É POSSÍVEL ARTICULAR A EPISTEMOLOGIA, A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A DIDÁTICA NO ENSINO CIENTÍFICO?

Maria Lúcia Castagna Wortmann

RESUMO

Este trabalho sumariza posicionamentos que procuram estabelecer relações entre Pedagogia, Epistemologia e História da Ciência. Focaliza, principalmente, investigações orientadas por duas tendências: a primeira utiliza as análises histórico/epistemológicas para promover o esclarecimento dos conceitos científicos que integram os currículos escolares; a segunda, procura associar a História da Ciência e a Psicogênense do conhecimento. Para a autora, a primeira tendência enumerada configura-se como a mais relevante, na medida em que pode estimular o desenvolvimento de análises que podem fornecer indicações capazes de estimular a reflexão e a revisão dos processos de seleção do conhecimento escolar das escolas brasileiras.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Conhecimento escolar. Epistemologia da ciência. Psicogênese do conhecimento.

SUMMARY/ABSTRACT

We set statements about relations betwenn Education, Epistemology and History of Science.The main emphazys is on research guided by two trends: first,the one wich analyses History and Epistemology in order to promote the understanding of the scientific definitions that envolve School Curriculum; the second one, links History of Science and Psicogenesis of Knowledge. It seems to the autor the first trend described is the most relevant one, since it stimulates the development of analysis in order to.

Maria Lúcia Castagna Wortmann é professora no Departamento de Ensino e Currículo da Faculdade de Educação da UFRGS.

INTRODUÇÃO

Autores que se ocupam com o ensino das disciplinas científicas, no ensino de primeiro e segundo graus, no Brasil, vêm- se preocupando, já há algum tempo, com a relevância, a pertinência e a atualidade do ensino escolar, nessas áreas de conhecimento. Essa preocupação aumenta, frente a constatações feitas sobre os livros-textos de Ciências (Wortmann; Veiga-Neto; Teixeira, 1986, Alves, 1987). Esses textos, que são, sem dúvida, os mais importantes mediadores do "saber erudito" para a escola, têm tido sua qualidade contestada em inúmeros estudos críticos. Mesmo assim, a maior parte dos projetos de investigação em ensino de Ciência continuam a ser, predominantemente, direcionados para a proposição de metodologias e procedimentos de sala de aula.

Este trabalho pretende colocar em evidência estudos que se orientam noutra direção; ou seja: ao invés de ocuparem-se com propostas centradas na pergunta "como ensinar?" voltam seu interesse ao questionamento sobre "o que ensinar". Com esse intuito, examina referenciais capazes de justificar a permanência, ou não, no currículo, de conceitos que vêm, tradicionalmente, integrando esta forma diferenciada de saber que é o conhecimento escolar.

A História e a Epistemologia da Ciência têm sido apontadas por muitos autores, e já há bastante tempo, como referenciais importantes para esta tomada de decisão. Outros critérios também considerados são: a "relevância social" e o "poder de conscientização" que os conceitos possam, respectivamente, possuir e promover.

Este estudo se restringirá ao exame de tendências que buscam, na história do desenvolvimento dos conceitos científicos, um quadro de sustentação, capaz de permitir a seleção e organização dos conteúdos de ensino. Não se pretende, porém, atribuir a este referencial, maior importância ou relevância do que aos demais. Busca-se, apenas, divulgar e explicitar as diferentes tendências que orientam este tipo de análise, com a pretensão de estimular a reflexão e a revisão dos deficientes processos de decisão e escolha de conteúdos adotados nas escolas brasileiras.

ESTUDOS QUE UTILIZAM A HISTÓRIA E A EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA COMO REFERENCIAL PARA IDENTIFICAR A RELEVÂNCIA DO CONHECIMENTO ESCOLAR.

Estudos que procuram relacionar Pedagogia, Epistemologia e História da Ciência têm-se constituído, nos últimos anos, numa importante vertente de investigação em países como a França, Bélgica e Suíça. Porém, apesar de esses estudos já serem numerosos, poucos trabalhos com este enfoque têm sido traduzidos e divulgados no Brasil.

