

O ENSINO DA MATEMÁTICA: CONTRIBUTOS PEDAGÓGICOS DE PIAGET E VYGOTSKY

Pedro Miguel Lopes de Sousa

Enfermeiro nos Hospitais da Universidade de Coimbra.
Mestrando em Psicologia Pedagógica, na Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação
da Universidade de Coimbra, Portugal.

Contactos do autor:

Tel: (+351) 934618213

pierre_pedrosky@portugalmail.com

RESUMO

Face à agudização crescente do clima de insatisfação e do baixo rendimento escolar no que concerne à disciplina de matemática, importa fazer um diagnóstico preciso desta situação insustentável. Desta forma, neste artigo ir-se-á justificar o porquê da importância do conhecimento lógico-matemático.

Sendo esta problemática centrada no processo de ensino-aprendizagem, procurar-se-á, também, descrever de modo sucinto, as ideias orientadoras da posição de Piaget no que concerne à teoria da aprendizagem, à construção do número e ao desenvolvimento das noções numéricas.

Feito este curto interregno e estando devidamente contextualizada a temática, afigura-se essencial analisar as principais implicações pedagógicas das duas principais teorias do desenvolvimento: a de Piaget e a de Vygotsky. É essencial proceder a uma mudança no âmbito da concepção e metodologia de ensino da matemática, sendo que o próprio Piaget considerou existir um evidente isomorfismo entre as estruturas lógico-matemáticas do sujeito e as suas estruturas operatórias.

Palavras-chave: Matemática, Ensino, Implicações Pedagógicas, Piaget, Vygotsky

As pedagogias tradicionais parecem ter construído os currículos e suas metodologias sem considerar os avanços da psicologia, ignorando as descobertas no âmbito do desenvolvimento cognitivo. De facto, várias décadas depois das primeiras críticas de Jean Piaget aos métodos pedagógicos adoptados, as escolas, na sua maioria, permanecem imutáveis na sua organização circular e parecem descurar os processos do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem.

De entre todas as áreas do saber e de todos os tipos de conhecimento, salienta-se o conhecimento lógico-matemático que se assume como um saber saudável, vigoroso e unificado, de importância extrema para toda a humanidade. Até as mais abstractas das suas teorias encontram tradução real a nível da Informática, Engenharia, Física e Biologia. “Com efeito, a noção da conservação da quantidade da matéria, que chamaremos de ‘conservação da substância’ e que se encontra no ponto de partida da quantificação das qualidades físicas (peso, volume, etc.), pode ser considerada ao mesmo tempo como o ponto de chegada da matematização elementar que engendra o número.” (Piaget & Inhelder, 1975, p.36).

O conhecimento matemático seria de tal modo peculiar que Piaget referiu que este não seria nem uma invenção nem uma descoberta, mas sim o resultado de acções e de acções coordenadas do sujeito. “*According to Piaget, mathematics are neither an invention – because the subject is not completely free in his mathematical constructions – nor a discovery – because mathematics are not “out there” waiting for us to discover them.*” (Vuyk, 1981, p.51).

Morgado aborda esta questão referindo que o pensamento lógico-matemático está na base de todo o desenvolvimento cognitivo do sujeito. Considera que o construtivismo piagetiano atribui um papel fulcral à actividade do sujeito na construção do conhecimento, em particular os “(...) conhecimentos lógico-matemáticos devido ao isomorfismo proposto por Piaget entre aquelas estruturas e as estruturas operatórias do sujeito.” (Morgado, 1993, p.16).

O conhecimento lógico-matemático seria de tal forma importante que Inhelder partiu destas noções para estabelecer diagnósticos e prognósticos de distúrbios de desenvolvimento mental. “(...) [Inhelder] havia demonstrado em 1943 a possibilidade de utilizar as provas de conservação da substância, do peso e do volume (...) como instrumentos de diagnóstico e mesmo de prognóstico no que concerne ao retardamento mental (...)” (Piaget & Inhelder, 1975, p.14).

Quanto às estruturas lógico-matemáticas, Piaget refere a existência de duas interpretações psicológicas possíveis: uma de inspiração empirista e outra de inspiração racionalista ou dialéctica, referindo que “(...) seria impossível descobrir qualquer conteúdo sem uma estruturação que comporte um isomorfismo pelo menos parcial com a lógica (...)” (Piaget, 1990, p.141).

Actualmente, restam poucas dúvidas relativamente à importância da Matemática, assumindo-se como uma ciência vital para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo. Contudo, a nossa

sociedade parece estar repleta de indivíduos que desenvolveram uma aversão a esta disciplina e que, irremediavelmente, vão transmitindo uma imagem pejorativa da Matemática a quem os rodeia. A mudança de atitude face a esta disciplina passa, na minha opinião, pela demonstração das suas múltiplas facetas: utilidade, vitalidade, realidade, rigor e raciocínio. Todavia, esta mudança implica, ainda, alterações profundas que passam pela dinamização da educação, englobando o poder político, pais e professores, sendo necessário alterar as metodologias de ensino dos professores e educadores.

Abreu (1998) chama a atenção para a necessidade de mudança perante as taxas de insucesso escolar, a célere caducidade das aprendizagens e os fracos resultados em exames nacionais e internacionais. As escolas deveriam tecer mudanças a nível organizativo e funcional, não só através da mudança de programas e reformas curriculares, mas sobretudo a nível qualitativo, incidindo nos métodos de ensino e de avaliação. Para tal, este autor assume que primeiro é necessário mudar as concepções teóricas que sustentam as práticas dominantes, um desafio de mudança cultural que exige persistência e paciência. No entanto, isso seria algo de necessário face aos sintomas de mal-estar numa escola classificativa e transmissiva, visto que seria fundamental que cada aluno encontrasse na escola um espaço de identificação, treino e desenvolvimento de aptidões, onde integre as aprendizagens realizadas num projecto de vida que fomente a sua realização pessoal e profissional.

“Com efeito, não só as percentagens de insucesso escolar continuaram elevadas nos diversos níveis do sistema, como também se mantiveram altas taxas de desistência e de abandono escolares. Além disso, apareceram novos indicadores de disfuncionamentos graves, reveladores da ineficácia estrutural do sistema e respeitantes à curta durabilidade dos conhecimentos adquiridos na escola.” (Abreu, 1998, p.135).

Os elevados índices de analfabetismo funcional têm vindo a preocupar a sociedade que, enredada num processo de desenvolvimento constante, exige aos indivíduos que se adaptem constantemente, nomeadamente no seio da sua profissão. Essa necessidade de adaptação exige que a escola forme, cada vez mais, indivíduos aptos em todos os domínios, principalmente no âmbito do pensamento lógico-matemático.

Desta forma, este trabalho procura analisar a necessidade de proceder a uma mudança nas práticas pedagógicas, no que concerne ao ensino da matemática, orientando-se pela consecução dos seguintes objectivos:

- Descrever, sucintamente, a teoria piagetiana da aprendizagem;
- Identificar o modo como ocorre a construção do número;
- Esclarecer o modo como se processa o desenvolvimento das noções numéricas;
- Apontar as implicações pedagógicas decorrentes das posições piagetiana e vygotskiana.

Para tal, o trabalho encontra-se estruturado em cinco pontos principais. Num primeiro momento abordar-se-á a teoria da aprendizagem de Piaget, de um modo sintético e conciso, sendo referidos os principais conceitos piagetianos neste âmbito.

De seguida ir-se-á analisar com maior pormenor algumas características do pensamento lógico-matemático, concedendo particular relevo ao modo como decorre a construção da noção de número e como se desenvolvem as noções numéricas (constituem o segundo e terceiro pontos do trabalho, respectivamente).

Por último, num quarto ponto, porque não basta apontar críticas aos alicerces que sustentam a pedagogia contemporânea, ir-se-ão enumerar alguns contributos pedagógicos extraídos, sobretudo, das posições defendidas por Piaget e Vygotsky. O trabalho termina, então, como uma síntese final, uma súpula de tudo o que foi analisado.

1. A TEORIA DA APRENDIZAGEM

Partindo da premissa que é fulcral proceder a uma mudança das práticas pedagógicas, especialmente no que concerne à disciplina de Matemática, importa clarificar o modo como se processa a aprendizagem para que, posteriormente, se possam apontar princípios pedagógicos com cariz científico e devidamente fundamentados.

Piaget, na sua vastíssima obra, estudou a aprendizagem das estruturas operatórias, distinguindo dois tipos de aprendizagem: em sentido lato e em sentido estrito. *“Piaget a introduit la distinction entre apprentissage sensu stricto et sensu lato, le premier étant toujours subordonné au second, lequel comprend les lois du développement lui-même.”* (Inhelder, Sinclair & Bovet, 1974, p.13).

