

Obra originalmente publicada sob o título
Didáctica de las ciencias naturales: aportes y reflexiones

© Editora Paidós, 1995.
ISBN 950-12-2113-X

IFBC - SBI
CLASS. 507
CUTTER W 433 d
TOMBO 473/04

Ciências - Estudo e ensino
Ensino fundamental

Capa:
Mário Röbnelt

Preparação do original
Supervisão editorial
Projeto gráfico
Editoração eletrônica

ARTMED
editográfica

Reservados todos os direitos de publicação, em língua portuguesa, à
ARTMED® EDITORA S.A.
Av. Jerônimo de Ornelas, 670 - Santana
90040-340 Porto Alegre RS
Fone (51) 3330-3444 Fax (51) 3330-2378

É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte, sob
quaisquer formas ou por quaisquer meios (eletrônico, mecânico, gravação,
fotocópia, distribuição na Web e outros), sem permissão expressa da Editora.

SÃO PAULO
Av. Rebouças, 1073 - Jardins
05401-150 São Paulo SP
Fone (11) 3062-3757 Fax (11) 3062-2487

SAC 0800 703-3444

IMPRESSO NO BRASIL
PRINTED IN BRAZIL

Capítulo 1

O Ensino das Ciências Naturais no Nível Fundamental da Educação Formal: Argumentos a seu Favor

LAURA FUMAGALLI

O PORQUÊ DESTE CAPÍTULO

A poucos anos do século XXI parece pelo menos anacrônico argumentar a favor do ensino das ciências naturais no nível fundamental da educação formal. Principalmente se levarmos em consideração que mais da metade dos conhecimentos que fazem parte do *corpus* do conhecimento científico atual foram produzidos durante a segunda metade do século XX e que, do total de cientistas que se dedicaram à pesquisa durante a história do homem, 90% viveram no mesmo período (Weissmann, 1993). Entretanto, há uma série de razões que tornam atual essa argumentação e que justificam a sua abordagem.

- a) A vertiginosa produção de conhecimentos científicos que teve lugar na segunda metade deste século coincidiu no tempo com o debate teórico na área da didática das ciências naturais, pois o ensino dessas ciências passou a ser objeto de reflexão do campo teórico educacional nos países centrais somente a partir dos anos 50. Isso nos permite pensar que é uma área teórica relativamente nova e que, devido a isso, apresenta diversos problemas que se encontram, ainda hoje, em processo de debate. Um deles é o que

se refere ao ensino das ciências no nível fundamental da educação básica, e o debate gira em torno de diversos aspectos. Entre eles, é básico aquele que se relaciona com a possibilidade de ensinar ciências durante as primeiras idades.

- b) Também no período citado foram produzidas teorias que proporcionaram novos modelos explicativos do desenvolvimento cognitivo infantil e do processo de aprendizagem. São particularmente relevantes as contribuições das psicologias cognitiva e genética.¹

Os pedagogos dedicados ao ensino das ciências tomaram as contribuições provenientes da psicologia, embora nem sempre de modo feliz. Em alguns casos, os conhecimentos produzidos pela psicologia foram capitalizados para elaborar estratégias de ensino das ciências, de acordo com o modo como as crianças entendem a construção do conhecimento. Mas, em outros, atuaram como legitimadores da impossibilidade de ensinar ciências durante as primeiras idades. Nesse segundo caso e, acredito, devido a interpretações erradas dessas teorias psicológicas, afirmaram que a complexidade do conhecimento científico estava muito longe da capacidade de compreensão das crianças e que, por esse motivo, não seria possível a aprendizagem das ciências durante as primeiras idades.

- c) O debate teórico e a implementação de inúmeros projetos de inovação do ensino das ciências² que ocorreram nos países centrais nos últimos trinta anos constituíram-se em modelos de referência a partir dos quais era possível reconsiderar a problemática do ensino de ciências na Argentina. Entretanto, a sua influência na prática do ensino tem sido pequena e tem se restringido a círculos limitados de educadores preocupados com o assunto. Particularmente, no caso do ensino fundamental, são poucos os programas que tendem ao aprimoramento do ensino das ciências; os poucos que existem no âmbito oficial³ constituem experiências recentes e relativamente isoladas no cenário nacional. Não contamos, portanto, com um corpo de conhecimentos que tenha surgido como resultado da implementação e da avaliação de projetos próprios de renovação de ensino das ciências no nível fundamental da educação básica. A nossa tradição atual é pequena e refere-se especificamente a algumas experiências surgidas mais da preocupação particular de alguns grupos de educadores do que de políticas públicas de renovação do ensino das ciências.
- d) Assistimos hoje, na Argentina, a um fato paradoxal. Embora em termos de discurso pedagógico praticamente ninguém negue a importância social de abordar, no nível básico de educação, o conhecimento científico e tecnológico, na prática cotidiana de

nossas escolas esse aparece ser o grande ausente, pois continua-se dando prioridade ao ensino das chamadas “matérias instrumentais” (matemática e linguagem). Portanto, o conhecimento científico e tecnológico é subestimado de fato em nossa escola de nível fundamental, e seu ensino ocupa um lugar residual, principalmente na primeira e na segunda séries, nas quais chega a ser incidental. Embora não tenhamos esgotado as razões nem tratado com profundidade cada uma das expostas, considero que a enunciação realizada justifica a dedicação de algumas páginas à argumentação a favor do ensino das ciências no nível fundamental da educação formal.

POR QUE ENSINAR CIÊNCIAS NA ESCOLA FUNDAMENTAL?

