a

maior parte dos instrumentos e a maior parte das significações sociais” e, além disso:

[...] a aprendizagem não é em si mesma um desenvolvimento, mas uma correta organização da aprendizagem da criança conduz ao desenvolvimento mental, ativa todo um grupo de processos de desenvolvimento e esta ativação não poderia produzir-se sem a aprendizagem. Por isso a aprendizagem é um momento intrinsecamente necessário e universal para que se desenvolvam na criança essas características humanas não naturais, mas formadas historicamente (Vygotsky *et al.*, 1988, p. 115).

De acordo com Moysés (1997, p. 36), Vygotsky enfatizou a importância da interação professor/aluno e, posteriormente, outros pesquisadores ampliaram a idéia para a interação de alunos. Mas enfatizar a interação professor/aluno “implica reconstrução do saber mediante estratégias adequadas, nas quais o professor atue como mediador entre o aluno e o objeto de conhecimento”. Essa mediação significa, principalmente, que o professor deve trabalhar com o aluno, explicar, questionar, corrigir e fazer com que a criança explique seu próprio pensamento.

O ensino de matemática nessa perspectiva deve, primordialmente, mostrar a relação direta do que se está estudando e a realidade, evitando que o saber matemático continue aparentando estar na contramão do saber da vida. Este tipo de crítica dos sócio-interacionistas ao ensino da matemática pode ser minimizado com uma nova tendência que vem crescendo nos últimos anos: a da preocupação com a contextualização do ensino, no que se refere aos aspectos sócio-culturais. Esta tendência é a Etnomatemática, cujas estratégias proporcionam a continuidade entre o que se aprende na escola e o conhecimento que existe fora dela. Como a interação social é fundamental ao processo de ensino-aprendizagem, a metodologia mais adequada é o estudo em grupos. Esta sistemática de trabalho nas aulas de matemática é compatível com as estratégias de “Resolução de Problemas” e “Uso de Jogos” que, além de serem propícias à contextualização, também são ricas em situações que permitem discussões interessantes.

Jean Piaget e a Psicologia Genética

O suíço Jean Piaget (1896-1980) é o mais conhecido dos teóricos que defendem a visão construtivista. O conhecimento, para Piaget, é uma construção contínua, a partir do nascimento, havendo continuidade entre os quatro estágios de desenvolvimento cognitivo pelos quais todos os indivíduos passam, sem pular nenhum.

Durante muito tempo, sempre que se falava em

⁴Essa possibilidade de alterar o comportamento da criança mediante a interferência de um adulto é que impediria, segundo Vygotsky, o estabelecimento de estágios de desenvolvimento cognitivo, pois, dependendo das interferências recebidas, as crianças evoluiriam de maneira diferente.

⁵O desenvolvimento real é determinado pela sua capacidade ou não de solucionar problemas.

⁶Desenvolvimento potencial é a capacidade de desempenhar tarefas com a ajuda de adultos ou companheiros mais capazes.

Piaget ou em Psicologia Genética imediatamente se pensava nos níveis ou estágios. São eles:

1. **Sensório-motor** (0 a 2 anos): governado pelas percepções sensoriais e esquemas motores. A criança explora o mundo mediante seus sentidos e seu corpo.

2. **Intuitivo ou pré-operatório** (2 a 7 anos): marcado pelo aparecimento da linguagem oral, que permite à criança “agir em pensamento” e o estabelecimento da representação simbólica da realidade. O pensamento é ainda egocêntrico, por ser rígido e ter a própria criança como ponto de referência.

Como o pensamento ainda depende muito da percepção (do que vê, ouve etc.), a criança deste período não é capaz de **reversibilidade**, que é a capacidade de fazer mental e simultaneamente duas ações opostas, ou seja, “retornar em pensamento ao ponto de partida” e “desfazer” em pensamento alguma ação realizada concretamente. Por exemplo, quando dividimos o conteúdo de um copo de água em dois outros copos, a criança desse período acha que a quantidade de água mudou. Ela não consegue “retornar mentalmente a água ao copo inicial”, isto é, desmanchar em pensamento a ação realizada para ter a certeza de que a ação realizada não acrescentou e nem retirou água. Ela se prende, então, ao que ela vê. Dependendo do tamanho dos copos, ela pode dizer que aumentou ou diminuiu a quantidade de água. É a essa situação (da quantidade mudar em função da forma) que chamamos de ausência de conservação de quantidade.

