

Revista Portuguesa de Educação, 1999, 12(2), pp. 227-248  
© 1999, IEP - Universidade do Minho

## **Investigação em ensino das ciências: influências ao nível dos manuais escolares**

Maria da Conceição Duarte  
Universidade do Minho, Portugal

### Resumo

Uma das áreas mais determinantes da investigação em educação em ciências reporta-se à identificação das concepções alternativas dos alunos e à proposta/implementação de modelos de ensino que visem a mudança conceptual. Constituindo o manual escolar um dos materiais de apoio mais utilizados pelos professores, determinando frequentemente a natureza da actividade científica desenvolvida na sala de aula, parece revestir-se de importância o estudo da influência da investigação em ciências, especificamente na problemática anteriormente explicitada, ao nível dos manuais escolares.

Este artigo tem, assim, como objectivos: 1. Analisar, brevemente, o desenvolvimento da investigação que tem vindo a ser feita no domínio da problemática das concepções alternativas e da mudança conceptual; 2. Apresentar os principais resultados de investigações onde se procurou avaliar a influência do manual escolar na prática dos professores de ciências e na aprendizagem dos alunos; 3. Apresentar uma análise de manuais escolares de Ciências da Natureza.

### **1. Investigação em educação em ciências: algumas linhas de influência**

Falar de insucesso em ciências, de como os alunos abandonam a escola sem terem aprendido conceitos elementares (Osborne e Wittrock, 1983; Bell, Watts e Wilson, 1985), tem vindo a tornar-se um lugar comum. Afirmações deste tipo surgem numa época onde o impacto do progresso

científico se faz sentir ao nível dos nossos hábitos mais quotidianos, exigindo uma melhor preparação científica do cidadão.

O consenso face a estes pontos de vista veio abrir caminho a um movimento de contestação dos métodos de ensino utilizados nas aulas de ciências, ainda muito impregnados de uma visão empiricista da ciência e associacionista da aprendizagem, e à defesa de métodos mais coerentes com uma visão construtivista da ciência e da aprendizagem.

O "paradigma construtivista" representa um esforço de integração entre novas correntes epistemológicas, relativas à natureza e evolução do conhecimento científico e visões psicológicas de aprendizagem (Shuell, 1986), que, embora divergentes em muitos aspectos, convergem no reconhecimento de cada ser humano como um processador activo de informação, com a capacidade de construir/reconstruir os seus próprios conhecimentos, através de uma actividade que é criativa, emocional e racional (Kelly, 1963).

Neste processo de construção/reconstrução assumem papel preponderante os conhecimentos que o indivíduo já possui, entre os quais se situam as suas ideias ou concepções alternativas.

O novo estatuto conferido pelo "paradigma construtivista" às concepções alternativas dos alunos vem desencadear uma verdadeira "onda" de investigações, cujo objectivo fundamental é o de identificar e explicar as concepções explicitadas pelos alunos nas mais diversas áreas do saber científico.

Como referem Bell *et al.* (1985) o grande avanço verificado na investigação em educação em ciências traduz-se, essencialmente, em deixar de olhar o que os alunos não sabem, centrando-se nas ideias que eles possuem.

### **1.1. Investigação na problemática das concepções alternativas**

A preocupação com a identificação das ideias que crianças e estudantes utilizam para explicar diversos fenómenos relacionados com assuntos científicos não é recente. No campo da Psicologia salientam-se os primeiros trabalhos de Piaget (1976, 1ª edição 1929), publicados há mais de meio século, onde são feitas referências à grande variedade de

interpretações/explicações que as crianças constroem, como forma de responder aos fenómenos do quotidiano, e que lhes permite obter sentido para o mundo que as rodeia. No campo pedagógico, alguns educadores chamam a atenção para a importância das "concepções" dos alunos no processo educativo. Afirmações como "(...) o professor deve saber que a compreensão dos erros dos seus alunos é a coisa mais importante da sua arte didáctica..." (Henriques, 1936, citado por Vicentini-Missoni, 1989, p. 127), e "(...) os professores de ciências ainda não reflectiram no facto de que os seus alunos chegam à aula com conhecimentos empíricos já constituídos" (Bachelard, 1981, p. 168, 1ª edição 1938), escritas há mais de cinquenta anos, são disso testemunha. Da mesma forma, alguns trabalhos de investigação referem a importância das experiências das crianças fora da escola na conceptualização dos fenómenos (Atkin e Karplus, 1962) e as previsões, observações e explicações dadas por adultos sobre a queda de duas bolas de pesos diferentes (Oakes, 1945), com resultados idênticos aos obtidos muitos anos mais tarde em outros estudos (Champagne, Klopfer e Anderson, 1980; Gunstone e White, 1981). Pode, portanto, considerar-se que todos estes trabalhos são indicadores de que as "concepções prévias" dos alunos já preocupavam alguns investigadores. No entanto, é só a partir de meados dos anos 70 que a investigação em educação científica dá realce a esta problemática. Citam-se, a título de exemplo, os trabalhos pioneiros realizados na Europa por Tiberghien e Delacôte (1976), Tiberghien e Barboux (1976) e Viennot (1978), na área da Física, e os trabalhos de Giordan (1980) em Biologia. Nos Estados Unidos e Israel, destacam-se os trabalhos de Nussbaum e Novak (1976) em Ciências da Terra, e de Novick e Nussbaum (1978), em Química.