Haveria diferentes linhas que permitiriam responder a essa questão; não obstante, escolhi três que considero básicas: a) o direito das crianças de aprender ciências; b) o dever social obrigatório da escola fundamental, como sistema escolar, de distribuir conhecimentos científicos ao conjunto da população, e c) o valor social do conhecimento científico.

O direito das crianças de aprender ciências

Se há alguma coisa que devemos à psicologia cognitiva atual, e especialmente à psicologia genética, é que deram aos educadores informação sobre o modo como as crianças constroem conhecimentos e compreendem o mundo. Graças a isso, hoje sabemos que as crianças não são adultos em miniatura e sim sujeitos que possuem uma maneira particular de significar o mundo que os cerca.

Cada vez que escuto que as crianças pequenas não podem aprender ciências, entendo que essa afirmação comporta não somente a incompreensão das características psicológicas do pensamento infantil, mas também a *desvalorização da criança como sujeito social*. Nesse sentido, *parece que é esquecido que as crianças não são somente “o futuro” e sim que são “hoje” sujeitos integrantes do corpo social e que, portanto, têm o mesmo direito que os adultos de apropriar-se da cultura elaborada pelo conjunto da sociedade para utilizá-la na explicação e na transformação do mundo que as cerca*. E apropriar-se da cultura elaborada é apropriar-se também do conhecimento científico, já que este é uma parte constitutiva dessa cultura.

Não ensinar ciências nas primeiras idades invocando uma suposta incapacidade intelectual das crianças é *uma forma de discriminá-las como sujeitos sociais*. E esse é um primeiro argumento para sustentar o dever

inevitável da escola de ensino fundamental de transmitir conhecimento científico.

A escola de ensino fundamental e a distribuição social de conhecimento científico

Essa outra linha de argumentação tem como base o papel social atribuído à escola primária enquanto sistema escolar de ensino. No contexto atual, e devido ao marcante caráter assistencial que a nossa educação primária assume, mais do que nunca é necessário fazer uma reavaliação crítica do papel social do ensino escolar.

Em relação a essa temática, considero relevante a contribuição ao campo teórico educacional realizada na década de 80. Nesse período foram formuladas, tanto nos países centrais como na América Latina, novas maneiras de conceituar o papel social do ensino escolar. Esses novos modelos teóricos,⁴ em seu conjunto, *revalorizam o papel da escola na distribuição social de um corpo de conteúdos culturais socialmente significativos*.

Após as críticas reprodutivistas⁵ realizadas ao sistema escolar na década de 70, as teorias dos anos 80 significaram um movimento de "retorno à escola", pois sustentaram que

a educação escolar possui um papel insubstituível como provedora de conhecimentos básicos e habilidades cognitivas e operativas necessárias para a participação na vida social e no que significa o acesso à cultura, ao trabalho, ao progresso e à cidadania (Libaneo, 1984).

A escola voltou a ser considerada como a instituição social encarregada de distribuir à população um *conjunto de conteúdos culturais* que nem os grupos primários como a família, os meios de comunicação social ou o desenvolvimento espontâneo da criança na vida coletiva são capazes de transmitir ou de gerar (Pérez Gómez, A., 1992).

Esse conjunto de conteúdos culturais que constituem o *corpus* do conhecimento escolar é público,⁶ no sentido de que foi elaborado e sistematizado socialmente. Atribuir à escola o papel social de distribuir tais conteúdos significa reconhecer que o lugar social de pertença, embora fonte de produção cultural, não garante o acesso ao conhecimento da *cultura elaborada* pelo corpo social. A escola é, por enquanto, o âmbito que poderia possibilitar esse acesso de maneira adequada.

O *corpus* de conhecimentos das ciências naturais é parte constitutiva da cultura elaborada; portanto, é válido considerá-lo como conteúdo do conhecimento escolar.

Por outro lado, todos os sistemas escolares possuem níveis encarregados de oferecer educação básica. Na Argentina, é a escola de ensino fundamental (o nível primário de educação) a responsável por distribuir socialmente os conteúdos da cultura elaborada que farão parte do capital cultural básico da população. Como já dissemos, a presença das ciências naturais nesse nível de ensino é praticamente inexistente.

É possível dizer que o nosso sistema escolar faz uma distribuição democrática de conhecimentos quando as crianças que freqüentam as nossas escolas de ensino fundamental têm uma pequena interação com as ciências? Qual o capital cultural básico que estamos formando quando nele é praticamente nulo o lugar atribuído ao conhecimento das ciências naturais?

Se olharmos nossa escola a partir desses dois questionamentos, parece cada vez mais legítima a preocupação de alguns educadores sobre a situação que atravessa hoje o ensino de ciências no nível fundamental. E, simultaneamente, torna-se necessário apelar a uma revalorização do papel social da escola primária no processo de distribuição de conteúdos da cultura elaborada, entre os quais não podem ficar excluídas as ciências naturais.

O valor social do conhecimento científico

Crianças, jovens e adultos construímos, na nossa prática social cotidiana, um conhecimento do mundo que nos cerca. Esse conhecimento cotidiano ou *do senso* comum permite-nos interagir de uma forma bastante eficiente com nossa realidade natural e social.

Poderíamos argumentar que não é necessário ter acesso a um conhecimento científico da realidade para interagir com ela. No entanto, o que tratamos é da qualidade da interação.