A primeira identificar-se-ia com o processo de desenvolvimento, assumindo-se como o resultado da equilibração e da aprendizagem em sentido estrito. Corresponderia à passagem de um estado inicial de incoerência e desorganização para um estado de equilíbrio temporário, com integração de contributos da experiência. *“A aprendizagem, em sentido lato, que se confunde com o próprio desenvolvimento psicogenético enquanto marcha de um estágio de menor equilíbrio, entre os esquemas do próprio sujeito, para um outro de maior equilíbrio através de sucessivos desequilíbrios e reequilibrações.”* (Morgado, 1993, p.18).

Quanto ao segundo tipo de aprendizagem, caracterizar-se-ia por uma aquisição baseada numa experiência mediata, sem o controlo sistemático do sujeito, modificando o seu comportamento de forma durável. *“A aprendizagem, em sentido estrito, caracteriza-se por uma aquisição realizada*

através de uma experiência física ou lógico-matemática que modifica de forma durável uma conduta (...)" (Morgado, 1993, p.18).

Segundo Jean Piaget, a aprendizagem processar-se-ia por um processo de ajustamento ao meio, concebendo um modelo profundamente biológico, influenciado pela teoria da selecção natural de Darwin (Sutherland, 1996). Este processo seria composto por dois mecanismos básicos alternativos: a *assimilação* e a *acomodação*, regulados pelo processo de *equilíbrio*. A este respeito, Piaget refere que "(...) pode dizer-se que toda a necessidade tende, primeiro a incorporar as pessoas e as coisas na actividade própria do sujeito, portanto a 'assimilar' o mundo exterior às estruturas já construídas, e, segundo, a reajustar estas em função das transformações sofridas, portanto em 'acomodá-las' aos objectos externos." (Piaget, 1990, p.17).

O conceito de assimilação poderia, então, ser definido como a capacidade da criança mudar o ambiente, de modo a ser apropriado à sua imaginação (Sutherland, 1996). Por vezes, "assimilar" pode aproximar-se do conceito de "brincar", visto que no jogo imaginativo a criança transforma os objectos de forma a poder enquadrá-los no seu imaginário (ex. quando finge que uma palha é uma varinha mágica). "A assimilação, processo comum à vida orgânica e à actividade mental, é, numa fase inicial, a utilização do meio externo pelo sujeito com vista a alimentar os seus esquemas hereditários ou adquiridos. A assimilação consiste em transformar as percepções até torná-las idênticas ao próprio pensamento, quer dizer, aos esquemas anteriores." (Raposo, 1980, p.125).

Já a acomodação seria a capacidade da criança de se adaptar ao ambiente. O ambiente exerce exigências sobre a criança, que terá de mudar para estar à altura delas (Sutherland, 1996). "Quanto à acomodação, traduz, ao invés da assimilação, uma actuação ou intervenção do meio sobre o sujeito. A acomodação está na origem de mudanças no organismo, obrigando este a ceder às sucessivas coacções do meio." (Raposo, 1980, p.125).

Desta forma, "assimilar" implicaria uma experiência mental transformadora, ao passo que "acomodar" envolveria um ajustamento cognitivo a uma nova experiência. Estes processos suceder-se-iam ao longo dos estádios de desenvolvimento, alternando com períodos de equilíbrio temporários correspondentes ao desempenho de máxima eficácia da criança nesse estágio particular. *"For Piaget, every act of intelligence is characterized by an equilibrium between two polar tendencies, assimilation and accommodation. In assimilation, the subject incorporates events, objects, or situations into existing ways of thinking, which constitute organized mental structures. In accommodation, the existing mental structures reorganize to incorporate new aspects of the external environment."* (Nicolopoulou, 1993, p.3).

Um conceito piagetiano também fundamental é o de *esquema cognitivo*, com um significado único e intimamente associado à teoria da aprendizagem. No entanto, a criança não possui apenas um esquema cognitivo, mas sim um conjunto de esquemas que abrangem as mais diversas áreas, necessitando de uma para cada noção imaginada por si própria e que requeira ajustamento. Estes

processos deixam subjacente o perpétuo interesse de Piaget pela Epistemologia, na eterna demanda pelo estudo do modo como se adquire o conhecimento. Essa vertente epistemológica perdura ao longo de toda a sua obra e de todos os seus contributos para o desenvolvimento cognitivo.

“Cada esquema cognitivo segue o mesmo padrão: a assimilação é seguida pela acomodação (ou vice-versa), conduzindo a um equilíbrio para o esquema cognitivo daquele estágio. Depois, um novo acontecimento (ou um despertar interior) perturba o equilíbrio e o esquema cognitivo, mais uma vez, requer o ajustamento. Todavia, em consequência de ser impelido para um novo estágio, o esquema cognitivo torna-se mais maduro, mais útil e mais bem ajustado ao ambiente em que a criança vive.” (Sutherland, 1996, p. 47).

Piaget definiu, ainda, duas formas de conhecimento: físico e lógico-matemático. O primeiro seria formado a partir dos dados do objecto, por um mecanismo funcional que designou de abstracção empírica. Já o conhecimento lógico-matemático, constituído pela acção exercida pelo sujeito sobre os objectos, seria formado por um mecanismo designado de abstracção reflexiva (Morgado, 1986).

O conhecimento matemático parece ser fecundo pela multiplicidade de estruturas, sendo assegurada a sua necessidade pelas leis de composição e o seu rigor pela reversibilidade. As estruturas lógico-matemáticas dependeriam da coordenação das acções, que, por sua vez, dependeriam da coordenação orgânica. “*Logico-mathematical structures are by definition non-temporal in consequence of their reversibility. (...) Logico-mathematical structures are complete and closed because they have been produced through deductive invention or axiomatic decision.*” (Vuyk, 1981, p.56).

Seguidamente, ir-se-á analisar, de modo sucinto, como se procede a construção das noções numéricas.

2. CONSTRUÇÃO DO NÚMERO

Após a abordagem da teoria piagetiana da aprendizagem que descreve o modo como se processa a aquisição de novos conhecimentos por parte da criança, importa proceder a uma análise mais pormenorizada do modo como se desenrola a construção do número.

É conhecida a tendência que as crianças manifestam em saltar um objecto ou considerá-lo duas vezes quando estão a contar. Isso revela que ela não sente a necessidade lógica de colocar os objectos numa determinada ordem, ordem essa que não necessita forçosamente de ser espacial, pois o importante é a ordem mental. “Ora, não se poderá, naturalmente, falar em números operatórios enquanto não se houver constituído uma conservação dos conjuntos numéricos independentes dos arranjos espaciais.” (Piaget & Inhelder, 1979, p.115).

Da mesma forma, Kamii refere que o conjunto não seria quantificado se a única acção mental fosse ordenar, visto que a criança poderia considerar um objecto isoladamente em vez do grupo como um todo. A autora afirma que quantificar um conjunto de objectos implica colocá-los numa relação de inclusão hierárquica em que a criança, mentalmente, inclui o “um” no “dois”, o “dois” no “três”, e assim sucessivamente. “Quando apresentados os 8 objectos, a criança pode quantificar o conjunto numericamente somente se ela puder colocá-los numa única relação, sintetizando ordem e inclusão hierárquica.” (Kamii, 1986, pp.33-34).

Piaget considerou que a origem do número dever-se-ia à síntese de duas noções lógicas: classificação e relação assimétrica, construídas simultaneamente. “*Nous avons jusqu’ici considéré le nombre comme une classe série, c’est-à-dire comme le produit de la classe et de la relation asymétrique.*” (Piaget & Szeminska, 1967, p.207).

O número seria construído a partir da acção do sujeito sobre os objectos e reuniria classes e relações assimétricas num todo, isto é, os termos enumerados seriam simultaneamente equivalentes (participando da classe) e diferentes pela ordem de enumeração (participando da relação assimétrica). “A construção dos números inteiros efectua-se, na criança, em estreita conexão com a das seriações e inclusões de classes.” (Piaget & Inhelder, 1979, p.114).

A teoria piagetiana defende que a construção do número principia-se no período sensório-motor, quando a criança separa, reúne ou ordena objectos, e termina no período das operações formais, com a aquisição do sistema dos números inteiros (Morgado, 1993). “*The earliest logico-mathematical structures are seen at the sensorimotor stage when observables give the content and the coordination of actions give form.*” (Vuyk, 1981. p. 54).

Piaget e Szeminska (1967) referem que a criança, ao atingir o nível das operações reversíveis, torna-se simultaneamente capaz de incluir, seriar e enumerar.

