BKOUCHE R. Axiomatique, formalisme et théorie. **Boletim Inter-IREM**, n. 23, p. 3-24. Lille, França, 1983.

BKOUCHE R. De la démonstration. **Atas do colóquio Inter-IREM de geometria,** p. 162-194. Mèze, Montpellier, 1989.

DENIS M. **Les Images Mentales.** Paris: Presse Universitaire Française, 1979.

DENIS M. **Image et Cognition.** Paris: Presse Universitaire Française, 1989.

GARDIMAN A. **Uma Análise das Configurações Geométricas intervenientes no Ensino e na Aprendizagem da Geometria a nível de 1º e 2º graus.** Dissertação de Mestrado. UFMS, Campo Grande, MS, 1993.

GONSETH F. **La Géométrie et le problème de l'espace.** Neuchatel: Editora Griffon, 1945.

MARTINS J. e BICUDO M. A. **Estudos sobre Existencialismo, Fenomenologia e Educação.** São Paulo: Editora Moraes, 1983.

PAIS L. C. **Représentation des Corps Ronds dans l'enseignement de la géométrie au collège: Pratiques d'élèves, analyse de livres.** Tese de doutorado defendida na Universidade de Montpellier II. França, 1991.

PAIS L. C. Algumas considerações sobre um processo de pesquisa coletiva em Educação Matemática. **Revista Zetetiké** n. 03, pp. 97-104. CEMPEM, 1995.

VERGNAUD G. Quelques orientations théoriques et methodologiques. **Recherches Didactique des Mathématiques** v. 2, n. 02, p. 215-232, 1981.

A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA E O ENSINO DE MATEMÁTICA

Jane Bittencourt*

RESUMO Este artigo tem como objetivo analisar algumas questões desenvolvidas pela epistemologia genética de Piaget, que teriam estreita relação com a matemática. Mais especificamente, serão discutidas, a visão epistemológica geral de Piaget, sua concepção sobre a epistemologia da matemática e características do conhecimento matemático segundo a epistemologia genética. Finalmente, são exploradas algumas implicações destas considerações para o ensino de matemática, visando enriquecer e permitir o aprofundamento da reflexão sobre a prática docente.

PALAVRAS-CHAVE: Epistemologia genética; Construtivismo piagetiano; Conhecimento matemático.

ABSTRACT This paper intends to analyse some aspects of Piaget's genetic epistemology, closely related to Mathemathics. More specifically, we discuss Piaget's epistemological point of view; his conceptions of the major epistemological problems in regard to Mathematics, and the genetic epistemology's view about the features of the mathematical knowledge. Finally, we discuss some implications of this questions for mathematics teaching, having in view the improvement of the thinking about teacher's practice.

KEY-WORDS: Genetic epistemology; Piagetian constructivism; Mathematical knowledge.

1. INTRODUÇÃO

A teoria de Piaget tem tido grande repercussão em educação devido à sua preocupação com a relação entre o sujeito e o conhecimento. Com a intenção de melhor compreender essa relação, os estudos feitos pelo autor procuraram remontar à gênese do conhecimento, situando-a na ação do sujeito, desde a ação sensório-motora até a ação conceitualizada. Nesse processo, distinguem-se dois mecanismos básicos que vão agir durante todo o desenvolvimento cognitivo do sujeito: as diferenciações progressivas e as coordenações graduais.

*Mestranda do Programa de pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina.

Já no período sensório-motor, iniciando o processo de diferenciação sujeito-objeto, surgem duas espécies de coordenação: a coordenação das ações do sujeito (consistindo, por exemplo, em ordená-las, encadeá-las, fazer correspondências), base das estruturas lógico-matemáticas, e a coordenação das ações entre o sujeito e o objeto, base das estruturas causais e espaciais. No estudo desses dois tipos de movimento, resultando no que se denomina respectivamente *conhecimento lógico-matemático* e *conhecimento empírico*, encontramos dados genéticos que nos permitem compreender melhor o desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais em matemática e em ciências como, por exemplo: o conceito de número, estruturas aditivas e multiplicativas, noção de tempo, espaço e velocidade. Por outro lado, encontramos também uma teoria do próprio processo de construção desses conhecimentos, baseado na dinâmica da assimilação e equilibração de estruturas.