Parto de uma avaliação positiva do conhecimento científico, pois entendendo, como Fourez, G. (1987), que tal conhecimento pode possibilitar uma participação ativa e com senso crítico numa sociedade como a atual, na qual o fato científico está na base de grande parte das opções pessoais que a prática social exige.

Embora seja pouco provável que alguém negue hoje o valor do conhecimento científico na prática social dos cidadãos adultos, acredito que a controvérsia surge quando se trata de conceituar esse valor em relação à prática social das crianças. Caberia então definir em que sentido o conhecimento das ciências naturais é válido do ponto de vista social para uma criança?

A esse respeito diz Juan Manuel Gutiérrez Vázquez (1984):

As crianças exigem o conhecimento das ciências naturais porque vivem num mundo no qual ocorre uma enorme quantidade de fenômenos

naturais para os quais a própria criança deseja encontrar uma explicação; um meio no qual todos estamos cercados de uma infinidade de produtos da ciência e da tecnologia que a própria criança usa diariamente e sobre os quais se faz inúmeras perguntas; um mundo no qual os meios de informação social a bombardeiam com notícias e conhecimentos, alguns dos quais não são realmente científicos, sendo a maioria supostamente científicos, mas de qualquer forma contendo dados e problemas que amíde a preocupam e angustiam.

A decisão de dar resposta a essa demanda significa valorizar a prática social presente das crianças. Sustento que quando ensinamos ciências às crianças nas primeiras idades não estamos somente formando “futuros cidadãos”; elas, enquanto integrantes do corpo social atual, podem ser hoje também responsáveis pelo cuidado do meio ambiente, podem agir hoje de forma consciente e solidária em relação a temas vinculados ao bem-estar da sociedade da qual fazem parte.

Enfatizo o valor do conhecimento científico na prática social presente das crianças porque considero que esse é um aspecto tristemente esquecido no momento de justificar o ensino das ciências nas primeiras idades. Geralmente costuma-se usar argumentos paidocêntricos, de tendência fortemente individualista, pelos quais a criança fica reduzida a um sujeito psicológico a-histórico e associal. Quanto isso ocorre, contribui-se para a marginalização das crianças na trama social.

Finalmente, essa valorização das crianças como sujeitos sociais atuais não exclui o reconhecimento de que elas serão os adultos da sociedade futura. Por isso, acredito que formando as crianças estamos contribuindo também para a formação de futuros cidadãos adultos responsáveis e críticos.

Nesse sentido, concordo com Hilda Weissmann (1993) quando afirma que a formação científica das crianças e dos jovens deve contribuir para a formação de futuros cidadãos que sejam responsáveis pelos seus atos, tanto individuais como coletivos, conscientes e conhecedores dos riscos, mas ativos e solidários para conquistar o bem-estar da sociedade e críticos e exigentes diante daqueles que tomam as decisões.

O direito das crianças de aprender ciências, o dever social da escola de ensino fundamental de transmiti-las e o valor social do conhecimento científico parecem ser as razões que justificam o ensino das ciências naturais a crianças nas primeiras idades. Poderíamos concluir então que é necessário ensinar ciências naturais nessas idades. No entanto: é possível que as crianças as aprendam? Esta será a segunda questão a ser tratada.

AS CRIANÇAS QUE FREQUENTAM A ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL PODEM APRENDER CIÊNCIAS NATURAIS?

As crianças começam a cursar a escola de ensino fundamental em torno dos 6 anos e espera-se que a completem aos 12 anos. Mais de um professor de ciências estaria tentado a afirmar que é muito pouco provável que crianças dessa idade possam aprender conceitos científicos, e, no melhor dos casos, deixariam o ensino de tais conceitos para os últimos níveis de ensino fundamental (crianças de 11 e 12 anos aproximadamente).

Obviamente, a possibilidade de ensinar deve estar acompanhada da possibilidade de aprender; se esta última não existir, o ensino fica desvirtuado. Na introdução dizíamos que alguns pedagogos sustentam a impossibilidade de ensinar ciências a crianças nas primeiras idades tomando por base as características do desenvolvimento cognitivo infantil estudadas e difundidas pela psicologia genética. Colocam em dúvida que uma criança que não tenha construído ainda uma estrutura formal de pensamento possa ter acesso à compreensão das teorias científicas.

Embora esse argumento pareça consistente, considero que encobre duas questões sobre as quais basearei a minha contra-argumentação.

A primeira delas refere-se à caracterização do objeto de estudo, ou seja, da ciência. Quando sustentamos que as crianças não podem aprender ciências estamos identificando a ciência escolar com a ciência dos cientistas.

E a ciência escolar não é a ciência dos cientistas, pois existe um processo de transformação ou de transposição didática do conhecimento científico ao ser transmitido no contexto escolar de ensino (Chevallard, 1985).

Quando falo de ciência escolar procuro discriminar um conhecimento escolar que, embora tome como referência o conhecimento científico, não se identifica totalmente com ele.

A segunda questão refere-se ao lugar que é atribuído às estruturas cognoscitivas no processo de aprendizagem escolar. Quando os pedagogos apontam as impossibilidades associadas à falta de pensamento formal, costumam ficar presos no que Eleanos Duckworth (1978) formulou como um falso dilema e que deu nome ao conhecido artigo: “Ou o ensinamos cedo demais e não conseguem aprendê-lo, ou tarde demais e já o conhecem: o dilema de aplicar Piaget”.