3. **Operatório** (7 – 11 anos): apresenta preponderância do pensamento lógico. Porém, apesar de basear suas conclusões muito mais no raciocínio do que na percepção, a criança só pensa “concretamente”, isto é, precisa de apoio concreto para realizar suas ações mentais. Por isso que a criança nessa faixa etária precisa de apoio dos dedos, de risquinhos ou desenhos para realizar operações ou resolver problemas. A criança aqui já é capaz de reversibilidade, que, segundo Piaget, tem origem nas ações dos primeiros meses de vida, quando a criança afasta a mamadeira e depois a puxa de volta, por exemplo, desenvolvendo a capacidade de coordenar ações e processos.

4. **Lógico – formal** (a partir dos 12 anos): o sujeito já raciocina sobre o possível, isto é, não precisa mais do apoio concreto. Em outras palavras, o pensamento fica livre das limitações da realidade e do sujeito é capaz de pensar abstratamente.

É importante que fique bem claro que as idades estabelecidas como limitantes para os períodos são apenas prováveis. Segundo Piaget, todos os

indivíduos passam obrigatoriamente por todos os estágios.

As crianças agem, isto é, operam manualmente, antes de realizarem operações mentais que são ações executadas mentalmente. Ao internalizar suas ações com ajuda das representações mentais ou imagens, as crianças começam a visualizar não só suas ações, como também os seus resultados, começando então, a pensar. Há uma interação da criança com o ambiente físico (incluindo as pessoas), para que se desenvolvam formas de pensar internamente coerentes, permitindo tornar significativo seu ambiente e então, formar conceitos.

A partir dos dois anos de idade, a criança começa a formar os pré-conceitos, isto é, a criança começa a ser capaz de separar os objetos de suas propriedades baseadas nas suas utilidades, como por exemplo, panela e leiteira. A partir dos sete anos, já de posse da reversibilidade, a criança desenvolve cada vez mais esquemas novos e mais complicados, tornando-se consciente das seqüências de ação em sua mente, podendo analisar seu próprio desempenho numa dada experiência. É esta capacidade de “pensar sobre” que torna possível à criança formar os conceitos de classe, relação, número, peso, tempo etc.

A partir dos doze anos (em média a partir dos treze a quatorze anos), podem ser formados tipos de conceitos mais avançados, uma vez que o indivíduo conta com esquemas bastante complexos. É possível então, coordenar e estruturar em sua mente ações sobre relações resultantes da coordenação, como por exemplo, a proporcionalidade e a probabilidade.

O que não fica muito claro para as pessoas que estudam Piaget, principalmente os iniciantes, é que ao estabelecer os estágios de desenvolvimento, o pesquisador genebrino não pretendia estabelecer classificações “para as crianças”, mas, mostrar, de maneira inequívoca e empiricamente confirmada, o processo de construção do conhecimento. É a construção do conhecimento, dando-se etapa por etapa, em um percurso contínuo, porém, com recuos e retomadas, fato que é preciso observar sempre que se aplicam provas piagetianas a crianças, quaisquer que sejam as especificidades, isto é, referentes ao conhecimento físico, lógico-matemático ou social.

As pesquisas piagetianas referentes ao desenvolvimento do conhecimento lógico-matemático, do conhecimento físico, do conhecimento social e cultural; as origens e o desenvolvimento da linguagem e o desenvolvimento moral são fundamentais para a compreensão do processo educacional. Na verdade, seria importante que todo educador conhecesse não apenas os conteúdos específicos a ensinar, mas

também, quais são os mecanismos operatórios da inteligência que são necessários à compreensão dos diferentes tipos de conhecimento, o físico, o lógico-matemático e o social.