“(…) o número resulta, em primeiro lugar, de uma abstracção das qualidades diferenciais, que tem como resultado tornar cada elemento individual equivalente a cada um dos outros (...), esses elementos tornam-se classificáveis segundo as inclusões (...) mas são, ao mesmo tempo, seriáveis e o único meio de distingui-los e de não contar duas vezes o mesmo elemento nessas inclusões é seriá-los (...).” (Piaget & Inhelder, 1979, p.115).

Kamii (1984, 1986b) descreve, sucintamente, um estudo realizado com crianças que ilustra a dificuldade inerente à constituição de uma estrutura hierárquica. Após serem dados 8 objectos com formas de animais, 6 cães e 2 gatos, e estando as crianças familiarizadas com os termos, o investigador pergunta se há maior número de cães ou de animais. Os indivíduos com menos de 4 anos afirmam que os cães são mais e, após indagação do investigador, explicam que são mais que os gatos, revelando que mentalmente escutaram uma questão diferente, por terem dividido os animais em cães e gatos. Para eles, o todo não existe, por serem incapazes de realizar, simultaneamente, duas acções mentais opostas: dividir o todo em partes e colocar novamente as partes no todo. As crianças de 7-8 anos já são capazes de responder a esta questão, por possuírem

um raciocínio móvel o suficiente para ser reversível, isto é, capaz de realizar, simultaneamente, duas acções antagónicas.

Desta forma, Jean Piaget procurou explicar a aquisição da estrutura hierárquica no trabalho de inclusão através do incremento da mobilidade a nível do raciocínio da criança. Isso explicaria a necessidade que as crianças sentem de colocar todos os objectos em relação, mobilizando o seu raciocínio de forma a construir a estrutura lógico-matemática do número. “O número aparece assim como se constituísse simplesmente uma síntese de seriação e da inclusão (...)” (Piaget & Inhelder, 1979, p.116).

Morgado (1986) aponta, contudo que, apesar do elevado valor teórico da posição piagetiana, os resultados das investigações realizadas deixam algumas dúvidas por dissipar. Estas apontam para a possibilidade da criança possuir uma noção de número, mesmo que incipiente, antes da noção de seriação e inclusão de classes, surgindo a questão de como poderiam fundamentar uma noção já em construção.

Todavia é necessário ter-se em consideração que certas propriedades numéricas vão-se construindo desde cedo, levando a supor que estes “(...) três aspectos [noção de número, seriação e de inclusão de classes] se não encontram tão intimamente ligados como o modelo piagetiano nos pretende fazer acreditar. As próprias investigações de que o autor se serve, para fundamentar a sua tese, não nos parece que tenham conseguido demonstrar, de forma cabal, a existência desta síntese, (...)” (Morgado, 1986, p.11).

Uma explicação apontada para este aspecto é o facto de Piaget se ter baseado numa quadro teórico anteriormente formulado, provavelmente com uma rigidez excessiva, que o tenham conduzido à desvalorização de determinadas condutas numéricas de papel relevante na construção da noção de número. No entanto, outros autores realizaram estudos nesta área, chegando, por vezes, a conclusões diferentes das defendidas por Piaget.

Tal como refere Vuyk, o facto de Piaget não ter formação específica em Matemática ou Física, proporcionou que fosse alvo de diversas críticas. “*As Piaget is neither a mathematician nor a physicist, his work in mathematics and his physical experiments have come in for a lot of criticism.*” (Vuyk, 1981, p.300).

Brainerd, contrariamente a Piaget, que defendia que a construção do número dependia da síntese entre a seriação e a inclusão de classes, tentou demonstrar que esta construção se devia, sobretudo, à noção de ordem, uma propriedade da aritmética elementar. Considerou, inicialmente, que a ordenação era determinada pela contagem, mas, posteriormente, admitiu que seria um procedimento autónomo que partilha da ordenação e da cardinalização.

“A very different approach is that of Brainerd who argues that ordering, classifying and the natural number concept do not develop at the same time, the way Piaget claims, but

in the sequence: ordinal number, natural number, cardinal number. He demonstrated experimentally that this sequence is the same whether the understanding of natural number is defined as arithmetic computation or Piagetian number conservation.” (Vuyk, 1981, pp.301-302).

No entanto, Morgado refere que “As modificações metodológicas introduzidas são suficientes, no nosso entender, para explicar as discrepâncias de resultados encontradas entre Brainerd e Piaget.” (1986, p.14).

Já o modelo apresentado por Glasersfeld relativamente à construção do número consistia na correspondência entre o conceito, o numeral, o som e imagem, analisando as conexões semânticas entre numerais e as configurações espaço-temporais. Defendeu que as quantidades proto-numéricas se construía através de uma diferenciação sensorio-motora, baseada na percepção global de um conjunto figural, por um processo de *subitizing*. Este modelo considerou importantes os aspectos atencionais e mnésicos na construção do número, defendendo que a enumeração seria fundamental na formação das quantidades aritméticas. “No meu modelo, a transformação de uma pluralidade no tipo de unidade compósita que pode ser considerada um número, requer mais duas operações. A primeira é aquilo a que eu chamaria uma ‘iteração conceptual’; a segunda é a actividade de ‘contar’.” (Glasersfeld, 1995, p.283).

Para Gelman e Gallistel (1986), o procedimento de contagem seria fulcral na construção das noções numéricas. Defenderam que, cerca dos 2/3 anos, a criança já revelaria a tendência para recorrer à enumeração a fim de determinar o valor numérico de um conjunto, cometendo erros consideráveis se fosse composto por mais de cinco elementos. Estes autores recorreram a determinados princípios para a explicar: princípio da correspondência termo-a-termo, princípio de ordem estável, princípio cardinal, princípio de abstracção e princípio de irrelevância da ordem de contagem. “*For the child as young as 2 ½ years, enumeration already involves the realization that the last numeral in a set – at least in a small set – represents the cardinal number of the set.*” (Gelman & Gallistel, 1986, p.98).

Outros modelos foram propostos, no entanto a tónica geral parece ser o relevo concedido à acção do indivíduo na construção das noções numéricas e a construção psicogenética inerente. Todavia, parecem salientar-se a ordenação e a cardinação como propriedades fulcrais a tal construção, havendo discordância relativamente à sequência da sua manifestação na psicogénese. Contudo, Morgado refere que “O procedimento mais corrente e mais geralmente apontado para a construção da noção de número é a contagem ou a correspondência; embora o processo de *subitizing* seja referido por vários autores, nenhum deles se atreve a afirmar que a construção do número depende exclusivamente dele.” (1986, p.23).

3. DESENVOLVIMENTO DAS NOÇÕES NUMÉRICAS

Como ficou patente, Piaget defendia que “(...) as noções numéricas surgem a propósito de objectivos discretos, que são reunidos em classes segundo as suas equivalências, seriados de acordo com as suas diferenças ou classificados ou seriados ao mesmo tempo, por generalização daqueles dois processos, o que equivale a ordená-los em unidades semelhantes e, portanto, a enumerá-los.” (Piaget & Inhelder, 1975, p.10).

Contudo, desde cedo que Piaget se opôs à ideia de que o conceito de número podia ser ensinado através da transmissão social, não o considerando como um conhecimento social. Este tipo de conhecimento possuiria como fonte primária as convenções estabelecidas pelo Homem, sendo um conhecimento arbitrário. No entanto, requer uma estrutura lógico-matemática para a sua assimilação e organização, estrutura essa que tanto é utilizada na construção do conhecimento físico como social. “Notemos em primeiro lugar que não se ensina a conservação: os pedagogos geralmente nem sequer pensam em ensiná-la às crianças; por outro lado, quando se transmite um conhecimento à criança, a experiência mostra que ou permanece letra morta ou, caso seja compreendido, é reestruturado. Ora, esta reestruturação exige uma lógica interna.” (Piaget, 1990, pp.207-208).

Todavia, no conhecimento lógico-matemático a arbitrariedade não existe, visto que é a criança a sua fonte primária. “Por ex., $2+3=5$ em todas as línguas, independentemente do sistema empregado na soma.” (Kamii, 1986b, p.36). É possível ensinar à criança o resultado correcto para a soma, mas não é exequível ensinar-lhe directamente as relações latentes nessa adição.

Impõe-se, então, a questão: como são capazes as crianças de “conservar” o número?