Considero que o que aparece aqui alterado é o conteúdo do conhecimento escolar. O ensino escolar não deve estar direcionado para a construção de estruturas cognoscitivas, pois, tal como o mostrou a psicologia genética, elas são construídas espontaneamente na interação do sujeito com um meio social culturalmente organizado e sem que seja necessária a intervenção da escola. Essas estruturas marcam certas possibilidades de raciocínio e de aprendizagem; portanto, enquadram o trabalho escolar.

Dentro do marco das suas estruturas de pensamento, as crianças podem adquirir conhecimentos amplos e profundos sobre o mundo que as cerca. Trata-se, então, de conseguir fazer com que construam esquemas de conhecimento⁷ que lhes permitam adquirir uma visão do mundo que supere os limites do seu conhecimento cotidiano e os aproximem do conhecimento elaborado na comunidade científica.

No nível fundamental de educação básica, é possível ampliar e enriquecer ou, no melhor dos casos, relativizar as idéias espontâneas das crianças, de forma a conseguir uma aproximação à ciência escolar, ainda muito afastada da ciência dos cientistas (Weissmann, 1993).

O QUE AS CRIANÇAS PODEM APRENDER DA CIÊNCIA ESCOLAR?

Essa pergunta remete-nos aos conteúdos de ensino. Cabe, então, a seguinte pergunta: O que ensinamos quando ensinamos ciência?

Essa questão é respondida, em parte, a partir da concepção de ciência que for adotada. Quando digo “ciência” refiro-me a três de suas acepções integradas e complementares, que são:

- a) a ciência como corpo conceitual de conhecimentos; como sistema conceitual organizado de forma lógica,
- b) ciência como forma de produção de conhecimentos e
- c) ciência como modalidade de vínculo com o saber e sua produção.

As três acepções apresentam a ciência como um corpo de conhecimentos que contém conceitos, procedimentos e atitudes.

Esse corpo de conhecimentos atua como referente no momento de elaborar o objeto a ensinar, ou seja, no momento de selecionar conteúdos da ciência escolar.

A ciência escolar, portanto, está constituída por um corpo de conteúdos que contém conceitos, procedimentos e atitudes⁸ selecionados a partir do corpo científico erudito. Tomamos como referente esse conhecimento erudito e temos o propósito de que as crianças, através do ensino escolar, cheguem a obter uma visão conceitual, de procedimentos e atitudes coerente com a científica.

A categoria de conteúdos conceituais abrange diferentes tipos: dados, fatos, conceitos e princípios (Coll, 1987; Coll, Pozo e outros, 1992).

Na escola primária, através do ensino desses conteúdos, não esperamos nem nos propomos a alcançar mudanças conceituais profundas, mas sabemos que é possível enriquecer os esquemas de conhecimentos de nossos alunos numa direção coerente com a científica.

A categoria de conteúdos de procedimentos abrange também diferentes tipos. Entretanto, todos eles se constituem em cursos de ação ordena-

dos e orientados para a consecução de metas (Coll, Pozo e outros, 1992). Esses cursos de ação não consistem somente em ações corporais efetivas, mas também em ações de natureza interna, ou seja, ações psicológicas.

O ensino dos conteúdos de procedimentos na área das ciências naturais tem uma tradição com origem na década de 60, período no qual surgem inúmeros projetos de inovação didática.

Esses projetos, em seu conjunto, propunham centralizar o ensino nos processos de pesquisa. O objetivo básico era aprender a pesquisar e sustentava-se que a utilização de procedimentos de pesquisa era o caminho adequado para o “descobrimto” dos conteúdos conceituais.

São muitas as críticas que se têm feito a esses projetos baseados no descobrimto, mas há uma que é relevante que seja tratada aqui: aquela que faz referência ao tipo de conteúdos de procedimentos que tais projetos transmitiam.

Na prática do ensino, a multiplicidade de procedimentos próprios das ciências ficou reduzida à transmissão de um *único método científico* consistente num conjunto de passos⁹ perfeitamente definidos e a aplicá-lo de modo mecânico.

Quando falo de conteúdos de procedimentos não faço alusão ao ensino de um *único método científico* (por outro lado, não existe a prática científica real) e sim ao ensino de um conjunto de procedimentos que aproximem as crianças a formas de trabalhar mais rigorosas e criativas, mais coerentes com o modo de produção do conhecimento científico.

O ensino de conteúdos de procedimentos deveria conduzir à superação do que Gil Pérez (1986) chamou de “metodologia da superficialidade”. Os conteúdos de procedimentos, então, permitiriam modificar a tendência a generalizar acriticamente, a partir de observações qualitativas, presente nessa metodologia espontânea dos alunos.

Finalmente, a categoria de conteúdos de atitudes abrange um conjunto de normas e valores (Coll, C., 1987) através dos quais nos propomos a formar nas crianças uma atitude científica, ou seja, uma *modalidade de vínculo* com o saber e a sua produção. A curiosidade, a busca constante, o desejo de conhecer pelo prazer de conhecer, a crítica livre em oposição ao critério de autoridade, a comunicação e a cooperação na produção coletiva de conhecimentos são alguns dos traços que caracterizam a atitude que nos propomos a formar (Fumagalli e Lacreu, 1992; Fumagalli, 1993).

A formação de uma atitude científica (conteúdos de atitudes) está intimamente vinculada ao modo como se constrói o conhecimento (conteúdos metodológicos), e essa forma é gerada pela interação com um objeto particular de conhecimento (conteúdo conceitual) (Fumagalli, L., 1993). Essa última afirmação coloca-nos diante de uma nova questão, a estruturação da estratégia de ensino, que abordarei no próximo item.

COMO ENSINAR CIÊNCIAS NATURAIS ÀS CRIANÇAS?