Baseado na origem e nos modos de estruturação dos conhecimentos, Piaget os classificou em três tipos: o conhecimento físico, o lógico-matemático e o social. Assim, conhecer a natureza do conhecimento é fundamental para escolher as estratégias metodológicas adequadas a cada um.

Conhecimento físico: é o conhecimento dos objetos e elementos presentes no mundo físico, isto é, na realidade externa, como por exemplo, tamanho, cor, forma, textura, espessura, os sons produzidos pelos objetos, o peso, flexibilidade, temperatura etc. Estas propriedades estão nos objetos e podem ser percebidas pela observação e experiência.

Saber que um objeto vai cair se o largamos no ar, é também um exemplo de conhecimento físico. O conhecimento físico é um conhecimento empírico cuja origem está parte nos objetos e parte no sujeito.

Conhecimento lógico-matemático: Está intimamente ligado ao conhecimento físico, todavia, é elaborado a partir de ações ou relações estabelecidas *sobre* ou *entre os objetos*. Exemplificando, quando falamos que um objeto é maior que o outro, a propriedade *maior*, não está em nenhum dos objetos, mas na relação estabelecida pelo sujeito.

Assim, o conhecimento lógico-matemático consiste nas relações estabelecidas pelo indivíduo entre os objetos, isto é, em uma abstração feita a partir da ação, da ordenação, da classificação etc.

Quando temos cinco maçãs sobre uma mesa, a cor, o cheiro a forma das maçãs são conhecimentos físicos que podemos apreender das maçãs em si. Agora, dizer que uma maçã é maior do que a outra, esta propriedade de “ser maior” não é das maçãs em si, mas surge de uma comparação (ação mental) entre elas e estabelecida pelo sujeito. E mais, esta maçã que é maior do que outra pode ser menor que uma terceira, por isso, esse conhecimento não é da maçã, é extraído da relação estabelecida entre elas. *É um conhecimento matemático.*

Da mesma forma, quando olhamos para as cinco maçãs, vemos as maçãs, não o número cinco. Essa quantidade foi abstraída a partir de uma relação estabelecida entre todas as maçãs sobre a mesa. A quantidade ou o número, portanto, não é um conhecimento que se apreende dos objetos em si, mas da abstração feita a partir de uma ação ou relação, ou, dito de outra forma, *o número é uma relação criada mentalmente por cada indivíduo.*

Assim, embora resulte da ação, o conhecimento lógico-matemático não é empírico, pois as ações são

mentais. Idéias como igual, diferente, similar, maior, fino, comprido, cinco, mesmo peso, velocidade, tempo, etc, não existem no mundo externo, observável, mas sim, a partir de relações criadas por cada indivíduo.

Conhecimento social: é obtido por meio das ações do indivíduo e de suas interações com outras pessoas. Por exemplo, na situação acima, a cor, o cheiro a forma das maçãs são exemplos de conhecimento físico; a quantidade ou dizer que uma maçã é maior do que a outra, são exemplos de conhecimento matemático. Agora, saber que o nome daquela “coisa” sobre a mesa é maçã, que ela é uma fruta, que o nome da sua cor é vermelho, são exemplos de conhecimento social, porque dependemos da interação social para apreendê-lo. Além disso, os conhecimentos físico e matemático possuem validade universal, enquanto que o social pode variar, dependendo da cultura. Assim, a origem do conhecimento social está nas convenções desenvolvidas pelas pessoas, como por exemplo, as regras morais, valores, cultura, sistemas de símbolos e a própria linguagem. Sua principal característica é a arbitrariedade da sua natureza.

Apesar de terem origens diferentes, pois o conhecimento físico tem sua origem no objeto; o conhecimento lógico-matemático tem origem no sujeito e o conhecimento social tem origem nas convenções sociais, os três necessitam de estruturas lógico-matemáticas como a classificação e a seriação para a sua assimilação e organização.