Obtendo, portanto, uma visão de conhecimento caracterizada pelo duplo estudo da gênese e do processo, Piaget analisa também questões epistemológicas gerais, tratando dos problemas clássicos da epistemologia das ciências e, em particular, da relação entre o desenvolvimento de conceitos na criança e na história da ciência.

Sua extensa e profunda pesquisa oferece, assim, subsídios para melhor compreender a relação do aluno com o conhecimento, do ponto de vista da construção individual do conhecimento e das características do conhecimento em si. No que se refere à matemática, algumas questões analisadas por Piaget têm interesse fundamental como: Do que trata a matemática? O que caracteriza o conhecimento matemático? Como se dá o desenvolvimento desse conhecimento e quais suas implicações para o ensino? Analisaremos, a seguir, algumas das propostas de Piaget frente a essas questões, iniciando por considerações mais genéricas de caráter epistemológico para, em seguida, abordar a epistemologia da matemática e as características específicas do conhecimento matemático, compreendido tanto enquanto processo quanto enquanto resultado. Finalmente, serão consideradas algumas implicações desta concepção de conhecimento para o ensino da matéria.

2. QUESTÕES EPISTEMOLÓGICAS

Situando como objetivo da epistemologia genética esclarecer a direção dos processos cognitivos, geralmente limitada a *"indagar se toda a informação cognitiva emana dos objetos, informando de fora o sujeito, conforme o supunha o empirismo tradicional, ou se, pelo contrário, o sujeito está desde o início munido de estruturas endógenas que imporá aos objetos"*, PIAGET (1990, p. 7) propõe uma terceira solução, afirmando que o conhecimento resulta de interações entre o sujeito e o objeto de conhecimento. Procura-se, então, estudar no que consistem essas interações, as quais considera que não seriam dadas a priori, mas sim construídas.

Em seu livro *Epistemologia Genética*, PIAGET(1990) analisa as duas abordagens epistemológicas principais da biologia (o empirismo lamarckiano e o inatismo), descartando-as e reafirmando a importância dos processos de interação do sujeito com o meio, inicialmente a partir do próprio corpo e de sua ação sobre os objetos por meio da assimilação, responsável pela formação de esquemas. A coordenação entre esquemas sensório-motores progride com o auxílio da linguagem e da representação, que consistem num mecanismo capaz de internalizar a ação. Mas essas ações continuam sendo materiais e ligadas ao momento presente e, somente a partir do momento em que se tornam reversíveis e capazes de conservar determinadas variáveis e modificar outras, é que se constituem as operações.

Num duplo movimento de interiorização e exteriorização que ocorre através das operações de natureza lógico-matemática, causais e espaciais, as operações agrupam-se num conjunto de estruturas caracterizadas pelo fechamento, ou seja, em que o resultado de transformações diretas e inversas realizadas através das operações permanecem sempre dentro da própria estrutura. Na seriação, por exemplo, a constatação de que $A<B<C$ revela o estabelecimento de uma relação entre objetos. Ela, porém, ainda é insuficiente, por exemplo, para relacionar C com A, o que é realizado somente no período das operações concretas graças à transitividade (ou seja, $A<C$ se $A<B$ e $B<C$), onde se tornam possíveis as relações entre objetos quaisquer, caracterizando a estrutura de seriação operatória.

Piaget pesquisou o desenvolvimento dessas estruturas desde a sua gênese até o conhecimento científico, analisando-o sob os seguintes aspectos: o biológico, que situa na raiz dos outros dois, o lógico e o psicogenético. Seus estudos refletem, assim, uma preocupação em compreender tanto o processo de conhecer, que caracteriza através da *construção*, como também o conhecimento já produzido, resultando numa discussão epistemológica sobre as diversas áreas do conhecimento.

A respeito da matemática, o autor analisa em diversas obras e artigos a relação entre epistemologia em geral e a matemática, problemas clássicos da epistemologia da matemática, assim como a relação entre o desenvolvimento cognitivo e a construção matemática, questões que serão discutidas a seguir.