A questão central é a de encontrar um estilo de trabalho através do qual as crianças possam apropriar-se de conteúdos de conceitos, de procedimentos e de atitudes.

Embora as estratégias de ensino sejam configurações complexas resultantes da articulação de diferentes concepções teóricas,¹⁰ na procura de uma resposta a como ensinar tem importância particular a concepção de aprendizagem que se sustente.

Se alguma coisa podemos dizer dessa concepção é que na atualidade não existem teorias gerais que dêem conta do processo de aprendizagem escolar. Nesse sentido, diz Coll (1987):

No momento atual, a psicologia da educação não dispõe ainda de um modelo teórico unificado e coerente que permita dar conta dos múltiplos e complexos aspectos envolvidos nos processos de crescimento pessoal e da influência que as atividades de ensino escolares exercem sobre eles. Não dispomos ainda de uma teoria compreensiva da instrução com sustentação empírica e teórica suficiente para utilizá-la como fonte única de informação. O que temos são diversos dados e teorias que proporcionam informações parciais pertinentes.

Tal como expressa César Coll, contamos com informações provenientes de diferentes pesquisas realizadas a partir de outros tantos modelos teóricos.

Por outro lado, é a aprendizagem de conteúdos conceituais o campo mais investigado no conjunto de pesquisas sobre a aprendizagem das ciências naturais. É ainda pouco o que é pesquisado sobre a aprendizagem de conteúdos de procedimentos ou de atitudes.

Diante desse cenário parece lícito integrar contribuições de diferentes pesquisas, aquelas que possam sê-lo sem cair numa postura eclética e, nesse sentido, pouco consistente do ponto de vista teórico.

A proposta de trabalho que defendo fundamenta-se na tese construtivista da aprendizagem. Diversas pesquisas referentes à *aprendizagem de conceitos científicos* e realizadas a partir de modelos construtivistas apresentam pontos de contato que são relevantes levar em consideração para a elaboração de uma estratégia de ensino. Eles são:

O lugar atribuído aos conhecimentos prévios do aluno no processo de aprendizagem escolar

Nos últimos vinte anos, através da pesquisa tem-se legitimado e provado que os alunos não chegam em branco a cada nova situação de aprendizagem escolar, mas que possuem esquemas de conhecimentos prévios.

Esses esquemas constituem representações da realidade e neles articulam-se tanto conceitos construídos no meio escolar como outros¹¹ construídos espontaneamente na prática extra-escolar cotidiana.

Sabemos hoje que as concepções espontâneas são persistentes e que não bastam algumas poucas atividades de aprendizagem para modificá-las.

Provavelmente, essa persistência seja devido a que essas concepções possuem coerência para os sujeitos que as sustentam e se constituem em instrumentos eficazes para a previsão e a explicação dos fenômenos cotidianos.

Sabemos também que as concepções dos alunos são de caráter implícito, que aparecem como "teorias em ação" (Karmiloff, Smith e Inhelder, 1981) no sentido de que não podem ser verbalizadas pelos mesmos sujeitos que as sustentam em ato.

Os estudos realizados têm permitido, também, saber sobre a origem das concepções alternativas e, em virtude disso, agrupá-las em diferentes tipos.¹²

As pesquisas que tomaram como objeto de estudo os conhecimentos prévios das crianças têm trazido informação relevante para repensar o processo de aprendizagem escolar.

Sustenta-se que os conhecimentos prévios constituem sistemas de interpretação e de leitura a partir dos quais as crianças conferem significado às situações de aprendizagem escolar (Coll, 1987; Driver e outros, 1989). Portanto, estruturar o ensino a partir desses conhecimentos é uma condição necessária para que os alunos obtenham uma aprendizagem significativa.

Lugar atribuído ao conflito na mudança conceitual

A necessidade de partir dos conhecimentos prévios dos alunos é sustentada por diferentes posturas didáticas baseadas em outras tantas teorias da aprendizagem.

Esse consenso é aparente, e as diferenças manifestam-se quando é analisado o tratamento que os conhecimentos prévios têm no processo de aprendizagem escolar.

Em todos os casos procura-se modificar esses conhecimentos prévios para aproximá-los dos conhecimentos científicos que se pretende ensinar; no entanto, existem diferentes estratégias didáticas para consegui-lo. Essas estratégias didáticas possuem suposições epistemológicas e psicológicas diferentes, e é em virtude delas que são retrabalhados os conhecimentos prévios.

Com base na postura construtivista e interacionista do conhecimento e, particularmente, na postura da aprendizagem sustentada pela psicologia

genética, para que os conhecimentos prévios se modifiquem é necessário colocá-los à prova em diversas situações que os contrariem.

A esse respeito, Castorina e outros (1986) sustentam:

A fonte dos progressos nos conhecimentos encontra-se nos desequilíbrios que os sujeitos sentem como conflitos e inclusive como contradições. No seu esforço para resolvê-los, são produzidas novas coordenações entre esquemas que lhes permitem superar as limitações dos conceitos anteriores.

Para que esses conflitos ou contradições se produzam é necessário que as crianças adquiram consciência das teorias que sustentam em ação, ou seja, que possam torná-las explícitas.

Por esse motivo, existe consenso, entre diferentes autores, em afirmar que a exploração de idéias prévias não somente é útil para que o docente conheça como seus alunos pensam, mas que é uma instância da qual estes podem começar a tomar consciência de suas teorias implícitas através da reflexão sobre suas próprias idéias.