O **ensino de matemática** nessa perspectiva, não pode ser baseado em uma transmissão de conteúdos acabados. É preciso compreender que a matemática constitui-se em ações exercidas sobre coisas, ações essas que são interiorizadas e não executadas materialmente, que chamamos de operações.

Dois pontos são fundamentais para toda proposta educativa que considere a teoria piagetiana:

A ação está na base de todo desenvolvimento cognitivo e de toda aprendizagem;

O principal objetivo de toda educação é o desenvolvimento da autonomia, isto é, tornar a criança segura, criativa, independente, capaz de resolver problemas e de ser agente da sua própria aprendizagem.

A sala de aula de matemática deve criar condições para que a aprendizagem seja um processo ativo de elaboração, com o aluno construindo seu conhecimento. Aqui, o professor não é a figura central do processo, o detentor do saber, o “ator principal”, mas o orientador, o “perguntador”, que apresenta as questões, o “diretor do espetáculo”. As

estratégias da “Resolução de Problemas”, do “Uso de Jogos”, da “Modelagem Matemática” e mesmo a que recomenda a “Utilização de Novas Tecnologias”, adaptam-se muito bem aos pressupostos piagetianos.

A principal preocupação de um ensino de matemática na perspectiva piagetiana é com a abordagem global de situações; as atividades propostas devem privilegiar os processos de pensamento essenciais em matemática⁷.

Em uma ação pedagógica voltada para a construção do conhecimento não interessa resultados “fiéis” e “repetitivos”, mas que os alunos não cometam os mesmos erros. O principal objetivo não é a objetividade, mas a abertura, admitindo diferentes percursos de soluções e rejeitando, sempre que for possível, classificações em termos de “certo” ou “errado”.

O “erro” do aluno é considerado como importante auxiliar para que o professor reveja estratégias e compreenda qual é o problema que seu aluno está enfrentando. Portanto, solicitar a explicação do aluno sobre “como” resolveu um problema, ou “por que” resolveu de determinada maneira deve ser uma constante na prática pedagógica diária, independente da solução apresentada estar “certa” ou “errada”.

Teoria das Inteligências Múltiplas

O “criador” dessa teoria é o norte-americano Howard Gardner. Um dos mais conhecidos teóricos da Ciência Cognitiva, ele desenvolveu sua pesquisa fundamentado em estudos realizados em Neurobiologia e relatou ter encontrado indícios sobre possíveis “tipos naturais” de inteligência humana. Para este pesquisador, a cultura desempenha papel importante no desenvolvimento dessas inteligências. Em outras palavras, cada sociedade ou cultura é caracterizada por uma natureza cognitiva própria, com formas de expressão específicas em nível de pensamento.

Gardner (1985) destaca a existência de três grandes preconceitos na concepção de inteligência da sociedade americana que influenciam negativamente as escolas regulares nos Estados Unidos: *westismo*, *bestismo* e *testismo*.

Westismo: vem de West, que quer dizer Oeste, Ocidente e se refere à tendência das sociedades ocidentais em valorizar as habilidades lingüísticas e matemáticas do indivíduo. Em outras palavras, em reduzir o significado do pensamento e da racionalidade e valores do indivíduo, às formas

ocidentais, que são de natureza lingüístico-lógico-matemática, ignorando-se outras formas de representação de idéias. Subestima os raciocínios associados a linguagens ideográficas da cultura oriental, por exemplo.

Nós, brasileiros, também estamos impregnados dessa concepção tanto que, para nós, os alunos ou pessoas de maneira em geral, que se “dão bem” com a matemática, são considerados mais “inteligentes” que os demais indivíduos, enquanto um talentoso pintor ou um excelente atleta não recebe essa “honrosa” qualificação. Ninguém os considera mais “inteligentes” que as demais pessoas.