É possível distinguir, nessas investigações, tendências bastante dife-

renciadas. Tais tendências incluem desde visões que lembram, fortemente, a Lei Biogenética Fundamental, enunciada por Ernest Haeckel no século 19 (pois defendem a possibilidade de que a construção individual do conhecimento repita as etapas da história da construção destes mesmos conceitos, até aquelas que atribuem à História da Ciência o papel de referencial capaz de promover esclarecimentos acerca da natureza epistemológica do conteúdo das disciplinas escolares. Outras concepções pensam encontrar na História da Ciência, soluções metodológicas para o ensino das disciplinas científicas. Neste texto serão examinadas apenas os dois primeiros posicionamentos, tendo em vista que o terceiro já tem sido bastante divulgado e criticado. Além disso, o interesse maior deste trabalho é o de examinar como a História da Ciência pode ser vinculada à questão da seleção do conhecimento escolar.

Antes de iniciar-se o exame de alguns dos estudos existentes sobre a temática selecionada é necessário referir a colocação feita por Vérin (1987) acerca da importância que investigações que associam as três áreas de conhecimento em questão têm trazido à "Pedagogia francesa". Para essa autora (Vérin, 1987), a Pedagogia encontrou nos estudos históricos o "instrumento" capaz de desmontar o dogmatismo do ensino tradicional e de impedir a proliferação das "seduções" do empirismo, contidas nas "pedagogias novas". Por outro lado, a tradição francesa da história filosófica das ciências deve ao relacionamento mantido com os "modelos pedagógicos"um grande número de suas proposições e noções- chaves, tais como, "obstáculos epistemológicos", "rupturas" e "construção de conceitos". Para essa autora (Vérin, 1987), a "fundamentação das disciplinas", temática que tem preocupado sobremaneira os autores franceses, também deve seu desenvolvimento às relações mantidas com a Pedagogia.

Frente a essa colocação ,e considerando que este enfoque de estudos é ainda incipiente no Brasil, é oportuno apresentar-se, neste trabalho, as possibilidades, dificuldades e equívocos percebidos nas investigações que foram examinadas e que têm como foco esse referencial.

Passa-se, a seguir, a examinar os estudos que enfatizam a importância de proceder-se a análises histórico-epistemológicas para promover o "esclarecimento" dos conceitos científicos, porque esta abordagem parece ser a mais promissora quando se pensa estimular o redimensionamento do conhecimento escolar.

Os numerosos trabalhos coordenados por André Giordan, da Université de Génève, oferecem subsídios nessa direção. Além disso, seus estudos têm influenciado, de forma bastante intensa e constante, o trabalho realizado por muitos grupos de pesquisa em ensino da Ciência na Europa.

As proposições feitas por Giordan e colaboradores (1983), principalmente, as que se encontram apresentadas no livro: " L'élève et/ou les connaissances scientifiques: approche didactique de la construction des

concepts scientifiques par les élèves " , destacam a importância de promover-se a associação entre: os estudos epistemológicos; as análises dos processos de aprendizagem e as representações que os alunos possuem acerca dos conceitos que integram uma determinada área de conhecimento científico.

Ressalta-se que a preocupação mais persistente deste grupo (Giordan e col, 1983) relaciona-se à construção conceitual, considerada a partir da análise histórica e epistemológica de seu conteúdo.

Para Giordan e colaboradores (1983), é indispensável promoverem-se revisões conceituais para valorizar o conhecimento, pois os conceitos se constituem em pontos de sustentação dos saberes. A adoção de revisões conceituais permitiria a descoberta dos conceitos científicos mais importantes e tornaria possível o desenvolvimento de um ensino fundamentado em "conceitos básicos" e não mais numa miscelânea de informações com validade circunscrita a campos de saber muito limitados e com significância rapidamente superada, como, freqüentemente acontece.

Ao explicitar por que consideram importante incluir as análises históricas nos processos de seleção do conhecimento a ser ensinado, os autores salientam que "a abordagem histórica é um bom quadro de referência para estudar, por comparação, os processos de aprendizagem na criança" (Giordan e col., 1983). Isto porque, certos períodos históricos fornecem, por exemplo, indicações acerca de situações em que alguns "problemas científicos" foram persistentes e duradouros. Outros, apresentam "controvérsias intrigantes" cuja solução envolveu o esclarecimento de seus "enquadramentos" e das inter-relações possíveis com outras situações. Além disso, a análise da história das teorias científicas pode mostrar as codificações dos quadros teóricos e os deslocamentos que afetam os campos de investigação; pode mostrar, também, como as problemáticas e as reorganizações ocorridas interferem nas estruturas conceituais e na significação dos dados empíricos.