A teoria piagetiana desde cedo salientou a importância da noção de conservação, que corresponderia à “(...) invariância de uma característica do objecto (ou objectos), apesar das transformações de forma ou colocação que este (ou estes) possam sofrer.” (Morgado, 1986, p.25). Este mecanismo basear-se-ia na premissa de que, face à transformação de uma dimensão observável, esta seria compensada por outra alteração, permanecendo o conjunto invariante. “Quanto à noção de conservação, ou seja, a permanência de um objecto e das suas propriedades, independentemente da mobilidade ou da alteração das suas partes, a sua aquisição é solidária da da transitividade e da organização, que se verifica neste período [operações concretas], das operações como a seriação e a classificação, num sistema estruturado.” (Raposo, 1980, p.129).

Posteriormente, Piaget reformulou a sua teoria explicativa das conservações, referindo-se a mecanismos de regulação e auto-regulação, colocando em relevo a construção da negação como mecanismo essencial à elaboração da conservação. Destas regulações resulta a comutabilidade, a vicariância e a compensação. A conservação é, assim, entendida como um conjunto de sucessivas regulações que conduzem à compensação total entre afirmações e negações. “Por exemplo, a constituição de uma noção de conservação pode ser considerada como devida a uma sucessão de estratégias, das quais cada uma realiza um equilíbrio superior ao da precedente e torna-se a mais

provável (sem sê-lo desde o início), em função dos resultados da precedente.” (Piaget & Inhelder, 1975, p.30).

Desta forma, Piaget integraria o problema da conservação no modelo da equilibração, por se basear num mecanismo de regulação interna que permitiria compensar a perturbação inicial. Isto ocorreria quando a criança conseguisse estabelecer uma compensação estável entre as modificações simultâneas do objecto, implicando o terminar da estrutura operatória. Assim, mais uma vez fica patente a marcada influência biológica na teoria piagetiana. “(...) while Piaget considered the social dimensions of cognition indispensable, his research program left it mostly untouched, treating the social environment more as a factor influencing the individual’s development than as an aspect of the developmental process itself.” (Bidell, 1988, p.336).

Por outro lado, a construção da noção de conservação piagetiana foi analisada, além do estudo da conservação de elementos contínuos e descontínuos, através da formação da correspondência termo a termo. Por sua vez, as operações aditivas e multiplicativas seriam, também, alvo de estudos por se encontrarem na base da correspondência termo a termo. “De même que la construction du nombre est indissociable de celle des classes et des relations logiques, de même le maniement des opérations numériques est solidaire de celui des opérations qualitatives.” (Piaget & Szeminska, 1967, p. 206).

Piaget e Szeminska referem, ainda, que a noção de conservação construir-se-ia inicialmente pela percepção para, em seguida, ser quantitativa, conduzindo à construção da invariância numérica. Ou seja, deixa de ser qualitativa e torna-se numérica quando os elementos são considerados equivalentes entre si, substituindo os seus caracteres diferenciais pela sua posição relativa na ordem de colocação em correspondência. “En effet, dans la mesure où manquent les notions d’invariance ou de conservation des totalités numériques, il se pourrait que l’enfant ne parvienne pas non plus à concevoir comme permanentes les relations de partie à tout dans le domaine des classes ni par conséquent à construire des rapports cohérents d’inclusions.” (Piaget & Szeminska, 1967, p.208).

No entanto, o modelo piagetiano fez despoletar uma série de investigações que abordaram a questão da precocidade da invariância numérica. Alguns autores chegam mesmo a apontar críticas a Piaget, encontrando outros modelos explicativos.

Quanto a Gelman e Gallistel, estes autores defenderam que uma criança de 3 anos seria detentora da noção de conservação, em termos de identidade, para um número de elementos até cinco. Com esta idade o sujeito já compreenderia que a quantidade varia quando coloca ou retira um elemento da fila. O que levaria à formação da conservação do número por identidade seria o uso dos princípios de contagem, característicos de um raciocínio numérico. “Children as young as 3 (and sometimes 2 1/2) years behave as if they know that transformations involving displacements do not alter the number.” (Gelman & Gallistel, 1986, p.161).

Contudo, estes autores apontam dois motivos para a resolução mais tardia da prova piagetiana: a) porque os princípios de contagem não permitiriam que o indivíduo soubesse como uma determinada transformação afectaria uma certa relação, ou seja, não estariam aptos para serem aplicados aos estádios algébricos ou relacionais; b) porque o facto de Piaget propor duas filas leva a que, a certa altura, deixe de existir correspondência visual e o indivíduo se centre nos dados perceptivos e não no valor cardinal destas. *“When number comes to be viewed algebraically, the focus of attention is no longer on number as such but rather on numerical relations.”* (Gelman & Gallistel, 1986, p.231).

Ou seja, seria necessário aplicar um raciocínio algébrico e não só numérico para solucionar a prova dos elementos discretos. Além disso seria, ainda, essencial que o indivíduo centrasse a atenção na compensação das relações no momento da transformação.

Morgado refere que é necessário ter em consideração que Jean Piaget pretendia analisar o desenvolvimento psicogenético, salientando o papel da reversibilidade na sua construção, e não analisar a construção da invariância numérica. Contudo refere:

“A prova piagetiana sobre a conservação dos elementos discretos não parece ser a melhor, do ponto de vista metodológico, para pôr em destaque a competência numérica dos sujeitos, na medida em que, por um lado implica a construção de mecanismos muito elaborados e tardios e, por outro, parece não permitir uma demonstração do nível operatório daqueles.” (Morgado, 1986, p.44).

Num outro ponto de análise, Jean Piaget nunca negou a importância da interacção social no desenvolvimento psicogenético, apesar de ter descurado o estudo detalhado desta vertente, talvez por não se enquadrar no âmbito das suas preocupações epistemológicas. *“However, (...) social influences on development are not central to Piaget’s theory, which focuses in the interaction of the child and the physical environment.”* (Tudge & Rogoff, 1989, p.19).

Desta forma, a interacção social seria indispensável ao desenvolvimento do pensamento lógico-matemático. Em crianças muito novas, devido ao egocentrismo, não existiria a necessidade de coerência no diálogo, visto que o pensamento lógico, o evitar contradizer-se e a utilização de palavras culturalmente entendidas, nasceriam da interacção social. *“Although Piaget was primarily concerned with individual development, he believed that discussion between children has a role to play in cognitive development.”* (Tudge & Rogoff, 1989, p.17).

Todavia, os seguidores de Piaget procuraram investigar a influência dos aspectos sociais, referindo que as crianças coordenam sistemas de acção em colaboração com outros, visto que está inserida num mundo social. Desta forma, Perret-Clermont (1978a/1978b) debruçou-se sobre o estudo do papel exercido pela interacção social na aprendizagem da conservação das quantidades contínuas. Para tal realizou várias investigações, entre as quais provas de conservação de líquidos. Através de um pré-teste classificou e agrupou um conjunto de crianças em conservadoras, intermediárias e não-conservadoras. Feito isto, procedeu a uma prova de

equivalência de líquidos em recipientes diferentes e, posteriormente, realizou dois pós-testes após uma semana e após um mês. Verificou-se que pelo menos metade das crianças inicialmente intermediárias e não-conservadoras adquiriram a conservação das quantidades contínuas (através da cooperação com outros sujeitos), sendo os resultados estáveis num segundo pós-teste. “(...) se a situação colectiva, agindo como factor indutor, desencadeou um processo de estruturação, a estabilidade destes processos, até mesmo a sua evolução, tornar-se-ia, então, compreensível.” (Perret-Clermont, 1978a, p.108).

Esta investigadora defendeu, assim, a tese de que o conflito cognitivo (colocar o sujeito numa situação de confrontação entre as suas próprias reacções e as de um outro) seria um mediador e catalisador do desenvolvimento mental dos indivíduos. “(...) o conflito sociocognitivo se revelaria tanto mais apto a engendrar uma evolução do sujeito quanto ‘mais’ saliente viesse a ser aos seus olhos.” (Perret-Clermont, 1978a, pp.298-299).

Por seu turno, Inhelder, Sinclair e Bovet também procuraram investigar o conflito cognitivo na conservação. Recorreram a tarefas clássicas como a conservação de líquidos e a inclusão de classe. Ao colocar os objectos em relações inadequadas, o adulto tentaria criar conflitos cognitivos entre os pontos de vista. Esta indução de conflito basear-se-ia na premissa de ser uma característica do nível intermediário, antes de ser estabelecida a coordenação de um nível superior (designada por contradição por Piaget). “(...) *s’il est possible, par des exercices adéquats, de diminuer les intervalles qui séparent ‘normalement’ (...) les paliers successifs du développement des notions étudiées, il nous paraît difficile d’expliquer cet apprentissage par un pur processus de maturation (...)*” (Inhelder, Sinclair & Bovet, 1974, p.322).