A convergência de resultados, evidenciando que um grande número de estudantes perfilha ideias relativamente aos mais diversos conteúdos científicos que, sendo diferentes das ideias científicas veiculadas pela escola, mostram uma persistência desconcertante ao longo de diferentes graus de ensino, leva a que nas duas últimas décadas a investigação na problemática das concepções alternativas sofra um enorme incremento, que se traduz em muitas centenas de estudos publicados (Duit, 1995, refere-se a cerca de 2.000 estudos publicados), em trabalhos de revisão que sumariam e discutem as principais conclusões de alguns desses estudos (por exemplo: Driver *et al.*, 1985; Osborne e Freyberg, 1985; Moreno e Moreno, 1989; Driver *et al.*, 1994)

e, mesmo, na realização de congressos dirigidos especificamente para essa problemática (Helm e Novak, 1983; Novak, 1987).

O excesso de dados indicadores de um real insucesso dos alunos ao longo da escolaridade conduz a que muitos investigadores realcem a necessidade de uma investigação mais "aplicada", onde se procure evidenciar as relações entre as concepções alternativas e estratégias pedagógicas, e que inclua estudos tentando promover a mudança conceptual nos alunos (Hashweh, 1986).

### **1.2. Modelos de ensino e condições para a mudança conceptual**

Ancorados numa perspectiva construtivista da aprendizagem, diversos autores propõem modelos de ensino para fomentar a mudança conceptual, ou a mudança conceptual e metodológica, na sala de aula.

Embora existam diferenças consideráveis no seu desenvolvimento, todos coincidem na defesa de aspectos essenciais a serem observados, nomeadamente:

- a) Necessidade de dar oportunidade a que os alunos possam explicitar as suas ideias alternativas, tomando consciência delas;
- b) Necessidade de criar situações que possibilitem a génese do conflito cognitivo e a sua resolução;
- c) Dar oportunidade à aplicação das novas ideias aprendidas;

A mudança conceptual, porém, pode ser o resultado de factores muito complexos. Neste sentido, muitos autores especificam condições para que esta possa ser viabilizada e/ou facilitada.

Posner *et al.* (1982) propõem um modelo de mudança conceptual, considerado bastante paradigmático, que contempla duas componentes fundamentais: (1) as condições que necessitam ser observadas, para que a mudança conceptual possa ter lugar; (2) a ecologia conceptual da pessoa, que fornece o contexto onde tal mudança ocorre e tem significado.

Das condições a observar destacam-se:

- a) Deve existir insatisfação face às concepções existentes. Esta condição assenta no pressuposto de que os alunos não realizarão mudanças radicais enquanto acreditarem na funcionalidade de outras menos radicais.

b) A nova concepção deve ser inteligível; o aluno necessita compreender o modo como um novo conceito pode estruturar a experiência, para explorar as possibilidades que lhe são inerentes.

c) A nova concepção deve apresentar-se como plausível, como verosímil; ou seja, deve parecer ter a capacidade de resolver os problemas não resolvidos pelas concepções anteriores. A plausibilidade é também resultado da coerência dos novos conceitos com outro conhecimento.

d) O novo conceito deve ser útil, e oferecer a possibilidade de se estender, de abrir novas áreas de investigação.

Outros investigadores, como White e Gunstone (1989) e Kuhn (1989), reforçam a adopção de estratégias metacognitivas como condição para promover a mudança conceptual nos estudantes. "Insatisfação, plausibilidade e utilidade, requerem profunda reflexão. (...) reflexão nas crenças e informação, é um aspecto chave da consciência e controlo sobre a própria aprendizagem, que designamos como meta-aprendizagem" (White e Gunstone, 1989, pp. 580-581).