Bestismo: vem da expressão inglesa “the best”, que significa “o melhor”, este preconceito seria o de que tanto nos processos educacionais, quanto no desenvolvimento das relações sociais, o que importa “é ser o melhor”. As atividades escolares e a ação dos professores procuram homogeneizar os alunos, canalizando as diferenças individuais para formas padronizadas de avaliação. Como o que se valoriza são as competências lingüísticas e lógico-matemáticas, o aluno que tem aptidões para estas áreas é rotulado de “melhor”. Inclusive o bom desempenho nessas duas disciplinas (Matemática e Língua Portuguesa) é fundamental para a “aprovação” de um aluno nos familiares “Conselhos de Classe”. Isso é um enorme problema para o qual a escola sequer despertou. No que se refere a nós, seres humanos, a diferença é a regra, o que dificulta qualquer tipo de comparação. Para Gardner, esse preconceito se origina de uma visão unidimensional da inteligência.

Além disso, para o autor, a idéia de superdotado é diferente da que costumeiramente adotamos. Para ele, um indivíduo é superdotado em uma área específica. Nessa linha, Picasso, Einstein e Pelé são igualmente superdotados. Os gênios, por sua vez, são os que transbordam os limites da superdotação, isto é, são superdotados em todas ou quase todas as áreas. Os gênios e os superdotados na área da matemática e da lingüística produzem um grande desconforto na escola.

Testismo: está diretamente associado aos processos de avaliação (testes) e envolve a suposição de que tudo o que tem valor pode ser avaliado mediante testes “objetivos”. Os testes na escola ou fora dela são quase sempre associados à “medida da inteligência”, caracterizando a inteligência como uma grandeza que pode ser medida.

Gardner identificou sete “inteligências” em cada pessoa ou, dito de outra forma, a inteligência é composta por um espectro de sete competências, todas com a mesma dimensão e importância:

⁷Como, por exemplo: comparar, abstrair, generalizar, analisar, sintetizar, estabelecer relação parte-todo, etc...

lingüística, lógico-matemática, interpessoal, intrapessoal, musical, espacial e corporal. O desenvolvimento mais ou menos apurado dessas competências depende de uma organização educacional que ajude a criança a atingir seu potencial máximo em cada uma delas. Para isso, é necessária uma variedade de disciplinas e atividades, todas de igual importância. A seguir, algumas habilidades e profissões relacionadas às competências:

Lingüística: criatividade com a palavra, perícia em lidar com idiomas, sensibilidade aos sons, estrutura, significados e funções das palavras – orador, escritor, poeta, jornalista, apresentador e advogado.

Lógico-matemática: raciocínio dedutivo, perícia em resolver problemas, números, abstração de regras, estabelecer conjecturas, relações causais etc. – matemáticos, contadores, advogados, investigadores, cientistas e analistas de sistemas.

Espacial: perícia de lidar com o espaço, de perceber o mundo viso-espacial, de realizar transformações nas próprias percepções iniciais – arquiteto, navegador, pilotos, escultor.

Corporal: capacidade de lidar com os movimentos do próprio corpo e de manejar objetos – artista, atleta, bailarinos, mágicos, malabaristas.

Musical: capacidade de produzir e apreciar ritmo, tom e timbre; apreciação das formas de expressividade musical. Esta competência existe em estado puro, não relacionada a nenhuma outra – músico, cantor.

Interpessoal: capacidade de relacionar-se bem com os outros, perícia em discernir e responder adequadamente aos estados de humor, temperamentos, motivações e desejos das outras pessoas – políticos, religiosos, líderes, psicólogos, “professores”, “pais”.

Intrapessoal: é a competência que se refere ao “estar bem consigo mesmo”, de discriminar as próprias emoções.

É importante destacar que todos os componentes interagem entre si, equilibrando-se em razão de deficiência em um ou mais deles. Além disso, somos todos localmente deficientes, ou seja, ninguém seria fortemente competente nas sete áreas e, portanto, seríamos parcialmente competentes ou mesmo incompetentes em algum aspecto. Todavia, globalmente, sempre seríamos competentes, pois em alguma área nos destacaríamos.