A constatação da ocorrência dessas situações é considerada pelos autores (Giordan e col., 1983) como "momentos privilegiados" à reflexão, servindo como "termo de comparação" para promover a análise dos conteúdos que integram os programas escolares, permitindo situar as concordâncias e diferenças existentes entre os problemas percebidos na aprendizagem conceitual e os identificados nos "elementos históricos".

É preciso esclarecer, no entanto, que a adoção deste tipo de posicionamento não significa que os autores admitam que a trajetória da apropriação conceitual pela criança, reproduza o caminho histórico do conhecimento científico. Para Giordan e seus colaboradores (1983), estes são processos distintos, que ocorrem em condições, também, diferentes.

Para os autores (Giordan, 1983), a análise histórico-epistemológica dos conceitos pode esclarecer controvérsias acerca de questões/problemas científicos e permitir o encadeamento e estabelecimento de re-

lações entre os conceitos específicos, ou não, e as noções que integram um mesmo campo conceitual, a partir de uma organização nodal estes conceitos. Dessa forma, pela organização de redes ou teias conceituais, torna-se possível estabelecer um quadro de referência que permite o exame da relevância dos conteúdos científicos a serem ensinados.

Giordan e seus colaboradores (1983) esclarecem que essas análises não visam desenvolver estudos epistemológicos no sentido tradicional do termo, embora geralmente tracem, a evolução histórica dos conceitos e até coloquem em evidência, contradições lógicas. O objetivo das mesmas seria, então, predominantemente didático.

Os autores (Giordan e col., 1983) recomendam, ainda, que se inclua nestas análises os questionamentos, as motivações e os quadros de referência dos estudantes e que sejam consideradas as finalidades e os objetivos do conhecimento científico, aspectos que implicariam possibilidades de aplicação e reutilização deste conhecimento.

Na investigação examinada, neste artigo, Giordan e seus colaboradores (1983) relatam como desenvolveram as análises sobre os conceitos de *Elemento químico* e *Gene* e acerca do processo de *Reprodução dos seres vivos*, " para estabelecer "campos conceituais" com finalidades pedagógicas.

O relato da análise desenvolvida sobre o processo de *Reprodução* exemplifica os procedimentos adotados no desenvolvimento da mesma. Inicialmente os autores revisaram o significado comtemporâneo do termo: "um conjunto de fenômenos que compreendem desde a formação de gametas até a formação de indivíduos". Esta é uma definição abrangente que envolve a *meiose*, a *cissiparidade*, os *ciclos* e os *comportamentos sexuais*, ou seja, inclui os modos, mecanismos e momentos específicos do processo cujo resultado é a produção de novos seres vivos. A etapa seguinte consistiu na investigação das palavras utilizadas pelos estudiosos do processo ao longo do tempo. Foram usados sucessivamente os termos: *geração*, *desenvolvimento* e *reprodução*. Com a ampliação da compreensão do processo, acresceu-se a este último termo, as palavras, *assexuada* e *sexuada* que diferenciam tipos particulares de *reproduçaõ*. Este momento da análise incluiu, ainda, o exame da evolução das conotações dadas a esses termos, tendo em vista resgatar o contexto de seu emprego e esclarecer as questões que pretendiam ser respondidas com a utilização dos mesmos.

O exame do conteúdo do conceito (etapa seguinte da análise), centrou-se sobre um ponto nodal: a *fecundação*, noção que, a partir da análise histórica foi considerada, muito importante, para ampliar o campo conceitual do processo em estudo. A análise histórica incluiu o exame das concepções de Aristóteles, Hipócrates, Spallanzani, Buffon, Descartes, Harvey, Hertwing, Hamm, Graaf, Leewenhoek, Bonnet e Wolf, sobre o processo, revelando as discussões travadas, ao longo de aproximadamente dois sé-

culos, entre, epigenistas e pré-formistas ovistas e animalculistas. Esta análise descreveu, muito bem, as dificuldades surgidas, revelando a lentidão com que se processa uma construção conceitual, devido aos "desvios" que, muitas vezes, precisam ser feitos no direcionamento dos estudos, e os "obstáculos" que necessitam ser vencidos.

Giordan e seus colaboradores (1983) ressaltam que a história do conceito de *reprodução* mostra, de modo bastante claro, que a construção dos conceitos não se processa de forma cumulativa e que as teorias não se constituem, simplesmente, pela adição de novos fatos aos que eram previamente conhecidos. A elaboração do conceito de *reprodução* correspondeu a um processo de reorganização constante de idéias que oscilaram, exaustivamente, entre dois pólos contraditórios.