Analisando vários modelos de mudança conceptual, Cosgrove e Osborne (1985) concluem que nenhum deles presta atenção suficiente às condições que devem ser observadas para que os alunos alterem as suas ideias alternativas. Sugerem, nesse sentido, a necessidade de se criarem as seguintes condições: (a) o professor precisa de compreender a visão científica, as visões dos alunos e a sua própria visão, relativamente ao tópico em estudo; (b) deve ser dada aos alunos oportunidade de explorarem o contexto do conceito, preferencialmente com uma situação real; (c) os alunos devem envolver-se numa autoclarificação das suas visões num estágio precoce de ensino.

Driver (1988), referindo-se à importância do contexto na mudança conceptual, distingue entre o contexto das actividades de aprendizagem (que devem ser divertidas e surpreendentes para os alunos, aumentando a sua motivação) e o do dia-a-dia, devendo ambos ser utilizados na aplicação das ideias dos alunos. Apela, ainda, para a importância de criar um ambiente de aula onde as ideias dos alunos sejam valorizadas.

Resumindo: diferentes estratégias de ensino têm sido propostas com o objectivo de facilitar a mudança conceptual dos estudantes. Embora haja

diferenças significativas na operacionalização de cada uma delas (decorrentes de variáveis como a idade dos alunos, o conteúdo em estudo, etc.), é possível identificar aspectos e pressupostos comuns a algumas, nomeadamente:

1. Alguns dos estudos centram-se no critério da insatisfação como condição para a mudança conceptual. As estratégias utilizadas privilegiam, deste modo, o confronto das ideias dos alunos com resultados experimentais ou situações em contradição com essas ideias.

2. Outros estudos utilizam estratégias que assentam na importância das experiências físicas e na interacção pessoal (estudante-estudante ou estudante-adulto) como facilitadores da mudança conceptual.

3. Alguns investigadores defendem a utilização de analogias ou conceitos-âncora como uma estratégia a explorar;

4. Para outros, ainda, o critério explícito parece ser o da combinação de diferentes estratégias.

Mas a importância da investigação na problemática das ideias alternativas para a educação em ciências não radica unicamente no seu melhor conhecimento. O seu estudo conduziu a repensar os *curricula* de ciências (Driver e Oldham, 1986), a definir novos objectivos para o ensino das ciências (Fensham, 1983), a propôr uma utilização diferente do laboratório (Gunstone e Champagne, 1990; Head, 1985), a aceitar progressivamente uma nova perspectiva de aprendizagem — aprendizagem como mudança conceptual (Posner *et al.*, 1982) ou como mudança conceptual e metodológica (Gil Perez e Carrascosa, 1985) — o que veio trazer implicações importantes ao nível do ensino na sala de aula e dos recursos aí utilizados, nomeadamente o manual escolar (Tobin *et al.*, 1994; Duit, 1995).

## **2. O manual escolar e o professor de ciências**

Segundo alguns autores o manual escolar constitui um dos recursos educativos mais utilizados pelos professores (Stinner, 1992; Johnsen, 1993). Esse reconhecimento é também feito oficialmente no nosso país através de circulares que anualmente chegam às escolas e onde se pode ler: "Os instrumentos de suporte, destinados ao processo de ensino-aprendizagem, são factores importantes para o sucesso educativo. Entre esses instrumentos,

o manual escolar constitui um auxiliar de relevo" e "... a utilização de manuais continua a impor-se como prática corrente e necessária ..." (Circular nº 14/97, Departamento de Educação Básica).

Com frequência os professores de ciências se confrontam com a necessidade de seleccionar um manual escolar de entre um largo espectro de manuais que, quer "via Editora" ou "via autor do manual", chegam às escolas. E embora o Decreto-Lei nº 369/90 de 26 de Novembro defina como um dos objectivos "assegurar a qualidade científica e pedagógica dos manuais escolares a adoptar em cada nível de ensino e disciplina ou área disciplinar, através de um sistema de apreciação e controlo", e no seu Artigo 6º, nº 1, se diga que "O Ministério da Educação, através da Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário, do Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional e da Direcção-Geral de Extensão Educativa, constitui comissões científico-pedagógicas para apreciação da qualidade dos manuais escolares, com excepção dos manuais relativos à disciplina de Educação Moral e Religiosa", devendo "as empresas editoras inserir na capa ou contracapa do manual a indicação do resultado da apreciação, bem como difundir esse resultado na comunicação social ou por outros meios" (Artigo 6º, nº 5), a realidade é que os professores não chegam a ter conhecimento das apreciações feitas. Resta-lhes, portanto, o recurso aos "Critérios para a Selecção de Manuais Escolares", emitidos anualmente a partir do Departamento de Educação Básica, cuja formulação muito genérica pode conduzir a interpretações diversificadas, de acordo com as conceptualizações que os professores têm. Cita-se, a título de exemplo, o critério "Apresenta uma metodologia facilitadora da aprendizagem" (ponto 1.5. do item "Aspectos de Organização e de Método", Circular nº 14/97 do Departamento de Educação Básica) que pode ser interpretado de diferentes formas, segundo o próprio conceito de aprendizagem perfilhado pelo professor.