Nessa perspectiva, a escola deve estimular a emergência dessas áreas, alimentando os interesses despertados, oferecendo canais adequados para sua manifestação e desenvolvimento. Não deve esquecer

as áreas em que a criança se apresenta menos promissora, pois é fundamental estimular um desenvolvimento harmonioso do amplo espectro de competências. Recentemente, Gardner acrescentou uma oitava competência, a Naturalista, que seria a capacidade de lidar com as várias espécies do meio ambiente, pertinente dos ecologistas e biólogos e discutiu a possibilidade da existência de mais duas, a Espiritual e a Existencialista. No Brasil, alguns pesquisadores estão propondo a inclusão da competência pictórica; em oposição à musical.

Um ensino de matemática que se fundamente nessa perspectiva deve privilegiar a realização de um trabalho de natureza interdisciplinar. O ensino por projetos e a Modelagem Matemática seriam os caminhos mais indicados para se fazer matemática em sala de aula, segundo essa perspectiva.

Piaget, Vygotsky ou Gardner?

Não foi objetivo deste trabalho o cotejamento das teorias, mas, apenas, explicitar seus principais pontos para que os professores possam se pautar na análise de materiais didáticos, propostas pedagógicas governamentais ou não, textos didáticos, que se definam como piagetianos, sócio-histórico ou dentro da perspectiva das inteligências múltiplas. Embora acreditemos que nenhuma das teorias citadas possa fundamentar isoladamente uma proposta pedagógica, pois não são auto-suficientes, pautamos nosso trabalho no ensino de matemática, na maioria das vezes, na teoria piagetiana, pois ela “explica” de maneira detalhada o desenvolvimento do pensamento matemático nas crianças, que é o nosso objetivo maior. De maneira geral, essas teorias contribuem muito para a ação pedagógica do professor, facilitando na escolha de quais os fatores a serem considerados na preparação das aulas. Mas, em se tratando de ensino de matemática, essas teorias evidenciam, principalmente, que o processo de ensino e aprendizagem é altamente complexo para se ter a pretensão de que apenas “explicar” verbalmente conteúdos, apresentar definições e realizar exemplos sejam suficientes para que as crianças construam seu conhecimento matemático.

Referências

- BRITO, M.R.F. A psicóloga educacional e a formação do professor pesquisador: criando situações desafiadoras para a aprendizagem matemática. In: *Educação Matemática em Revista*. São Paulo: SBEM, 2002. Ano 9, Edição especial, p. 57-68.
- BRITO, M.R.F. Contribuições da psicologia educacional à educação matemática. In: BRITO, M.R.F. (Org.). *Psicologia da educação matemática*. Florianópolis: Insular, 2001. p. 49-68.

- DA ROCHA FALCÃO, J.T. *Psicologia da educação matemática: uma introdução*. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.
- FÁVERO, M.H. *Psicologia e conhecimento: subsídios da psicologia do desenvolvimento para a análise de ensinar e aprender*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2005.
- GARDNER, H. *The mind's new science: a history of the cognitive revolution*. New York: Basic Books, 1985.
- MOYSÉS, L. *Aplicações de Vygotsky à educação matemática*. Campinas: Papirus, 1997.
- NOGUEIRA, C.M.I.; BARROS, R.M.O. Formação profissional de professores de matemática: a face pedagógica. In: SIMPÓSIO DE FILOSOFIA E CIÊNCIA, 6., 2005. Marília. *Anais...* Marília: Faculdade de Filosofia e Ciências/Unesp, 2005. 1 CD-Rom.
- PAVANELLO, R.M.; NOGUEIRA, C.M.I. Repensando a licenciatura de matemática a partir das falas de alunos concluintes: as disciplinas pedagógicas. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE LICENCIATURAS EM MATEMÁTICA, 1., 2003. Salvador. *Anais...* Salvador: SBEM, 2003. 1 CD-Rom.
- PIAGET, J.; INHELDER, B. *O desenvolvimento das quantidades físicas na criança*. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- PIAGET, J.; SZEMINSKA A. *A gênese do número na criança*. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1981.
- PIAGET, J. *Para onde vai a educação?* 7. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1980.
- VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- VYGOTSKY, L.S. *et al. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone, 1988.

Received on December 07, 2006.

Accepted on February 06, 2007.