Sob o ponto de vista pedagógico, uma constatação desse tipo adquire importância, na medida em que alerta para mecanismos de estruturação que podem, também, processar- se no estudante quando este se encontra frente a determinados conhecimentos. Mostra, ainda, por comparação com a situação histórica, como pode ser difícil "desestabelecer" certos "modelos" ou "representações prévias" que os alunos possuem sobre fenômenos/processos, simplesmente, pela apresentação de fatos novos.

No caso do conceito de *reprodução*, foi evidenciado que a construção do conceito atual se apoiou em questões externas e em instrumentos exteriores. Ou seja, para definir-se *reprodução* foi necessário considerar o conceito de *fecundação* e, para compreender a *fecundação* foi necessário conhecer o conceito de *célula*" e de *informação genética*". Giordan e seus colaboradores (1983) consideram que os conceitos revelados pela análise histórica constituem-se na fundamentação operatória necessária ao estabelecimento de uma "rede de relações" que é indispensável ao alcance da compreensão pretendida.

Nesse tipo de construção, a importância da apresentação de novos fatos corresponde, sob o ponto de vista pedagógico, à possibilidade de estabelecer um confronto com o "quadro de referências" dos estudantes, a fim de que estes possam substituir suas representações por outras, "mais operatórias".

A organização de um quadro conceitual sobre o processo de *reprodução* comportou um inventário de diversos elementos racionais, o exame dos entrelaçamentos internos destes elementos, além de uma investigação acerca das relações externas, isto é, acerca de outros conceitos também indispensáveis ao encontro do sentido buscado e que se constituem no embasamento sobre o qual se assenta o campo conceitual estudado.

A etapa final da investigação envolveu a realização de um "balizamento histórico" completado por um trabalho desenvolvido em conjunto com os pesquisadores que examinam esta temática contemporaneamente, a fim promover o estabelecimento de um currí-

culo a ser colocado em desenvolvimento.

Deve-se destacar que o trabalho aqui examinado aprofundou questões que já vinham sendo delineadas em estudos desenvolvidos pelo próprio Giordan[1] e outros investigadores dessa área do conhecimento, que passou a constituir-se numa importante linha de investigação em educação científica.

Entre os inúmeros trabalhos que abordam a questão das relações entre Epistemologia, História da Ciência e Didática, com foco semelhante ao apresentado, deve-se referir, pelo menos, os desenvolvidos, mais recentemente, por Develay e Astolfi, Guy Rumelhard, Grobois, Ricco e Sirota e Pierre Clément.

Develay e Astolfi (1990), por exemplo, examinam, de forma bastante aprofundada os pressupostos sobre os quais seria importante fundamentar a "didática das Ciências". Além disso, questionam a Epistemologia que embasou o ensino científico até a década de 1970, identificando-a com a "metodologia da pesquisa científica" dos escritos de Claude Bernard, representada, usualmente, pelo esquema OHERIC (Observação, Hipótese, Experiência, Resultados, Interpretação e Conclusão); refutam-na por considerá-la uma *construção a posteriori*. Ao mesmo tempo elegem: Gaston Bachelard, George Canguilhem e Thomas Kuhn, como os epistemólogos capazes de fornecerem referenciais que podem apoiar as proposições de ensino das "ciências experimentais". Isto porque, segundo esses autores, foram esses os epistemólogos que demonstraram o caráter descontínuo da construção dos conceitos, pela proposição de idéias tais como, "obstáculos epistemológicos", "ruptura epistemológica" e "revoluções científicas". Esses conceitos são considerados por Develay e Astolfi (1990) como altamente esclarecedores e capazes de facilitar a compreensão dos processos que se desenvolvem na aprendizagem de conceitos em nível escolar.

Develay e Astolfi (1990) discutem, também, as diferenças entre os saberes, "acadêmico" e "escolar", principalmente quando analisam os "processos de transposição didática" ocorridos quando os "elementos dos saberes referenciais" se transformam em objeto de ensino na escola.

Guy Rumelhard é outro importante investigador contemporâneo dedicado à realização de trabalhos que associam análises epistemológicas à fundamentação histórica, para resolver questões relativas ao ensino dos conceitos científicos. Esse autor tem orientado e/ou escrito, inúmeros estudos acerca do desenvolvimento de conceitos biológicos, entre estes: *La Formacion, modificacion et dissolution du concept d' hormone dans l'enseignement* (1987); *Le processus de Fotosintese* (1978) e *La Genétique et ses répresentations dans l'enseignent* (1986).