O que se expressou até aqui pressupõe que aprender conceitos científicos consiste em modificar as teorias próprias já existentes por outras "melhores"¹³, mais próximas das dos cientistas.

Essa tese, que se limita ao campo dos conteúdos conceituais, é um modelo fértil para considerar o ensino das ciências na universidade e, inclusive, com adolescentes; no entanto, deve ser revisada para o ensino fundamental.

Como tenho sustentado, na escola de ensino fundamental faz-se uma abordagem de uma ciência escolar que ainda está afastada da ciência dos cientistas. Não esperamos mudanças conceituais profundas, e não é frequente poder suscitar conflitos cognoscitivos. Isso é devido, em grande parte, ao fato de que existem limitações para a tomada de consciência das teorias implícitas por parte dos alunos.

Por esse motivo, concordo com Hilda Weissmann (1993) quando sustenta que nas primeiras idades não ocorrem mudanças conceituais (no sentido como foram descritas), mas que na maioria dos casos elas são ampliadas, enriquecidas e, no máximo, relativizam as teorias espontâneas das crianças.

Lugar atribuído à ação na aprendizagem das ciências

Desde o movimento da "escola ativa", na época de John Dewey, a atividade do aluno aparece como um traço relevante em toda proposta de ensino que se considere inovadora.

No entanto, por trás desse aparente acordo encontram-se encobertas também diferentes concepções de atividade que delimitam outras tantas estratégias de ensino e possibilidades de aprendizagem.

A proposta de ensino das ciências por descobrimento favoreceu a utilização de guias de orientação dos trabalhos práticos a serem desenvolvidos em sala de aula.

Dessa forma, nas aulas de ciências mais atualizadas é frequente ver alunos que manipulam materiais de laboratório, que observam, misturam, filtram, medem temperaturas, completam quadros, calculam médias; no entanto, poderíamos perguntar-nos se são realmente alunos ativos do ponto de vista cognoscitivo.

Quando se fala em atividade cognoscitiva na tradição da psicologia genética não se faz alusão a uma ação física efetiva, mas sim a uma ação de caráter psicológico que tende a conferir significados (Castorina e outros, 1988).

Nesse sentido, uma proposta de ensino é ativa quando favorece a construção de novos significados nos alunos. Se isso não ocorrer, estaremos diante de ações físicas, meros movimentos carentes de conteúdos, o que denominamos ativismo.

A ação que aparece atualmente hierarquizada a partir de diferentes pesquisas é, então, a ação cognoscitiva. Para promovê-la, é imprescindível trabalhar a partir dos conhecimentos prévios dos alunos enquanto marcos interpretativos a partir dos quais são construídos os novos significados.

Lugar atribuído à informação e suas implicações didáticas

Finalmente, um traço que também aparece hierarquizado em estudos atuais é o lugar da informação na aprendizagem das ciências.

Durante as décadas de 60 e 70, por influência das propostas de ensino de ciências orientadas principalmente para a transmissão de conteúdos de procedimentos (ensino baseado em processos), os conteúdos conceituais caíram em descrédito.

No entanto, a ilusão do ensino baseado em processos enfrentou, a partir dos anos 80, duas situações críticas; não se aprendiam os procedimentos como se esperava, e menos ainda se tinha acesso aos conteúdos conceituais.

Atualmente, contamos com pesquisas que começaram a demonstrar que existe uma íntima relação entre o modo como se constrói o conhecimento e o objeto de conhecimento que se constrói.

Isso nos proporciona novos elementos para sustentar a tese de que não é possível aprender conteúdos de procedimentos separados dos conteúdos conceituais.

Entretanto, a revalorização dos conteúdos de conceitos não é proveniente somente do fracasso do ensino baseado em processos. Essa revalorização apóia-se também numa nova conceituação sobre o propósito do ensino escolar, em virtude da qual se salienta a intencionalidade da escola de promover nos alunos a construção de “esquemas de conhecimento”.

A transmissão de *conteúdos conceituais* desempenha um papel importante nesse processo de construção. E enfatizo a palavra “transmissão” porque considero que existe um *corpo conceitual* que o aluno não descobre nem constrói espontaneamente.

Esse *corpo conceitual* deve ser transmitido pela escola, mas de uma forma que garanta a sua apropriação ativa (significativa) pelos alunos.

É POSSÍVEL ENSINAR CIÊNCIAS NUM CONTEXTO DE CRISE EDUCACIONAL?

Na “Introdução” fazia-se referência ao caráter assistencialista que a nossa escola de ensino fundamental assume em vastos setores da população. Não se trata somente de circuitos de qualidade educacional diferenciada nem da segmentação (Braslavsky, C., 1985) presente em nosso sistema escolar. O problema tornou-se mais acentuado porque nossa escola primária está deixando de ensinar para ocupar-se de alimentar (refeitórios escolares), de promover a saúde; ou seja, para dedicar-se à assistência social.

A mudança do papel social da escola de ensino fundamental como distribuidora de conhecimentos acentua a marginalização de setores populares em relação ao acesso ao conhecimento, pois a escola pública é o único canal disponível, na atualidade, para isso.

Alguns docentes que atendem setores populares denunciam essa situação, e muitos deles começaram a assumir as tarefas assistenciais como próprias do seu papel.

E nesse contexto restringe-se ainda mais o pouco espaço que é conferido ao ensino das ciências naturais.

Soma-se à falta de recursos didáticos e de equipamento mínimo e indispensável a reduzida formação que os docentes têm na área.