Não possuímos dados que nos permitam ter uma ideia de como são (ou se chegam a ser) interpretados e/ou utilizados pelos professores os critérios para selecção de manuais escolares vindos do Ministério da Educação, nem das dificuldades que sentem quando são confrontados com a necessidade de proceder à selecção de um manual escolar. Contudo, não nos é difícil admitir que a situação dos professores portugueses seja muito próxima da apresentada por Johnsen (1993), relativamente a professores de

outros países. O autor refere, com base na revisão de diferentes estudos, que os professores afirmam, frequentemente, considerar difícil a selecção do manual escolar, especialmente porque não descobrem os aspectos maus e bons do manual antes de o ter usado. Por outro lado, uma vez seleccionado, o manual escolar é dificilmente substituído, mesmo que não tenha sido considerado satisfatório. Esta tendência pode dever-se, ainda segundo Johnsen, ao facto de o número de manuais presentes no mercado ser tão grande que abarcá-los todos torna-se uma tarefa "virtualmente impossível".

Embora não exista investigação suficiente que nos dê uma ideia clara sobre as formas de utilização do manual escolar por parte dos professores (Johnsen, 1993), alguns investigadores consideram que o manual escolar constitui o principal determinante da natureza da actividade científica desenvolvida na sala de aula (Hofstein & Lunetta, 1982), da organização do currículo e da forma como os professores concebem o desenvolvimento da ciência (Chiappetta *et al.*, 1991). Para outros, esta dependência do manual, especialmente de professores com pouca experiência, tem como consequência que os professores promovam poucas ou nenhuma actividades laboratoriais que proporcionem aos alunos experiência com os conceitos científicos, para além de raras vezes lhes ser dada oportunidade para falarem das suas concepções, as explorarem e testarem (Abraham *et al.*, 1992). Isto deve-se, segundo Stinner (1992, p. 6), ao facto de "a maioria dos manuais escolares deixar a pedagogia ou a questão de como os estudantes aprendem ciência para o professor". Para Chiappetta *et al.* (1991), muitos professores e alunos têm uma visão de ciência empiricista e indutivista porque os manuais escolares, de uma forma implícita ou explícita, dão ênfase aos factos e "apresentam a ciência como um corpo de conhecimentos construídos de forma linear, não havendo lugar para o erro" (p. 713). Finley (1994) refere-se às dificuldades de aprendizagem sentidas pelos alunos quando utilizam o manual escolar, dado existir uma grande divergência entre a forma como os conceitos são apresentados no manual e os objectivos da educação científica. O autor clarifica a sua opinião afirmando que, de uma forma geral, os manuais escolares não incluem o raciocínio que sustenta as convicções científicas, e os estudantes não têm o contexto adequado para tirar sentido das ideias fundamentais, aperceberem-se da sua validade e utilidade. Apoiando-se na análise de textos retirados de manuais escolares de Química, Finley (1994, p.



662) retira a seguinte conclusão: "espera-se que os alunos abandonem as suas próprias ideias e aceitem outras com base na autoridade do texto, o que constitui uma tarefa descomunal".

Afirmações deste tipo vêm levantar a questão da importância do manual escolar no processo de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, da importância da sua actualidade no que diz respeito à consideração dos resultados da investigação em educação em ciências.

### **3. O manual escolar e a investigação em ensino das ciências**

Algumas das recomendações resultantes da investigação em educação em ciências, nomeadamente a de "valorizar as ideias alternativas dos alunos" e a de "utilizar estratégias de ensino facilitadoras da mudança conceptual" estão também presentes nos currículos de ciências actualmente em vigor em Portugal. Contudo, são escassos os trabalhos de avaliação que nos permitam ter uma ideia acerca do grau de implementação das referidas recomendações na prática dos professores de Ciências, bem como de investigações sobre as formas como essas recomendações são traduzidas ao nível de materiais de apoio educativo como os manuais escolares.