---

[1] Publicações anteriores do autor: *Une Pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris: Centurion, 1978; *Quelle éducation scientifiques pour quelle societé*. PUF,1978.

Grobois, Ricco e Sirota (1992) desenvolveram um estudo acerca do modo como os livros-textos e Programas Oficiais de ensino, na França, têm promovido a "transposição didática". Também nesse trabalho, o referencial histórico-epistemológico assume um papel de relevância, pois as autoras (Grobois, Ricco e Sirota, 1992), a partir da revisão da história do desenvolvimento do conceito de "Respiração", analisam as concepções atuais sobre esse conceito, confrontando-as com as "representações espontâneas" e, posteriormente, com as "representações elaboradas" pelos estudantes investigados, sobre o referido conceito.

O trabalho desenvolvido por Clément, *La Difficile evolution des conceptions sur les rapports entre cerveau, idées et âme (chez des apprenants, des enseignants, des vulgarisateurs et des chercheurs),* (no prelo), acrescenta outros referenciais ao tipo de análise que vem sendo descrita. Além de examinar o enraizamento histórico das concepções sobre o cérebro humano, o autor (Clément, no prelo) analisa os dualismos alma-corpo, idéias-cérebro, procurando verificar como se dá a articulação desses conceitos com formas de pensamento religiosas, filósoficas e com as ideologias.

Como é possível constatar, todos os estudos sobre "Didática das Ciências" referidos até aqui, sustentam-se num "referencial" que considera possível e desejável o estabelecimento de relações entre Pedagogia, Epistemologia e História da Ciência. Além disso, esses trabalhos utilizam, na ação pedagógica, posicionamentos geralmente derivados da Epistemologia de Gaston Bachelard, facilmente identificada pela utilização das noções de "representação" e "obstáculos epistemológicos". Outro aspecto a destacar, diz respeito à preocupação que os autores dos estudos referidos revelam, em promover a associação do referencial histórico/ epistemológico a outras abordagens. Assim, "princípios construtivistas", "proposições estruturalistas", "aportes da sociologia do currículo" ou discussões de "ordem ideológica" estão também presentes, nas propostas feitas. Deve-se dizer, ainda, que todas estas proposições, direcionadas prioritariamente à investigação de aspectos relativos à questão da seleção do conhecimento escolar, foram desenvolvidas por grupos de pesquisadores associados a importantes Instituições/Associações Européias, como o "Institut National des Recherches Pédagogiques" (INRP), na França, a "Association Européenne de Didatique de la Biologia" e o "Institut de Recherches en Enseignement, Sciences et Technologie" (LIREST). Este fato, não só, acrescenta credibilidade a esses estudos como, também, dá destaque a essa temática, o conhecimento escolar para o qual se está propondo ,neste artigo, uma maior atenção.

No entanto, nem todos os estudos que procuram relacionar Pedagogia e História das Ciências focalizam a questão sob o ângulo apresentado. Na década de 1960, por exemplo, muitos projetos de ensino de Ciências americanos, tais como o "Biological Sciences Curriculum

Study" (BSCS), organizavam o conhecimento biológico segundo "etapas metodológicas" que tentavam explicitar como se alcançara, historicamente, o significado de um determinado conceito ou processo. Deve-se salientar, que esta "construção" colocava em destaque uma "metodologia" reorganizada pelos autores desses projetos, segundo uma concepção de Ciência fundamentada no empirismo lógico. Esses trabalhos possuíam, conforme já foi referido na Introdução, a preocupação de encontrar no referencial histórico procedimentos que orientassem as ações docentes. Nesse sentido, focalizam a História da Ciência de forma absolutamente diferente da proposta nos estudos referidos nos parágrafos anteriores, que investigam a relevância histórico-epistemológico dos conceitos que integram os programas de ensino das disciplinas científicas.

OUTRO ENFOQUE PARA A QUESTÃO: ESTUDOS QUE ASSOCIAM HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A PSICOGÊNESE DO CONHECIMENTO.

O estudo desenvolvido por Garcia e Piaget (1987) é, sem dúvida, o trabalho mais importante e polêmico na vertente de investigações que procura associar os níveis da psicogênese à construção histórica dos conceitos científicos. O texto ,aqui examinado, envolve estudos sobre a história da Física, no espaço de tempo decorrido entre o desenvolvimento da Física aristotélica e a Física dos últimos períodos pré-newtonianos, a história da Geometria e da Álgebra.