É muito difícil, nesse sentido, cumprir com o dever social de ensinar ciências naturais e, de maneira complementar, respeitar o direito das crianças de aprendê-las.

Reconhecer essa realidade não significa, necessariamente, uma adesão a uma concepção reprodutivista na qual a realidade do ensino apareça absolutamente determinada pelo contexto político educacional. No entanto, a solução não deveria estar orientada para esforços individuais nem baseada no voluntarismo.

Os educadores, como integrantes da sociedade civil, temos a possibilidade de articular propostas e implementá-las tanto em nossas escolas

como através das associações sindicais ou profissionais, ou gerando espaços coletivos de produção de conhecimentos pedagógicos.

O que podemos fazer em nossas escolas? Em princípio, abri-las à comunidade e estabelecer vínculos de trabalho com outras instituições, tanto do âmbito do Estado (outras escolas, salas de saúde, hospitais, bibliotecas, museus, centros de pesquisa) como do âmbito da sociedade civil (organizações não-governamentais, clubes, fundações, etc.)

Essa estratégia poderia possibilitar um maior aproveitamento dos recursos de que dispomos, liberaria a escola de tarefas que não lhe competem e, principalmente, permitiria reconstruir vínculos sociais solidários.

O trabalho intra e interinstitucional é hoje uma condição necessária para que possamos articular nossas demandas e propostas alternativas; ou seja, para que possamos instituir práticas pedagógicas que, apesar de tudo, promovam a aprendizagem das ciências naturais no nível fundamental.

NOTAS

1. Ver Ausubel e outros (1978), Novack (1988), Inhelder (1975), Karmiloff Smith e Inhelder (1981), Piaget (1970 a e b, 1978, 1981).
2. Entre eles cabe destacar os seguintes: Nuttfield e Science 5/13 do Reino Unido e PSCC, Chem Studdy, Project Physics, etc., nos E.U.A.
3. Entre esses podem ser citados o *Proyecto de Mejoramiento de Enseñanza de las Ciencias en el Nivel Primario de Educación, Coordinación de Actividades Científicas, Sec. de Cultura y Educación, Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires*.
4. Ver Saviani (1981), Tedesco e outros (1983), Snyders (1978), Apple (1986), Braslavsky (1986), Libaneo (1984).
5. Para isso, ver Baudelot e Establet (1975), Bordieu e Passeron (1977), Illich (1972), Althusser (1974).
6. Ver Stenhouse (1985).
7. Coll (1986) chama de “esquema de conhecimento” a representação que uma pessoa possui num momento determinado de sua história sobre uma parcela da realidade. Essa representação pode ser mais ou menos rica em informações e detalhes, possuir um grau variável de organização e coerência interna e ser mais ou menos válida.
8. Essa categorização de conteúdos baseia-se na elaborada por César Coll (1987).
9. Esses passos (observação, apresentação do problema, formulação de hipóteses, desenvolvimento de experiências, análise de dados, formulação de conclusões) constituem a *versão escolarizada* do método experimental de pesquisa.
10. Nas estratégias de ensino são articuladas: a) uma concepção sobre o objeto de conhecimento — fundamento científico e epistemológico —; b) uma concepção sobre o modo como o sujeito aprende esse objeto de conhecimento — fundamento psicológico — e c) uma concepção sobre a relevância social da transmissão e aquisição desse objeto de conhecimento — fundamento sociológico.
11. Esses conceitos construídos espontaneamente têm sido objeto de inúmeras pesquisas e são denominados de maneira diferente: concepções alternativas, idéias intuitivas, pré-concepções, teorias ingênuas, etc. (Driver, 1989).
12. Coll, Pozo e outros (1992) delimitam três tipos de concepções segundo a sua origem: concepções espontâneas, concepções transmitidas socialmente e concepções analógicas.
13. No sentido que Imre Lakatos confere à expressão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apple, M.: *Ideología y currículum*, Madrid, Akal, 1986.
- : *Educación y poder*, Barcelona, Paidós, 1986.
- : *Maestros y textos*, Barcelona, Paidós, 1989.
- Ausubel, D.P.: *La educación y la estructura del conocimiento*, Buenos Aires, El Ateneo, 1973.
- Ausubel, D.P. y otros: *Psicología educativa*, México, Trillas, 1978.
- Baudelot, G. y Establet: *La escuela capitalista*, México, Siglo XXI, 1975.
- Benlloch, M.: *Por un aprendizaje constructivista de las ciencias*, Barcelona, Visor (Aprendizaje), 1984.
- Bordieu y Passeron: *La reproducción. Elementos para una teoría del sistema de enseñanza*, Barcelona, Laia, 1977.
- Braslavsky, C.: *La discriminación educativa en Argentina*, Buenos Aires, FLACSO, Grupo Editor Latinoamericano, 1985.
- Brown, H.: *La nueva filosofía de la ciencia*, Madrid, Tecnos, 1983.
- Carr, W. y Kemmis, S.T.: *Teoría crítica de la enseñanza*, Barcelona, Martínez Roca, 1988.
- Castorina, J.A. y otros: *psicología genética*, Buenos Aires, Miño y Dávila, 1986.
- : *Temas de psicología y epistemología genética*, Buenos Aires, Tekné, 1988.
- Chalmers, A.: *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Madrid, Siglo XXI, 1984.
- Coll, C.: *Psicología genética y aprendizajes escolares*, México, Siglo XXI, 1984.
- : *Psicología y currículum*, Barcelona, Laia, 1987.
- : Pozo, I. y otros: *Los contenidos en la reforma*, Madrid, Santillana, 1992.
- Chevallard, Y.: "La transposición didáctica: de las matemáticas eruditas a las matemáticas enseñadas", mimeógrafo, 1980.
- De Posada y Prieto, T.: "Ideas y representaciones de los alumnos sobre la radiactividad". *Revista de Educación*, Nº 289, Madrid, 1989.
- Driver, R.: "Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias", *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6 (2), Barcelona, 1988.
- y otros: *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, Madrid, Morata, 1989.
- Dockworth, E.: *Cómo tener ideas maravillosas*, Madrid, Visor (Aprendizaje), 1988.
- Fourez, G.: "Einseignement de Sciences et Société", *Extrait de Vallonte*, nº 8, 1987, (mimeografiado).
- Fumagalli, L.: *El desafío de enseñar ciencias naturales. Una propuesta didáctica para la escuela media*, Buenos Aires, Troquel, 1993.
- y Lacreu, L.: *La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario*, Buenos Aires, FLACSO, 1992.
- García, R.: "La epistemología genética y los problemas fundamentales en la teoría del conocimiento", en *Construcción y validación de las teorías científicas*, Buenos Aires, Paidós, 1988.
- Gil Pérez, D.: "La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas", *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2)m, Barcelona, 1986.
- Gimeno Sacristán, J.: *El currículum: una reflexión sobre la práctica*, Madrid, Morata, 1988.
- : y Pérez Gómez, A.: *Comprender y transformar la enseñanza*, Madrid, Morata, 1992.
- Giordan, A.: *La enseñanza de las ciencias*, Madrid, Siglo XXI, 1982.
- : "Los conceptos de biología, adquiridos en el proceso de aprendizaje", *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 5 (2), Barcelona, 1987.
- Gutiérrez Vázquez, J.M.: "Reflexión sobre la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria", mimeografiado.
- Hacking, I.: *Revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.
- Iglesias, A., Oliva, J.M. y Rosado, L.: "Propuesta de un modelo constructivista para la enseñanza/aprendizaje de la física en educación secundaria", *Revista de Educación*, Nº 289, Madrid, 1989.