2.1. A EPISTEMOLOGIA DA MATEMÁTICA SEGUNDO A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA

Piaget considerou que há uma diferença fundamental entre a epistemologia das ciências e a epistemologia da matemática: enquanto há unanimidade a respeito do fato de ser o conhecimento científico um produto da experiência (apesar de todas as diferenças na consideração do valor e da subjetividade dessa experiência), há controvérsias sobre a natureza do conhecimento matemático. PIAGET (1980a) cita as várias versões que esse problema já conheceu, tais como o apriorismo de Kant, o platonismo inicial de Russel, o empirismo lógico, o intuicionismo e ainda o estruturalismo, agrupando-as em três grandes tendências: o empirismo, o platonismo e o apriorismo.

Em relação ao empirismo, tendência que considera que a matemática pode ser extraída a partir da experiência com o real, enfatiza que o problema toma a seguinte forma: *"se tudo é matemática ou matematizável, por que é que a experiência física (no sentido lato da experiência dos objetos) não é suficiente para a descoberta dos seres matemáticos?"* (PIAGET, 1980b, p. 484). Analisa portanto, os limites do empirismo com base na relação sempre existente entre a objetividade e os sistemas dedutivos, em que a assimilação da realidade não é imediata, mas construída através de mecanismos endógenos.

Em relação ao platonismo, que considera ser o real de natureza matemática e a experiência física de grau inferior, o autor coloca as limitações de *"estabelecer se existe o direito de raciocinar sobre a totalidade do real através dos mesmos instrumentos operatórios que legitimam as conquistas obtidas gradualmente nos setores limitados, experimentais ou dedutivos"* (PIAGET, 1980b, p. 485), apontando dificuldades que surgiram na história das ciências quando se tentou afirmar a natureza não-contraditória da totalidade em nome simplesmente de sua existência.

Finalmente, no que diz respeito ao apriorismo, que considera o rigor e o acordo com a experiência, tão característicos da matemática, como uma evidência de condições a priori, ou seja, prévias e necessárias, o autor critica seu caráter estático que invoca um começo absoluto. Considera que, em diversos momentos, as inovações em matemática refutam a hipótese de estruturas pré-formadas, como foi o caso, por exemplo, das geometrias não-euclidianas.

Piaget propõe, portanto, uma outra posição epistemológica que denomina *dialética*, considerando-a mais adequada à interpretação da matemática atual. A visão dialética implica a consideração dos processos de desenvolvimento, já bastante característicos do construtivismo, e de síntese, resultantes de negações e ultrapassagens, o que ocorre tanto em momentos de negação do conhecimento anterior, abundantes em matemática[1], quanto em momentos de construção por generalização, o que o autor considera uma extensão do processo dialético.

Com base nessa postura epistemológica, Piaget enfrenta os problemas clássicos da epistemologia da matemática, quais sejam, o problema da fecundidade e do rigor do conhecimento matemático, o de seu caráter necessário e o da sua harmonia com a realidade.

[1]Concepção epistemológica, aliás, que se aproxima da concepção bachelardiana, como Piaget reconhece e analisa em (PIAGET, 1980b).

Inicialmente, como explicar o fato de que a matemática tem se mostrado indefinidamente fecunda, mantendo seu rigor? Explica a fecundidade com base na possibilidade de se introduzirem operações sobre operações, o que ocorre tanto no processo cognitivo do sujeito quanto no desenvolvimento da matemática, atestando o caráter construtivo desse conhecimento.

Mas, como compreender que, nesse processo, o rigor seja mantido, apesar das novidades? Justifica o rigor através da necessidade: o conhecimento matemático parece necessário, embora esta necessidade, essencialmente de caráter lógico, também seja construída, já que não se encontra presente nos níveis iniciais do desenvolvimento cognitivo. A compreensão da natureza dessa necessidade deve ser procurada no interior das estruturas, ou melhor, no caráter de fechamento destas: a reversibilidade impede a contradição ao nível interno e os morfismos intra-estruturais asseguram a coerência externa. O rigor é assim mantido pela filiação com estruturas anteriores através do próprio processo de equilibração progressiva.