Esta análise histórica levou os autores (Garcia e Piaget, 1987) a considerarem as possibilidades do estabelecimento de relações entre o desenvolvimento destas ciências e as etapas da psicogênese infantil.

Frente às conclusões retiradas da comparação feita entre a evolução da Física e o estágios psicogenéticos, Garcia e Piaget (1987) traçaram dois tipos de paralelos. O primeiro refere-se à existência de correspondência entre o próprio conteúdo das noções, consideradas historicamente como sucessivas, e as etapas da psicogênese. Como exemplo desse tipo de paralelismo, os autores apresentam o fato de terem encontrado uma "construção" e "generalização" admiráveis acerca da idéia de *élan*, em crianças de sete a oito anos de idade, o que se constituiria numa analogia surpreendente às concepções de Buridan.

O segundo tipo restringe a investigação das correlações possíveis entre a construção histórica e a psicogenética, aos "instrumentos" e "mecanismos" envolvidos nesses processos.

Ao tentarem explicar as diferenças entre os dois tipos de paralelismos identificados, os autores (Garcia e Piaget, 1987) argumentam que, no primeiro caso, a existência de um paralelismo entre o conteúdo das noções e os estágios de desenvolvimento se tornou possível porque estas envolviam conceitos "pré-científicos". Assim, existiria uma

estreita correspondência entre as quatro fases históricas da evolução da Física até o final da Idade Média (os dois motores aristotélicos, o recurso a um único motor externo, a descoberta do *Impetus* e a descoberta da *aceleração*), e as quatro etapas da psicogênese. Ou seja, o grau de desenvolvimento alcançado pela Física, neste período, seria, segundo os autores (Garcia e Piaget, 1987), muito semelhante ao pensamento pré-científico da criança ou do adolescente, quando estes são colocados, frente aos fenômenos cuja história foi analisada. Já o segundo tipo envolve "teorias" que os autores consideraram como "propriamente cientificas" (a mecânica newtoniana" e a relatividade einsteniana). Este aspecto inviabilizaria o encontro de um paralelismo que envolvesse "conteúdo" entre os dois processos considerados. Por este motivo, a partir deste ponto as investigações de Garcia e Piaget (1987) direcionaram-se à descoberta de mecanismos que pudessem ser considerados comuns aos dois tipos de construções investigadas (histórica e psicogenética). A mesma concepção foi considerada válida e possível, para explicar as construções algébricas e da Geometria, as quais também envolveriam apenas o segundo tipo de paralelismo apontado.

Embora não se pretenda aprofundar a discussão acerca dessa investigação, tendo em vista o caráter "sumarizador" que se pretendeu imprimir a este artigo, serão feitos alguns esclarecimentos acerca do que os autores (Garcia e Piaget, 1987) consideram ser os "mecanismos comuns" envolvidos nos dois tipos de "construções" que procuraram relacionar. Inicialmente, cabe repetir o alerta feito por Garcia e Piaget (1987) de que estes "mecanismos" possuem naturezas bastante diversas. Um primeiro "mecanismo comun" às duas construções examinadas refere a existência de um tipo de raciocínio encontrado em todos os níveis da psicogênese e da História das Ciências: a "abstração reflexiva"; o segundo, atribui ao conhecimento em todos os domínios, um aspecto inferencial; o terceiro, caracteriza todo o "progresso cognitivo" como um duplo processo de diferenciações e de integrações; o quarto, refere-se à "busca das razões" que, em todos os casos, voltam a relacionar-se com as estruturas ou coordenações de esquemas; o quinto, postula que todos os "progressos" ,ocorridos de uma etapa a outra, processam-se sob a forma de "estádios" seqüenciais. Quanto a este último aspecto, os autores salientam a importância que possuem os "mecanismos de passagem" (ultrapassagens, processos intra, inter e transobjetais) de um estádio a outro, no desenvolvimento dos processos psicogenéticos. Garcia e Piaget (1987) reafirmam, neste texto, a idéia de que o desenvolvimento do conhecimento processa-se pela construção de estágios sucessivos, nas diferentes formas de saber. Estas são seqüencias, sendo cada um destes estágios, ao mesmo tempo, o resultado das possibilidades abertas pelo precedente e a condição necessária ao subseqüente. Todo o estágio começa pela reorganização das aquisições principais, devidas às precedentes, num novo nível; disso resulta a

integração de determinadas ligações, nos estágios superiores, cuja natureza só pode ser explicada a partir da análise dos estágios elementares.