Inhelder e as suas colaboradoras consideraram que a hesitação e a incerteza seriam sinais de conflito, o que corresponderia a um nível superior relativamente aos indivíduos que não fizessem qualquer conexão cognitiva entre as relações dos objectos. Aliás, a noção de conflito cognitivo já fora apresentada anteriormente por Piaget.

“For the most part Piaget focused on the ‘cognitive conflict’ brought about by the disequilibrium that occurs as an individual acts on the physical and the logical environment. However, in early work, Piaget (...) argued that cognitive conflict could arise in the course of social interaction, in the discussions between children who hold different views on an intellectual or moral issue.” (Tudge & Rogoff, 1989, p.20).

Desta feita, estes estudos parecem demonstrar que as crianças não necessitam de ensino directo para desenvolver as estruturas lógico-matemáticas, mas sim de encontrar ideias geradoras de conflitos. Por outro lado, “O progresso de uma criança é uma função do nível já obtido. As crianças que mostram progresso no pós-teste são as que já se apresentam em um nível intermediário relativamente alto no pré-teste.” (Kamii, 1986b, p.55).

Assim, parece existir uma nítida vantagem em estabelecer tal discussão lógica, na medida em que o conflito cognitivo permite às crianças aperceberem-se da existência de diferentes perspectivas que não se enquadram facilmente nas estruturas pré-existentes.

4. IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS

Após esta sucinta abordagem ao pensamento lógico-matemático ficaram descritos os principais contributos para o esclarecimento da forma como se processa, de um modo geral, a aprendizagem e, em particular, como se constrói a noção de número e se desenvolvem as quantidades numéricas, com particular relevo para a noção de conservação.

Atendendo ao facto de que este trabalho se iniciou com a crítica das metodologias adoptadas no ensino da Matemática surge agora o momento de apontar caminhos alternativos, apresentando os principais contributos pedagógicos extraídos do legado piagetiano e vygotskiano, duas das mais notáveis personalidades neste âmbito. “Com efeito, a própria estruturação do ensino não deve fazer-se dissociada do desenvolvimento psicológico – já que, de entre as mais sólidas aquisições da Psicologia Pedagógica se conta o carácter evolutivo do psiquismo – nem desligada dos princípios pedagógicos da aprendizagem que, aplicados, permitem uma maior eficácia do ensino.” (Raposo, 1980, p.117).

4.1. Contributos de Piaget

Uma leitura atenta de algumas obras piagetianas deixa transparecer de imediato o seu interesse relativamente ao ensino e à prática pedagógica, formadora e construtora de conhecimentos. Por outro lado, é possível extrair várias implicações pedagógicas do seu legado, sendo vários os autores que se dedicaram a este desafio. “*Piaget’s main interest in mathematics – as separate from logico-mathematical structures – is in the common mechanisms of mathematical notions on the one hand, and of the child’s mathematical thinking on the other.*” (Vuyk, 1981, p.291).

A escola tradicional, baseada na transmissão oral de conhecimentos, foi sobejamente criticada por Piaget por considerar a criança como um ser passivo e vazio onde se poderiam imprimir os conhecimentos que o docente seleccionasse. Ou seja, a concepção behaviorista, marcadamente empirista, estaria na sua raiz, defendendo que a imitação de um modelo, quando acompanhada de um reforço positivo, levaria à aprendizagem de uma resposta correcta. A posição de Jean Piaget era diametralmente oposta a este tipo de ensino, contudo devem salientarem-se alguns aspectos positivos como o exercício da memória, da atenção e a criação de hábitos de trabalho, devido às repetições que necessita efectuar (Morgado, 1986).

Piaget afirma que o ensino deveria formar o raciocínio, conduzindo à compreensão e não à memorização, desenvolvendo um espírito criativo e não repetitivo. O professor deveria criar situações que levem o discente a encontrar a solução correcta, de acordo com o seu nível de desenvolvimento psicogenético, através de trabalhos práticos individuais ou em grupo, de diálogo entre colegas ou com o professor. “(...) *le tâche de l'éducation c'est former le ratiocine* (...)” (1972b, p.50).

Ou seja, a posição piagetiana defende a importância dos métodos activos no desenvolvimento psicológico da criança, procurando conduzir os alunos à descoberta das soluções para os problemas colocados, caso sejam do seu interesse. Piaget defendia a criação de situações propiciadoras de experimentação, onde o aluno reflectisse sobre o tema e fosse responsabilizado pelas hipóteses que defendesse, sujeitando-as ao controlo dos factos. Seria, assim, essencial que todo o conhecimento escolar emergisse através do contacto com a natureza e a vida quotidiana. A motivação adviria do prazer propiciado pela tarefa e não de um reforço externo. “Em duas palavras podemos pois afirmar que, na perspectiva piagetiana, a aprendizagem aparece sempre ligada à superação de contradições internas surgidas entre os esquemas do sujeito, que se encontram em diferentes fases de formação.” (Morgado, 1986, p.108).

A construção de novos conhecimentos exigiria, então, manipulação directa dos materiais, cooperação social, trabalho de grupo e inter-ajuda, na tentativa de promover o desenvolvimento da autonomia intelectual, social e moral, necessário à eclosão de um adulto criativo, altruísta e adaptado.

Contrariamente ao que se possa pensar, o professor não era encarado por Piaget como uma “peça” desnecessária. Pelo contrário, desempenharia um papel fulcral na criação de programas adaptados ao nível operatório dos alunos e de métodos de avaliação flexíveis capazes de aferir o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Este deveria seleccionar os materiais e situações melhores adaptados, sintetizando os pontos fundamentais a reter no final de uma discussão ou trabalho, respeitando a opinião das crianças e abstendo-se de tecer juízos de valor. “O papel do professor é fundamental na perspectiva de uma pedagogia piagetiana, uma vez que lhe cabe a tarefa de criar os programas adaptados ao nível operatório dos seus alunos, bem como encontrar métodos de avaliação flexíveis que procurem analisar o desenvolvimento intelectual e autónomico da criança.” (Morgado, 1986, p.90).

Piaget sublinhou a importância da educação pré-escolar para a aprendizagem de noções científicas, devendo esta incidir no estímulo de exercícios de observação destinados à correcção de constatações incompletas e de ideias pré-concebidas. Piaget considerou inclusivamente que seria possível, desde o segundo nível do período pré-operatório, “uma espécie de propedêutica” ao ensino científico (Piaget, 1972b, p.27).

Raposo destaca quatro princípios pedagógicos piagetianos. O valor da auto-descoberta seria um método fundamental na organização da aprendizagem, sobretudo na infância. Um segundo

aspecto destacado seria a necessidade de se considerarem as diferenças intelectuais entre as crianças. Outro ponto que, na sua opinião, também mereceria ser relevado seria o papel do ensino pré-primário no desenvolvimento psicogenético. Por último aponta “(...) a necessidade de, no desenvolvimento curricular, respeitar a sequência do desenvolvimento intelectual.” (Raposo, 1980, p.138).

A perspectiva de Piaget relativamente à pedagogia passou a assumir-se como um referencial teórico e psicológico para as designadas “correntes pedagógicas activas”. No entanto, Morgado refere que a sua obra não trouxe um cariz verdadeiramente inovador relativamente aos contributos da “escola activa”. Contudo, salienta três aspectos essenciais: “(...) a importância do conflito cognitivo e o valor educativo do erro; em segundo lugar, a determinação dos níveis de desenvolvimento psicogenético dos alunos e a adequação dos programas e das matérias a ensinar àqueles; por fim, a construção das operações como objectivo de ensino.” (Morgado, 1986, p.93).

Kamii e Devries (1970, p.75) referem que “(...) as implicações pedagógicas da teoria de Piaget são mais vastas no domínio socioafectivo que no domínio cognitivo.” No que concerne ao primeiro domínio enunciam três princípios gerais de ensino: incentivar a criança a ser progressivamente mais autónoma perante os alunos; encorajá-las a interagir e solucionar os seus conflitos; incentivá-las a serem independentes e curiosas, a terem iniciativa e confiança nas suas capacidades, a exporem as suas opiniões convictamente e terminarem os seus receios e angústias de modo construtivo.

Quanto ao domínio cognitivo, estas autoras concentram a sua atenção sobre quatro princípios: “Ensinar, dentro do contexto do jogo da criança; Encorajar e aceitar as respostas ‘erradas’ da criança; pensar em que é que a criança pensa e ensinar segundo os três tipos de conhecimento; ensinar tanto os conteúdos como os processos.” (Kamii & Devries, 1970, p.75).