- Illich, Iván; "El derrumbe de la escuela: ¿un problema o un sistema?", *Rev. Ciencias de la Educación*, Nº 7, Buenos Aires, 1972.
- Inhelder, B.: *Aprendizaje y estructuras de conocimiento*, Madrid, Morata, 1975.
- Karmiloff Smith, A. e Inhelder, B.: "Si quieres avanzar hazte de una teoría". *Infancia y Aprendizaje* 13, 1981, trad. H.I. Pozo.
- Kemmis, St.: *El currículum: Más allá de la teoría de la reproducción*, Madrid, Morata, 1988.
- Lakatos, I.: *La metodología de los programas de investigación científica*, Madrid, Alianza, 1983.
- : "La historia de la ciencia", en Hacking, I. (comp.) *Revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.
- Libaneo, J.C.: "Didáctica y práctica histórico-social", *Ande*, año 4, nº 8, 1984.
- Llorens Molina, J.A.: "El proceso de cambio conceptual en la iniciación a la química. La introducción de los conceptos de sustancia pura y cambio químico", *Revista de Educación*, Nº 289, Madrid, 1989.
- Lortie, D.: *School teachers. A sociological study*, Chicago, University of Chicago Press, 1975.
- Moreira, M.A. y Novack, J.D.: "Investigación en la enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: Esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos", *Rev. Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), Barcelona, 1988.
- Novack, J.D.: "Constructivismo humano: un consenso emergente", *Rev. Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), Barcelona, 1988.
- Piaget, J. y otros; *Construcción y validación de las teorías científicas*, Buenos Aires, Paidós, 1986.
- : *La equilibración de las estructuras cognoscitivas*, Madrid, Siglo XXI, 1978.
- : *Naturaleza y métodos de la epistemología*, Buenos Aires, Proteo, 1970.
- : "Piaget's theory" em Mussen, P. (comp.), *Carmichael's Manual of Child Psychology*, John Wiley and Sons, New York, 1970. (Trad. esp. "La teoría de Piaget", *Infancia y Aprendizaje*, Madrid, 1981.)
- Popkewitz, T.: "Ideología y formación social en la formación del profesorado, Profesionalización e intereses sociales", *Revista de Educación*, Nº 285, Madrid, 1988.
- Pozo, J.I.: *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*, Madrid, Visor (Aprendizaje), 1987.
- : "...Y, sin embargo, se puede enseñar ciencia" *Infancia y Aprendizaje*, Nº 8, Madrid, 1987.
- Saviani, D.: "Scola e Democracia ou la Teoria de Curvatura da Vara", y "Scola e Democracia: para além da Teoria de Curvatura da Vara". *Ande*, año 1, nº 3, 1981.
- Snyders, G.: *Escuela, clases y lucha de clases*, Madrid, Alberto Corazón Ed., 1978.
- Stenhouse, W.: *Investigación y desarrollo del currículo*, Madrid, Morata, 1985.
- Tedesco, J.C., y otros: *El proyecto educativo autoritario*. Argentina 1976-1982, Buenos Aires, FLACSO, Grupo Editor Latinoamericano, 1983.
- Varela Nieto, P. y otros; "Circuitos eléctricos: una aplicación de un modelo de enseñanza/aprendizaje basado en las ideas previas de los alumnos", *Rev. Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), Barcelona, 1988.
- Weissmann, H.: *Didácticas especiales*, Buenos Aires, Aiqué, 1993.