Caracterizado este outro enfoque de investigação, passa-se a examinar as possibilidades e implicações pedagógicas do mesmo.

Inicialmente, deve-se referir que este tipo de explicação não tem sido aceito, com tranqüilidade, principalmente por lembrar a associação entre ontogenia e filogenia apresentada por Haeckel. A proposta sugere, em certa medida, a aplicação e transferência de "idéias recaptulacionistas" às questões relacionadas com o desenvolvimento psicogenético.

Torna-se bastante difícil admitir, hoje, a existência de "determinações" tão precisas e possibilidades tão previsíveis de cognição para o pensamento infantil, principalmente quando se trata de admitir um paralelismo que envolva o conteúdo das noções a serem apreendidas e as construções históricas.

A aceitação deste paralelismo implicaria, necessariamente, obdiência a uma seqüência determinada de progressões didáticas para que o alcance do conhecimento dos conceitos da Física pudesse processar-se. À semelhança, poder-se-ia, pensar que a investigação educacional ao ocupar-se da descoberta de outras seqüências, próprias a cada área do conhecimento, poderia resolver definitivamente os problemas relacionados com as aprendizagens. Este tipo de proposição envolve um reducionismo inaceitável tanto quando se pensa a complexidade dos processos biológicos como quando a estes se acrescentam as múltiplas e intrincadas possibilidades de trocas com o ambiente.

Deve-se registrar, no entanto, a existência de certas práticas pedagógicas que procuram aplicar este tipo de concepção. Nelas, os professores procuram organizar os "conteúdos" das disciplinas obedecendo a progressão do desenvolvimento histórico dos conceitos por eles abrangidos. Pensam estar adotando, desta forma, procedimentos que facilitariam as aprendizagens. No entanto, este tipo de procedimento tem revelado possuir pouco valor para promover a ascensão aos quadros teóricos fundamentais do conhecimento científico.

Antes de finalizar este breve comentário acerca das possibilidades deste foco de estudos, cujo centro também é a busca de relacionamento entre aprendizagem, História e Epistemologia da Ciência, deve-se referir as críticas formuladas por Raichvarg (1987) ao trabalho de Garcia e Piaget (1987). Segundo este autor (Raichvarg 1987), o "modelo" sugerido apresenta muitas contradições, relacionadas inclusive com as noções apresentadas no livro *Biologia e Conhecimento* (Piaget, 1980). Além disso, o trabalho conteria pelo menos dois tipos de reduções importantes. A primeira, relacionada com a própria noção de conteúdos do saber e, a segunda, com o conceito de cientificidade apresentado no estudo.

UMA TENTATIVA DE RESPOSTA À PERGUNTA INTRODUTÓRIA

Os estudos apresentados ao longo deste artigo revelam inúmeras possibilidades de relação entre as áreas mencionadas: Epistemologia, História da Ciência e Didática. Revelam, também, que este relacionamento pode assumir direcionamentos diferenciados.

As investigações mais promissoras parecem ser aquelas que se dispõem a promover a análise do conteúdo conceitual sob ponto de vista histórico-epistemológico, sem deixar de considerar o papel do estudante na construção de seu próprio saber. A análise do conteúdo dos conceitos próprios a uma determinada área do saber, tem um importante papel no alcance de uma compreensão mais aprofundada acerca do conhecimento próprio a essa área. Além disso, este procedimento envolve, necessariamente, uma inter-relação interdisciplinar capaz de fortalecer o próprio domínio disciplinar, na medida em que favorece o esclarecimento de aspectos referentes à organização do saber, por explicitar as relações entre os diversos "elementos" desse saber.

Quando se pretende considerar a promoção de alterações nos programas das disciplinas escolares, parece ser impossível desconsiderar este tipo de análise.