No entanto, em *Biologia e Conhecimento*, onde busca compreender o significado biológico das estruturas lógico-matemáticas, alerta para o fato de que a necessidade não implica a hereditariedade, afirmando que *é possível uma estrutura desenvolver-se como produto de equilibração progressiva sem por isso ser programada hereditariamente* (PIAGET, 1973, p. 296), o que consiste em outra justifica para a tese construtivista.

Quanto à conformidade da matemática com a realidade, muitas vezes, até por antecipação, procura compreender essa questão, voltando à raiz biológica do processo. Como a construção tem origem nas coordenações das ações e estas nas coordenações orgânicas e biofísicas, podemos supor uma *convergência entre formas materiais e formas intemporais do sujeito* (PIAGET, 1990, p. 84). As filiações não se perdem no caminho do desenvolvimento do conhecimento matemático porque as estruturas superiores superam as anteriores, englobando-as como subestruturas.

Piaget considera, portanto, como se pode inferir das questões anteriormente discutidas, que existe uma relação de afinidade entre o desenvolvimento cognitivo do sujeito e o próprio desenvolvimento da matemática. Isto o levou pesquisar nas estruturas cognitivas do sujeito representações, mesmo se primitivas, das três estruturas-mãe da matemática, quais sejam, as estruturas algébricas, as estruturas de ordem e as estruturas topológicas.

Em *Dados Genéticos*, PIAGET (1980a) considera as respectivas estruturas a nível do sujeito: as estruturas que recaem sobre os objetos, agindo por transformações; as estruturas agindo através de relações e, finalmente, estruturas repousando sobre noções de fronteira e vizinhança, portanto, de caráter topológico. Exemplifica a dinâmica dessas estruturas no estudo do grupo de transformações INCR, onde a coordenação entre inversões (N), reciprocidades (R), correlações (C) e transformações idênticas (I), forma uma estrutura de grupo que permite, a partir dos 11 anos de idade, que o sujeito construa novos esquemas operatórios.

2.2. O CONHECIMENTO MATEMÁTICO

Piaget concede ao conhecimento matemático um caráter peculiar tanto quanto ao modo como se dá o desenvolvimento geral desse conhecimento quanto aos processos internos de sua construção.

Inicialmente, Piaget considera que o desenvolvimento da matemática tem como característica não consistir nem em invenção nem em descoberta, mas nas duas e em nenhuma delas. Ou seja, este desenvolvimento consiste em invenção no sentido de novidade, como é, por exemplo, o caso dos números imaginários. Mas, como toda invenção implica um elevado grau de liberdade, a necessidade lógica analisada anteriormente restringe o caráter da invenção em matemática.

As novidades, portanto, podem ser consideradas como sendo descobertas, mas somente em parte, pois, uma descoberta pressupõe uma existência anterior, um a priori, que é descartado pela concepção construtivista. Assim, o autor pode concluir a respeito da peculiaridade da construção matemática como sendo *"um desenvolvimento endógeno, que procede por etapas, de tal natureza que as combinações que caracterizam qualquer uma delas sejam, por um lado, novas enquanto combinações e, por outro lado, só se exercem sobre elementos já dados na etapa precedente"* (PIAGET, 1973, p. 298).

Quanto ao processo interno de construção, Piaget busca compreendê-lo desde suas raízes biológicas, analisando as hipóteses de hereditariedade e de aquisição por aprendizagem. Quanto à hereditariedade, em *Biologia e Conhecimento* (1973), Piaget argumenta que tanto a lógica quanto as estruturas numéricas e aritméticas são construídas progressivamente através da abstração reflexiva, não sendo, portanto, dadas a priori. Mas, se essas estruturas não são pré-determinadas, podem ser aprendidas. No entanto, ressalta que essa aprendizagem não se dá dentro de modelos de estímulo-resposta, mas sim na interação sujeito-objeto de conhecimento, mediada pelas estruturas lógico-matemáticas, através da abstração reflexiva.