Kamii (1986b), defende que os resultados dos estudos de Perret-Clermont (referidos anteriormente) podiam ser extrapolados para o campo da aritmética. Desta forma, quando duas crianças obtivessem resultados diferentes numa soma, poder-se-ia pedir-lhes que descrevessem à outra a forma como resolveram o problema. O diálogo estabelecido, desde que incentivado pelo professor, levaria a que reflectissem se uma e outra solução estariam adequadas. Isto seria fundamental, não só para incentivar o raciocínio, mas também para desmistificar a ideia de que a Matemática é arbitrária, incompreensível e só atingível pela memorização.

As outras crianças e adultos formariam o meio social do sujeito, nutrindo a sua actividade mental por meios indirectos ou desencadeando nela o ímpeto de tentar uma nova relação de ideias. Contudo, o “feed-back” para o pensamento lógico-matemático residiria na própria criança e não nas outras pessoas, sendo constituído pela coerência interna do seu sistema de pensamento. “*Hence Piaget emphasized cooperation as the ideal form of social interaction promoting development. He conceived of cooperation as a parallel form of logic in which children would discuss propositions provoking cognitive conflict.*” (Tudge & Rogoff, 1989, p.20).

Se a instrução de massa seria, de todo, desaconselhável, o isolamento de crianças a fim de serem alvo de um fluxo excessivo de informação também estaria longe de ser benéfico. Parece ser importante, atendendo à posição piagetiana, incrementar a autonomia do pensamento e, de igual forma, as próprias ideias erróneas das crianças deveriam ser modificadas por elas e não eliminadas pelo professor.

Kamii (1986b), contudo, aceita o facto de haver aprendizagem através de exercícios e da transmissão. Reconhece, aliás, que este modelo mecânico seria mais célere que o esforço empregue na construção; todavia este iria contra o objectivo primordial da educação: a autonomia. Dirigir jogos de modo heterónimo, obrigando as crianças a cumprirem regras, já não seria suficiente, devendo o professor evitar demonstrar o seu poder de forma prepotente, bem como o recurso a recompensas ou castigos. Não obstante, haverão alturas em que o docente terá de recorrer ao seu poder, evitando o caos; “(...) é o responsável pela tranquilidade na sala de aula, vezes há em que ele tem de usar a sua influência.” (Kamii, 1986b, p.220).

Com o desenvolvimento da matemática moderna, surgiram vários programas do ensino da matemática baseados na teoria dos conjuntos. Dienes (1967) defendeu que os processos matemáticos eram formados por um conjunto de estruturas progressivamente mais complexas, que o discente teria de ir descobrindo. Desta forma deveria, primeiramente, aprender a noção de conjunto e, posteriormente, a de reunião, intersecção, conjuntos elementares e a diferença entre elemento, sub-conjunto e conjunto. Para tal, este autor usou um material designado por blocos lógicos e, após a familiarização com estas noções, seria introduzido o número, por ser considerado uma propriedade dos conjuntos. Depois desta transição ir-se-iam, então, efectuar as operações numéricas. “O número é uma propriedade dos conjuntos. Uma vez familiarizadas com os conjuntos, as crianças não encontrarão dificuldade em dizer alguma coisa a respeito de conjuntos e em agrupar na mesma classe todos os conjuntos, dos quais se pode dizer a mesma coisa.” (Dienes, 1967, p.54).

Todavia, como já foi referido, a pedagogia piagetiana da aritmética defendia que um dos objectivos principais da matemática seria a edificação da noção de número. Desta forma, seria benéfico incrementar tarefas escolares que viabilizem esta aquisição. “Atendendo que a criança só chega à noção de número através de uma síntese entre as operações de inclusão de classes e de seriação, uma dessas formas de organização, por exemplo, consiste em fazer preceder os exercícios de contagem de exercícios de agrupamentos de objectos com base nas semelhanças e nas diferenças.” (Raposos, 1980, p.137).

Por sua vez, Kamii que inicialmente valorizou os exercícios de classificação e de seriação (Kamii & Devries, 1970), veio, à posteriori a reconhecer que haveriam formas melhores de construir a noção de número. Considerou que seria necessário que os alunos criassem relações quantificáveis entre objectos, insistindo na quantificação de elementos através da colocação de conjuntos em correspondência e reconhecendo que a contagem estaria intimamente associada à construção do número (Kamii, 1984).

Sendo o professor uma peça essencial do ensino, Kamii (1986b) aponta-lhe alguns princípios orientadores: estar atento de forma a potenciar todas as situações da sala de aula, não recear problemas difíceis, não temer a perda de tempo e incentivar os alunos a pensar e relacionar objectos. No quotidiano a utilização da aritmética seria proporcionada por variadas situações como a distribuição de materiais, a chamada diária, votações ou colectas de dinheiro. As crianças aprenderiam mais rapidamente se se interessassem e se envolvessem emocionalmente nas situações. Tais resultados dificilmente seriam alcançados com exercícios mecânicos e repetitivos.

Sutherland afirma que a mensagem pós-piagetiana é que a aprendizagem das crianças é mais eficaz se partir da actividade prática. Salienta, ainda, que segundo os construtivistas, os professores deveriam conhecer as estratégias de aprendizagem que as crianças possuem quando ingressam na escola. Partindo destas, o docente deveria auxiliar os alunos a recorrerem a estratégias próprias durante as aulas. “(...) as crianças aprendem com maior eficácia a partir da actividade prática. (...) A mensagem construtivista é que os professores devem ter conhecimento das estratégias de aprendizagem que as crianças trazem para a escola (Sutherland, 1996, p.234).

Como ficou patente, a teoria piagetiana é repleta de contributos pedagógicos. Apesar de muito já ter sido realizado neste domínio, muito haverá ainda a fazer, sendo necessário proceder a “(...) uma profunda adaptação de uma concepção psicológica a uma prática pedagógica.” (Morgado, 1986, p. 103).

Raposo salienta, ainda, que seria essencial promover uma maior parceria entre Psicologia e Educação para que haja melhoria do sistema de ensino. “Estas considerações apontam para a necessidade de uma maior colaboração entre psicólogos e educadores, colaboração que (...) se desenvolva e se aprofunde na participação de ambos em acções de investigação e de intervenção psicopedagógicas.” (Raposo, 1980, p.155).

4.2. Contributos de Vygotsky

Sendo contemporâneo de Piaget, Lev Semenovich Vygotsky evidenciou-se como desenvolvimentista, demonstrando, contudo, diferenças profundas na concepção desse desenvolvimento. Estando ambos os autores fundamentalmente interessados em toda a gama de desenvolvimento mental desde a infância até à adolescência, o conceito biológico de desenvolvimento de Piaget, como sendo uma questão de maturação e desdobramento, foi rejeitado por Vygotsky. Segundo este, a adaptação da criança seria bastante mais activa e menos determinista. Ou seja, Vygotsky enfatizou fundamentalmente a cultura em detrimento da herança biológica para o desenvolvimento cognitivo. “*In our conception, the true direction of the development of thinking is not from the individual to the socialized, but from the social to the individual.*” (Vygotsky, 1962, p.20).

Vygotsky desenvolveria uma concepção psicológica alicerçada na teoria marxista do funcionamento intelectual humano juntamente com seus colaboradores Alexandre Romanovich

Luria e Alexei Leontiev. Considerou que o desenvolvimento cognitivo ocorreria pelo processo de internalização da interacção social, através de objectos fornecidos pela cultura, relegando para segundo plano a dimensão individual. “*While Vygotsky, in theory, accounted for both social and individual dimensions of development, in practice his research program left this area relatively undeveloped (...)*” (Bidell, 1988, p.336).

Através da interacção social, a criança contactaria com elementos mediadores, levando à emergência de processos mentais, que poderiam ser agrupados em dois níveis: processos psicológicos elementares, de origem biológica e os processos psicológicos superiores, de origem sócio-cultural. Vygotsky “*(...) distinguish between elementary (or natural) processes (such as involuntary attention and recognition memory) that are shared with animals, and higher mental processes.*” (Tudge & Rogoff, 1989, p.19).

O conceito central da teoria de Vygotsky seria o de *Zona de Desenvolvimento Proximal* (ZDP), definida como a discrepância entre o desenvolvimento actual da criança e o nível alcançado quando resolve problemas com auxílio. Partindo deste pressuposto considera-se que todas as crianças podem fazer mais do que o conseguiriam fazer por si sós. A imitação e o ensino teriam aqui um papel de suma importância, conduzindo a criança a atingir novos níveis de desenvolvimento. Desta forma, a pedagogia deveria incidir não nas funções maduras, mas nas funções em vias de maturação (Vygotsky, 1962). “*Vygotsky’s theory places a central focus on social interaction as a medium in which children develop, with people who are more skilled in the intellectual technologies of a culture assisting children in learning.*” (Tudge & Rogoff, 1989, p.17).