No entanto, é importante que se reflita mais detidamente acerca de quem deve participar da realização das mesmas e, também, sobre as instâncias decisórias em que estas devem- se desenvolver. A sugestão mais apropriada, parece ser a de que participem: curriculistas, professores das disciplinas científicas das escolas, especialistas na área de conhecimento em estudo, investigadores que atuem na área de "didática" de disciplinas, epistemólogos e historiadores da Ciência. O sentido destas investigações seria o de promover o esclarecimento dos campos conceituais relativos às noções científicas, sem, no entanto, pretender estabelecer "modelos" ou "quadros de referência" definitivos para a explicação dessas noções. É neste sentido que se faz necessário alertar para a natureza "aberta" que devem possuir estas análises, de modo a possibilitar a integração com outros conceitos ou referenciais não específicos à área de conhecimento examinada. É indispensável considerar à inclusão dos pré-saberes e das "concepções espontâneas" dos estudantes, nestas redes conceituais, sem o que, não se promoverá a contextualização necessária à integração dos novos conceitos. Talvez seja importante referir, ainda, a forma de operacionalização dessas análises, sugerida por Giordan e colaboradores (1983), e que envolveria uma série de questões, entre as quais estão: como os conceitos se constituíram historicamente? Como esses mesmo conceitos evoluíram no quadro atual de pesquisa? Como procedeu-se à passagem de uma a outra formulação conceitual: em função de modificações de paradigmas ou de interesses ideológicos? Em que estruturas ou campos esses conceitos

adquirem significação? Existe uma hierarquização de conceitos dentro de uma disciplina? Os conceitos são instrumentos de investigação ou produtos terminais?

Esse conjunto de perguntas permite que se desenvolva uma análise conceitual bastante abrangente, que também oportuniza o desenvolvimento de uma reflexão crítica acerca do conteúdo que esta sendo examinado. Ao apresentá-las, não se pretende que estas passem a constituir-se no único modelo a ser seguido no desenvolvimento das análises conceituais.

Finalizando, parece ser importante esclarecer que o que está sendo proposto neste artigo é que os relacionamentos entre Didática, Epistemologia e História da Ciência sejam intensificados. O sentido do estreitamento destas relações deve ser o de promover a ampliação da compreensão do conteúdo conceitual das diferentes áreas do conhecimento. Esta compreensão é que pode levar ao redimensionamento das temáticas que têm sido incluídas, geralmente de forma bem pouco refletida e acrítica, nas proposições curriculares. Não se pretende, no entanto que o referencial histórico- epistemológico passe a ser o único a ser considerado para a organização curricular mas, sim, que seja enriquecido por análises que examinem, por exemplo, os processos de seleção cultural do conhecimento escolar.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALVES, Nilda et al. O conteúdo e o método nos livros didáticos de 1ª a 4ª série do 1º grau. *Educação e Sociedade*, São Paulo, v.9, n.27, p.13-32, set. 1987.
2. ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel.*A didática das ciências.* Campinas: Papyrus, 1990.
3. CLÉMENT, Pierre.La Difficile evolution des conceptions sur les rapports entre cerveau, idées et âme. *Conceptions et Connaissances.* Berne: P.Lang (sous presse).
4. GARCIA, Rolando; PIAGET, Jean. *Psicogênese e história das ciências.* Lisboa: Dom Quixote, 1987.
5. GIORDAN, Andre; MARTINAND, J.L.; ASTOLFI, J.P.; RUMELHARD, Guy; COULIBOLY, Anne; DEVELAY, Michel; HOST, Victor. *L'Élève et/ou les connaissances scientifiques: approche didactique de la construction des concepts scientifiques par les élèves.* Berna/Franfort/ Nancy: Peter Lang, 1983.
6. GROBOIS, Michèle; RICCO, Graciela; SIROTA, Régine. *Du Laboratoire à la classe: le parcours du savoir.* Paris: ADAPT, 1992.
7. RAICHVARG, Daniel. La didatique a-t-elle raison de s'interesser à l'histoire des sciences? *ASTER*, Paris: Institut National de Recherche

Pédagogique, n.5, 1987.
8. RUMELHARD, Guy. *La Génétique et ses répresentations dans l'enseignement*. Berne: Peter Lang, 1986.
9. _____. Formation, modification et dissolution du concept d'hormone dans l'enseignement. *ASTER*, PARIS: Institut National de Recherche Pédagogique, n.5, 1987.
10. VÉRIN, Anne. Avant-Propos. Epistémologie et histoire des sciences. *ASTER*. Paris: Institut de Recherche Pédagogique, n.5, 1987.
11. WORTMANN, Maria Lúcia Castagna; TEIXEIRA, Cícero Marcos; VEIGA-NETO, Alfredo José. Livros-textos de ciências: uma análise preliminar. *Educação e Realidade,* Porto Alegre, v.12, n.1, p.65-70. jan./jun. 1987.