Resta agora caracterizar essa dinâmica do modo pelo qual a matemática é construída. Piaget distingue-a da abstração empírica, caso em que, frente a um objeto exterior, retêm-se apenas uma de suas qualidades, por exemplo, a cor, a massa, a forma. No caso do conhecimento lógico-matemático, ocorre uma abstração, ou seja, é necessário tomar-se consciência de uma determinada ação ou operação inicialmente concreta para, em seguida, refleti-la, projetando-a num novo plano, ou seja, numa nova estrutura que decorre da precedente, generalizando-a e superando-a.

Encontramos exemplos da construção matemática em diversas pesquisas feitas por Piaget, em particular no seu estudo sobre a gênese das estruturas lógicas elementares

(PIAGET & INHELDER, 1983). Neste estudo, busca-se remontar à origem de estruturas fundamentais como a classificação e a seriação operatórias, cuja síntese constituirá o conceito de número.

Partindo da hipótese de que as raízes dessas operações devem ser procuradas nas ações e não na percepção ou na linguagem, suas pesquisas evidenciam um processo em etapas, caracterizado pela coordenação e diferenciação progressivas entre compreensão e extensão, o que ocorre através de progressos tanto ascendentes quanto descendentes e de mecanismos de antecipação. Percorrendo, portanto, basicamente o caminho: ações materiais/regulações com interiorização das ações/operações, apresenta um bom exemplo do processo global de construção de estruturas.

3. IMPLICAÇÕES

A partir tanto da posição epistemológica geral de Piaget quanto das suas considerações a respeito da natureza do conhecimento matemático, podemos considerar algumas implicações para o ensino de matemática, que serão discutidas a seguir.

Inicialmente, podemos dizer que a concepção interacionista de Piaget no que diz respeito à relação sujeito-objeto de conhecimento, em todos os seus aspectos, desde o biológico até o psicológico e o cognitivo, opõe-se claramente à concepção empirista de conhecimento, a qual considera o conhecimento pronto, exterior ao sujeito, de modo que aprender se resume à aquisição através da memorização e da repetição de modelos.

Nesse sentido, numa perspectiva construtivista, o aluno, considerado como sujeito do processo de ensino-aprendizagem, teria papel ativo em contraposição à passividade característica do ensino tradicional, particularmente de matemática. A idéia de construção sugere que o ensino saiba lidar com as potencialidades e, ao mesmo tempo, com as limitações do aluno, compreendendo seus "erros" na medida em que o conhecimento se constrói juntamente com o próprio *sujeito epistêmico* (PIAGET, 1980b).

Por outro lado, as teses construtivistas descartam também a matemática moderna, ainda bastante presente nas escolas, a qual pretendeu ensinar uma matemática a partir dos seus fundamentos lógicos. Baseada numa concepção epistemológica reducionista, que pretende reduzir a matemática à lógica, a matemática moderna procurou resolver o problema da memorização bastante presente no ensino através do uso das relações lógicas e estruturas dedutivas, resultando num ensino baseado em conceitos genéricos e abstratos, no rigor e na precisão da linguagem (do que temos um belo exemplo na teoria dos conjuntos). Tanto os argumentos históricos que atestam para o tardio desenvolvimento da fundamentação lógica da matemática, ocorrido apenas no final do século XIX, quanto as pesquisas de Piaget, que enfatizam o progresso na construção de estruturas a partir do próprio corpo e ampliando-se progressivamente em níveis superiores de abstração, evidenciam as limitações de tal abordagem para o ensino de matemática.

A questão do paralelismo entre o desenvolvimento histórico do conhecimento científico e o desenvolvimento cognitivo do sujeito, discutida principalmente em *Epistemologia e História da Ciência* (PIAGET & GARCIA, 1987), constitui uma ampliação da abordagem piagetiana para a consideração de aspectos relativos à sociologia do conhecimento.

Em relação à educação, as relações entre a psicogênese e a história da ciência sugerem a consideração de pelo menos duas questões relacionadas com o papel da história no ensino. Primeiramente, se a história das ciências tem papel formador, no sentido piagetiano, de levar à formação de estruturas, seria interessante que o aluno percorresse as etapas do processo histórico de evolução dos conhecimentos?