Sobre este assunto, Vygotsky referiu: “*Instruction is one of the principal sources of the schoolchild’s concept as is also a powerful force in directing their evolution; it determines the fate of his total mental development.*” (Vygotsky, 1962, p.85).

Este contributo vygotkiano seria extremamente importante para a compreensão do desenvolvimento das funções psicológicas superiores através do ensino e englobava dois níveis de desenvolvimento:

1. O nível de desenvolvimento real, onde a criança dominaria algumas capacidades, já conseguindo realizar as funções amadurecidas sozinha, sem a assistência de alguém (pai, criança mais adiantada ou o professor).
2. O nível potencial seria aquele em que a criança necessitaria do auxílio de alguém mais experiente. Neste momento, a criança realizaria tarefas, mas apenas com a mediação de outros.

A distância entre aquilo que a criança conseguiria fazer por si só e aquilo em que necessitaria do auxílio de outra pessoa caracterizar-se-ia como Zona de Desenvolvimento Proximal. “*A central concept in Vygotsky’s theory of cognitive development is the ‘zone of proximal development’, which he defines as the difference between a child’s actual developmental level as*

determined by independent problem solving and the level of potencial development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers.” (Nicolopoulou, 1993, p.8).

Por sua vez, Berstein refere que “Vygotsky viu a zona de desenvolvimento proximal em termos de uma extensão das funções cognitivas a níveis de crescente complexidade e generalização.” (1994, p.14).

No que concerne às concepções de Vygotsky e Piaget quanto ao papel do jogo no desenvolvimento cognitivo, estas diferem radicalmente. Para Piaget, no jogo preponderaria a assimilação, ou seja, a criança assimilaria a sua percepção da realidade às estruturas que já construiu e neste sentido o jogo não seria determinante nas modificações das estruturas. Para Vygotsky, o jogo proporcionaria alteração das estruturas, podendo criar uma ZDP. “*Vygotsky sees play as contributing significantly to cognitive development – rather than simply reflecting it – and he treats play as an essentially social activity.*” (Nicolopoulou, 1993, p.9).

Assim sendo, à luz desta concepção psicológica, uma prática pedagógica adequada passará não apenas por “deixar as crianças brincar”, mas sobretudo por brincar com elas, ajudá-las nessa actividade ou até ensiná-las a fazê-lo, sendo vital a promoção adequada do jogo.

O desenvolvimento cognitivo, à luz da posição vygotskiana, seria formado pelo processo de internalização da interacção social com materiais fornecidos pela cultura, sendo o processo construído do exterior para o interior. O sujeito não seria, assim, apenas activo, mas interactivo, na medida em que formaria conhecimentos e constituir-se-ia com base nas relações intra e interpessoais. Na partilha com outros sujeitos e consigo próprio, ir-se-iam internalizando conhecimentos, papéis e funções sociais, permitindo a formação de conhecimentos e da própria consciência. “*In contrast with Piaget’s theory, Vygotsky’s theory was built on the premise that individual development cannot be understood without reference to the social milieu, both institutional and interpersonal, in which the child is embedded.*” (Tudge & Rogoff, 1989, p.19).

Apesar de considerar que a inteligência seria a capacidade de aprender, tendo por base instruções, Vygotsky não defendia um ensino formal e mecânico, onde as crianças fossem sujeitas a uma rotina desinteressante e a exames irrelevantes. Na realidade, colocou em relevo mais o desenvolvimento intelectual que a aprendizagem processual, devendo o professor “(...) desafiar a criança a atingir metas que de outra maneira não atingiria.” (Sutherland, 1996, p.71).

Desta forma, a escola seria o lugar onde a intervenção pedagógica intencional desencadearia o processo ensino-aprendizagem. O professor deveria provocar avanços nos alunos interferindo na sua ZDP. Outro factor relevante para a educação, decorrente das interpretações das teorias de Vygotsky, seria a importância da actuação dos outros membros do grupo social na mediação entre a cultura e o indivíduo, visto que o aluno não seria um mero sujeito da aprendizagem, mas aquele que é capaz de aprender, junto ao outro, o que o seu grupo social produz, como: valores, linguagem e o próprio conhecimento. Ao observar a zona proximal, o educador poderia orientar o

aluno no sentido de adiantar o seu desenvolvimento potencial, tornando-o real. “*For Vygotsky, the child is assumed to be interested in gaining from the more expert partner and the expert is seen as responsible for adjusting the dialogue to fit within the child’s zone of proximal development, where understanding is achieved with a stretch leading to growth.*” (Tudge & Rogoff, 1989, p.22)

O relacionamento estabelecido entre a criança e os seus colegas seria, também, de importância vital. “Vygotsky defendeu a utilização de uma criança mais desenvolvida para ajudar a outra menos desenvolvida.” (Sutherland, 1996, p.73). Esta interacção traria benefícios para ambas as partes, visto que a criança mais desenvolvida adquiriria uma maior compreensão explícita da sua aprendizagem a nível metacognitivo, pois ao ensinar um certo tema estaria a consolidar a sua própria aprendizagem.

Vygotsky defendia uma posição aparentemente antagónica à de Piaget ao atribuir um papel de capacitação para os professores, considerando que desempenhariam um papel didáctico, devendo orientar os alunos para que se concentrassem, prestassem atenção e aprendessem com eficácia. Isto é, enquanto Piaget incidiu, sobretudo, sobre a criança, Vygotsky enfatizou, particularmente, o professor (Sutherland, 1996).

Desta forma, penso ter ficado patente a riqueza da teoria vygotskiana, repleta de contributos de extrema importância para a pedagogia. Como refere Bernstein (1994), Vygotsky seria mais um catalisador do que alguém que fornecera uma teoria acabada, sendo o seu projecto intrinsecamente interdisciplinar.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegando a este ponto, afigura-se essencial a apresentação de uma síntese do que foi exposto. Ciente de que muito ficou por referir e analisar, penso que ficaram apresentados os pontos principais desta temática, atendendo aos objectivos definidos e às limitações impostas pelo formato deste trabalho.

A obra piagetiana é vasta e abrangente, estudando o desenvolvimento cognitivo nas suas múltiplas vertentes. Os seus contributos estendem-se pelas mais diversas áreas do conhecimento, pelo que a disciplina da Matemática também não foi descurada. “*Piaget’s main interest in mathematics – as separate from logico-mathematical structures – is in the common mechanisms of mathematics as a science and of specific mathematical notions on the one hand, and of the child’s mathematical thinking on the other.*” (Vuyk, 1981, p.291).

Esta disciplina possui características muito peculiares e o seu ensino deve obedecer a regras e metodologias próprias. Piaget foi um marco importante no estudo do conhecimento lógico-matemático, defendendo que estaria na origem de todo o desenvolvimento cognitivo do sujeito.

Atribuiu um papel fulcral à actividade do sujeito na construção deste tipo de conhecimento, devido ao facto das estruturas lógico-matemáticas serem isomorfas das estruturas operatórias do sujeito. “O construtivismo piagetiano atribui (...) um papel relevante à actividade do sujeito na construção do conhecimento. (...) [possui] particular importância na construção dos conhecimentos lógico-matemáticos devido ao isomorfismo proposto por Piaget entre aquelas estruturas e as estruturas operatórias do sujeito.” (Morgado, 1993, p.16).

Piaget defendia, ainda, que a aprendizagem processar-se-ia por um processo de ajustamento ao meio, processo esse que seria composto por dois mecanismos básicos alternativos: a assimilação e a acomodação, regulados pelo processo de equilíbrio. Intimamente associado à teoria piagetiana da aprendizagem, encontra-se o conceito de esquema cognitivo. Cada esquema seguiria o mesmo padrão: a assimilação iria alternando com a acomodação, conduzindo a um equilíbrio. Posteriormente, uma nova situação perturbaria o equilíbrio, sendo necessário um novo ajustamento. “É o jogo recíproco entre a assimilação e a acomodação que permite a interacção entre o organismo e o meio, a qual é condição de todo o funcionamento biológico e intelectual, pressupondo tal interacção, desde o ponto de partida, um equilíbrio entre as duas tendências.” (Raposo, 1980, p.125).

Defendendo o papel activo do sujeito no processo de aprendizagem, a concepção piagetiana analisou pormenorizadamente a aquisição das noções numéricas. “(...) procurámos demonstrar como se construíam, na criança, as noções numéricas a partir de operações lógicas de classes e de relações, reunidas num único feixe operatório.” (Piaget & Inhelder, 1975, p.9).