Em segundo lugar, a análise do processo histórico, marcada pela continuidade, mas que *não exclui as descontinuidades no processo* (PIAGET & GARCIA, 1987, p. 242), permite aliar abordagens epistemológicas como as de Kuhn ou até mesmo Bachelard com uma teoria da aprendizagem como a construtivista, vindo a fundamentar propostas de ensino. Nesse sentido, a questão que está como pano de fundo permanece: se o processo de desenvolvimento do conhecimento científico se dá pela dinâmica continuidade/rupturas, assim como o desenvolvimento cognitivo do sujeito, poderia também o ensino estar fundamentado nessa dinâmica?[2]

Analisando sua concepção de conhecimento matemático, parece relevante a conclusão de que o processo de construção do conhecimento matemático seria tão importante quanto o próprio conhecimento, vindo a confundir-se com ele, como inferimos de sua definição de matemática: "*sistema de construções que se apóiam igualmente nos seus pontos de partida nas coordenações das ações e das operações do sujeito, e procedendo por uma sucessão de abstrações reflexivas de níveis cada vez mais elevados*" (PIAGET, 1980a, p. 339).

No ensino de matemática, essa perspectiva tem significado uma ênfase maior no processo, o que sem dúvida é um avanço em relação ao ensino tradicional, onde a preocupação se situa somente nos resultados. Mas uma ênfase menor no conhecimento em si, principalmente no que diz respeito à sua validade e significado social, em contrapartida à consideração do conhecimento basicamente enquanto estrutura lógica, implicaria um ensino de matemática que desenvolve o raciocínio lógico do aluno, embora este conhecimento não seja contextualizado. Em termos de concepção de educação, aspectos importantes como relevância social, projeto político, relação entre conhecimento e cultura ficariam num segundo plano.

[2] Há diversas propostas que exploram esta questão, principalmente no ensino de ciências, entre elas, a de DELIZOICOV (1991).

A questão da suposta universalidade da matemática, que pode ser inferida da consideração das estruturas lógico-matemáticas, que seriam idênticas para todos os sujeitos, independentes de fatores sócio-culturais, contrapõe-se às perspectivas "etno", que consideram, fundamentalmente, a matemática enquanto cultura (D'AMBROSIO, 1990). Nesse caso, a educação estaria inserida no processo de socialização do indivíduo, de formação da cidadania, do espírito crítico e participativo, opção que vai além do objetivo de formação da capacidade intelectual do aluno.

Além disso, na concepção de Piaget, a matemática não se limita à lógica; ela tem um caráter essencialmente estrutural e essas estruturas têm, como base, o raciocínio lógico. Podemos, então, perguntar-nos se isto significaria que o ensino de matemática, a partir da concepção piagetiana de conhecimento matemático, deveria incentivar a construção de estruturas lógicas a partir da ação do sujeito[3], e se a estrutura curricular daí derivada deveria estar baseada fundamentalmente em atividades para o desenvolvimento das estruturas lógicas elementares, pelo menos até o sujeito atingir o período formal.

As questões fundamentais da epistemologia da matemática - o caráter necessário do conhecimento matemático e sua harmonia com a realidade, o seu rigor e fecundidade - são muito bem explicadas segundo a epistemologia genética, mesmo porque Piaget pressupõe que a estrutura do conhecimento, de qualquer conhecimento, seja essencialmente de natureza lógico-matemática. Esta concepção atribuiu à matemática um papel importante em relação aos outros conhecimentos, perspectiva que, de acordo com MACHADO (1995, p. 184), parece aproximar-se da proposta de Comte a respeito da organização hierárquica das áreas de conhecimento.

Por outro lado, conforme foi mencionado na parte introdutória, Piaget considera que as estruturas lógicas são, desde a sua gênese, desenvolvidas conjuntamente e de maneira complementar com as estruturas causais e espaciais. Além disso, a linguagem e as representações parecem ter um papel significativo (embora não determinante) nesse processo, o que, por um lado, alivia a responsabilidade tradicionalmente reservada quase que exclusivamente à matemática de desenvolver o raciocínio lógico do aluno e, por outro lado, indica que seja possível e desejável fazê-lo em todas as áreas do conhecimento e na coordenação entre elas, justificando motivações interdisciplinares no ensino.

[3] Este parece ser o caso das propostas de ensino, principalmente em nível pré-escolar, baseadas em seqüências de atividades, visando ao desenvolvimento de estruturas específicas como classificação, seriação, etc., como em: KAMII, C. e DEVRIES, R. (1991). Ou ainda como em propostas de utilização de um material específico como os blocos lógicos com o intuito de auxiliar o aluno a construir não somente as estruturas lógicas como também a própria lógica de classes, como em: DIENES (1975).

Esta aparente contradição entre a afirmação do papel fundamental da matemática enquanto base de todo o conhecimento e as relações entre as estruturas lógicas, causais e espaciais, permitindo definir relações entre áreas de conhecimento, necessita ser aprofundada pois continua sendo uma área de investigação interessante e, neste caso, interdisciplinar, principalmente diante de novas tecnologias e programas educativos para o ensino de matemática.

Piaget não se preocupou com as aplicações que suas idéias poderiam ter diretamente no ensino, tendo tido principalmente a preocupação de investigar o que são e como se desenvolvem os processos cognitivos no indivíduo. Muitas das propostas de ensino que fazem a transposição direta dos resultados de suas pesquisas epistemológicas para propostas metodológicas parecem descaracterizar e simplificar demasiadamente o construtivismo piagetiano.

Procurei ao longo deste trabalho comentar algumas conclusões e também explicitar questões em aberto a respeito das implicações da abordagem piagetiana para a educação. A consideração do conhecimento prévio do aluno, do processo de construção do conhecimento, a interação aluno-conhecimento, e até mesmo a divulgação das idéias de Piaget, embora muitas vezes de forma esquemática e superficial, têm contribuído já há alguns anos para provocar algumas mudanças na prática docente. No entanto, a abordagem construtivista permite-nos compreender muito mais a natureza dos processos cognitivos do que a natureza da prática pedagógica. Além disso, consiste numa abordagem centrada no indivíduo e num indivíduo abstrato, enquanto que o ensinar-aprender não parece ser um processo essencialmente individual, mas inserido numa rede complexa de interações sociais.

As relações entre a ontogênese e a filogênese do conhecimento, ou ainda entre a matemática e a lógica no contexto sócio-cultural, ou entre linguagem e significação, questões fundamentais para o ensino, e apenas tangenciadas pela epistemologia genética, permanecem questões de pesquisa, ao lado da consideração do contexto específico da realidade educacional brasileira. A partir de sua própria concepção dialética do processo de conhecer, ou seja, de negação, superação e ultrapassagem, inclusive implicando rupturas, podemos considerar que as idéias de Piaget podem ainda contribuir muito para o inesgotável esforço de pensar e fazer educação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática.** São Paulo: Ática, 1990.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, Tensões e Transições.** São Paulo: FEUSP. Tese de doutorado.1991.

DIENES Z. P. **As seis etapas do processo de aprendizagem em Matemática.** São Paulo: EPU. 1975.

KAMII, C. e DEVRIES, R. **Piaget para a educação pré-escolar.** Porto Alegre: Artes Médicas, (1991).

MACHADO, N. J. **Epistemologia e Didática.** São Paulo: Cortez, 1995.

PIAGET, J. **Biologia e Conhecimento.** Petrópolis: Ed. Vozes, 1973.

PIAGET, J. **Dados Genéticos.** In: PIAGET, J. (org.). **Lógica e Conhecimento Científico.** Porto: Livraria Civilização-Editora, p. 337-352, 1980a.

PIAGET, J. **Os Principais Problemas da Epistemologia das Matemáticas.** In: PIAGET, J. (org.). **Lógica e Conhecimento Científico.** Porto: Livraria Civilização-Editora, p. 457-489. 1980b.

PIAGET, J. & INHELDER, B. **A gênese das estruturas lógicas elementares.** Rio de Janeiro: Zahar, 1983.

PIAGET, J. & GARCIA, R. **Psicogênese e História das Ciências.** Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1987.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética.** São Paulo: Martins Fontes, 1990.