Outro conceito importante no processo de aprendizagem do conhecimento lógico-matemático seria o conceito de conservação, posteriormente incluído no modelo da equilíbrio, por se basear num mecanismo de regulação interna que permite compensar a perturbação inicial. Isso ocorreria quando a criança conseguisse estabelecer uma compensação estável entre as modificações simultâneas do objecto, implicando o terminar da estrutura operatória (Piaget & Szeminska, 1967). A construção da noção de conservação foi analisada através do estudo da conservação de elementos contínuos e descontínuos, e da formação da correspondência termo a termo, implicando, esta, o estudo das operações aditivas e multiplicativas.

Sendo vasta e rica a obra piagetiana, são várias as implicações pedagógicas que se podem extrair. Raposo (1980) foi um dos autores que se dedicou a esta análise, destacando quatro princípios pedagógicos piagetianos: o valor da auto-descoberta; a necessidade de se considerarem as diferenças intelectuais entre as crianças; o papel do ensino pré-primário no desenvolvimento psicogenético; a necessidade de, no desenvolvimento curricular, respeitar a sequência do desenvolvimento intelectual.

Piaget refere que o professor seria uma peça importante do ensino, devendo: estar atento de forma a potenciar todas as situações da sala de aula, não recear problemas difíceis, não temer a perda de tempo e incentivar os alunos a pensar e relacionar objectos. “O papel do professor não é

pois o de transmitir ideias feitas aos alunos mas de os ajudar, através das tarefas apresentadas, a construir os seus próprios conhecimentos.” (Morgado, 1993, p.25).

Já Vygotsky desenvolveu uma teoria desenvolvimentista com algumas diferenças de relevo relativamente a Piaget. Um conceito central da sua teoria seria o de Zona de Desenvolvimento Proximal, definida como a discrepância entre o desenvolvimento actual da criança e o nível alcançado quando resolve problemas com auxílio. Partindo deste pressuposto considera-se que todas as crianças podem fazer mais do que o conseguiriam fazer por si sós. Desta forma, a pedagogia deveria incidir não nas funções maduras, mas nas funções em vias de maturação (Vygotsky, 1962). *“Thus, in Vygotsky’s theory, the social world influences development from the beginning of life; independent activity occurs as children internalize culturally mediated higher mental processes they have previously been able to do only with help. This contrasts with Piaget’s view in which the cognitive benefits of social interaction become evident only with the decline of egocentrism.”* (Tudge & Rogoff, 1989, p.23).

Vygotsky defendia que a cultura e a interacção social teriam um papel essencial na aprendizagem, considerando que a utilização de uma criança mais desenvolvida para ajudar a outra menos desenvolvida seria benéfico para ambas as partes. *“A central concept in Vygotsky’s theory of cognitive development is the ‘zone of proximal development’, which he defines as the difference between a child’s actual developmental level as determined by independent problem solving and the level of potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers.”* (Nicolopoulou, 1993, p.8).

Desta forma, para Vygotsky as potencialidades do indivíduo deveriam ser tidas em consideração durante o processo de ensino-aprendizagem. Como defende que a aprendizagem impulsionaria o desenvolvimento, a escola surge com um papel essencial, devendo dirigir o ensino não para etapas intelectuais já alcançadas, mas sim, para as etapas que os alunos ainda não alcançaram, incentivando o desenvolvimento potencial do aluno.

Ficou, assim, patente que o legado de Piaget e Vygotsky é, de veras, vasto e abrangente, sendo vários os autores que seguiram os seus passos, uns concordando outros não, mas todos reconhecendo nas suas obras contributos de inigualável valor.

BIBLIOGRAFIA

- Abreu, M. V. (1998). *Cinco ensaios sobre a motivação*. Coimbra: Almedina.
- Aebli, H. (1982). *Prática de ensino: formas fundamentais de ensino elementar, médio e superior*. São Paulo: E.P.U. (versão original de 1979).
- Bernstein, B. (1994). Prefácio. In H. Daniels (Ed.), *Vygotsky em foco: Pressupostos e desdobramentos* (pp. 9-22). Campinas, SP: Papyrus.
- Bidell, T. (1988). Vygotsky, Piaget and the Dialectic of Development. *Human Development*, 31, 329-348.
- Brown, G., & Desforges, C. (1979). *Piaget's theory: a psychological critique*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Dienes, Z. P. (1967). *A matemática moderna no ensino primário*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Freudenthal, H. (1975). *Perspectivas da matemática*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1986). *The child's understanding of number*. Cambridge: Harvard University Press (edição original: 1978).
- Ginsburg, H. P. (1969). *Piaget's theory of intellectual development: an introduction*. London: Prentice-Hall.
- Glaserfeld, E. V. (1995). *Construtivismo radical: uma forma de conhecer e aprender*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Inhelder, B., Sinclair, H., & Bovet, M. (1974). *Apprentissage et structures de la connaissance*. PUF: Paris.
- Jaulin-Mannoni, F. (1975). *Le pourquoi en mathématique: pour une analyse critique de l'acte pédagogique*. Paris: Les Éditions ESF.
- Kamii, C., & Devries, R. (1970). *A teoria de Piaget e a educação pré-escolar*. Lisboa: Socicultur.
- Kamii, C. (1984). *A criança e o número: implicações educacionais da teoria de Piaget para a actuação junto a escolares de 4 a 6 anos*. Campinas, SP: Papyrus.

Kamii, C. (1986a). *O conhecimento físico na educação pré-escolar: implicações da teoria de Piaget*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Kamii, C. (1986b). *Reinventando a aritmética: implicações da teoria de Piaget*. São Paulo: Papyrus.

Mialaret, G. (1975). *A aprendizagem da matemática: ensaio de psicopedagogia*. Coimbra: Almedina.

Morgado, L. M. A. (1981). Perspectiva piagetiana da aprendizagem. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 15, 197-227.

Morgado, L. M. A. (1982). Influence du milieu socio-économique sur le développement psychogénétique. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 16, 265-281.

Morgado, L. M. A. (1986). *Aprendizagem operatória: a conservação das quantidades numéricas*. Dissertação de Doutoramento não publicada, apresentada à FPCE, Universidade de Coimbra.

Morgado, L. M. A. (1993). *O ensino da aritmética: perspectiva construtivista*. Coimbra: Livraria Almedina.

Nicolopoulou, A. (1993). Play, Cognitive Development, and the Social World: Piaget, Vygotsky, and Beyond. *Human Development*, 36, 1-23.

Perret-Clermont, A. (1978a). *A construção da inteligência pela interação social*. Lisboa: Sodicultor.

Perret-Clermont, A. (1978b). *Desenvolvimento da inteligência e interação social*. Lisboa: Instituto Piaget.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1975). *O desenvolvimento das quantidades físicas na criança*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores (tradução, obra original de 1962).

Piaget, J., & Inhelder, B. (1979). *A psicologia da criança: do nascimento à adolescência*. Lisboa: Moraes Editores (versão original 1966).

Piaget, J., & Szeminska, A. (1967). *La genèse du nombre chez l'enfant*. 4ª ed. Neuchatel: Delachaux et Niestlé (1ª ed. em 1941).

Piaget, J. (1972a). *L'Épistémologie génétique*. 2ª ed. Paris: PUF, 1972 (Que Sais-je?) (1ª ed. 1970).

Piaget, J. (1972b). *Où va l'éducation?* Paris: Denoel/Gonthier (1ª ed. 1948).

Piaget, J. (1973). *Introduction à l'épistémologie génétique 1. La pensée mathématique*. Paris: PUF (1^a ed. em 1949).

Piaget, J. (1990). *Seis estudos de Psicologia*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

Raposo, N. A. V. (1980). Implicações pedagógicas da teoria de Jean Piaget. *Revista Portuguesa de Pedagogia*. 14, 117-158.

Saxe, G. B., Gearhart, M., Note, M., Paduano, P. (1994). A interação de crianças e o desenvolvimento das compreensões lógico-matemáticas: uma nova estrutura para a pesquisa e a prática educacional. In H. Daniels (Ed.), *Vygotsky em foco: Pressupostos e desdobramentos* (pp. 169-218). Campinas, SP: Papyrus.

Sutherland, P. (1996). *O desenvolvimento cognitivo actual*. Lisboa: Instituto Piaget.

Tudge, J., & Rogoff, B. (1989). Peer influences on cognitive development: piagetiana and vygotskian perspectives. In M. H. Bornstein & J. S. Bruner, *Interaction in human development*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Association.

Vergnaud, G. (1985). *L'enfant, la mathématique et la réalité: problèmes de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire*. 3^a ed. Berne: Peter Lang (1^a ed. 1981).

Vuyk, R. (1981). *Overview and critique of Piaget's genetic epistemology 1965-1980*. London: Academic Press.

Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. Cambridge, MA: The MIT Press.