Se é verdade que um ensino centrado no livro de texto não é suficiente para educar um cidadão com um grau de literacia científica adequado, alguns investigadores são de opinião que o reconhecimento e a compreensão, por parte dos autores de manuais, da importância das concepções alternativas dos alunos e da utilização de estratégias de ensino facilitadoras da mudança conceptual, "pode mudar radicalmente o papel e o formato do manual escolar no futuro" (Stinner, 1992, p. 14).

Referindo-se às características que devem assumir os manuais escolares para se tornarem instrumentos mais úteis na aprendizagem dos alunos, Finley (1994) sugere alguns aspectos a ter em conta, nomeadamente: a inclusão de descrições e explicações de fenómenos naturais, e a estruturação dos textos tendo em conta potenciais concepções alternativas dos alunos.

Guzetti e Glass (1992, em Duit, 1995), numa meta-análise de estudos sobre manuais escolares, concluíram que a compreensão do conteúdo

científico e a mudança conceptual dos alunos podem ser promovidas significativamente através do manual, desde que as concepções dos alunos sejam postas à prova. Neste pressuposto assenta a "Proposta de um instrumento para análise de manuais escolares de Física e Química", apresentada por Cachapuz *et al.* (1989), que, para além da fundamentação onde claramente se enuncia a adesão a um modelo construtivista de ensino-aprendizagem, contempla um item de avaliação em que "a apresentação dos conceitos tem em conta ideias intuitivas dos alunos..." (p. 13).

As considerações anteriormente explicitadas conduziram a que se achasse pertinente o desenvolvimento de estudos onde se procura investigar em que medida os manuais escolares reflectem ou não recomendações resultantes da investigação em educação em ciências, especificamente as que dizem respeito à problemática das concepções alternativas dos alunos (Duarte e Leite, 1996; Duarte, 1997).

O estudo a seguir apresentado diz respeito à análise de manuais escolares de Ciências da Natureza.

## **4. Uma análise de manuais escolares de Ciências da Natureza**

### **4.1. Objectivos do estudo**

— Analisar manuais escolares recentes de Ciências da Natureza (edições de 1995 e 1996) tendo como referência as recomendações resultantes da investigação que tem vindo a ser feita no domínio da problemática das concepções alternativas e da mudança conceptual;

— Avaliar em que medida as referidas recomendações são tidas em conta e, em caso afirmativo, que formas assumem.

### **4.2. Metodologia**

#### *4.2.1. Amostra*

O estudo incidiu sobre oito manuais escolares de Ciências da Natureza, sendo quatro do 5º ano e quatro do 6º ano de escolaridade. Os manuais foram seleccionados de forma aleatória, de entre um conjunto

representativo de manuais provenientes de diferentes Editoras. Procurou-se, deste modo, incluir na amostra manuais das principais Editoras. Nos casos onde os mesmos autores possuíam manuais para os 5º e 6º anos de escolaridade seleccionou-se apenas um deles. Os manuais seleccionados são, portanto, de autores diferentes.

#### 4.2.2. Tratamento dos dados

A análise de conteúdo foi efectuada tendo em conta os seguintes parâmetros:

##### a) referência a concepções alternativas (C. A.) dos alunos

A análise deste parâmetro foi orientada através das seguintes questões:

— o manual faz referência às C.A. dos alunos?

— em caso afirmativo, que formas assume essa referência: (1) menciona apenas a existência de C. A.?; (2) dá exemplos de C. A.?; (3) inclui actividades de diagnóstico de C. A.?

##### b) propostas de ensino com vista à mudança conceptual

A análise das propostas de ensino como "propostas visando a mudança conceptual" foi orientada pelas seguintes questões:

— as estratégias podem promover, de algum modo, o conflito cognitivo ou sócio-cognitivo nos alunos (por ex.: confronto com resultados não esperados, através de situações que envolvem "prever-observar-explicar"; discussão de perspectivas divergentes)?

— as estratégias baseiam-se nas concepções que é previsível os alunos já possuírem, procurando ampliá-las para novos domínios conceptuais?

##### c) concepção de ciência transmitida

A inferência sobre a imagem de ciência transmitida pelo manual foi feita com base nas seguintes questões:

— o manual apresenta o conhecimento científico como resultante de dados obtidos através da observação sensorial e da experimentação?

— faz uma integração entre os domínios processual e conceptual da ciência?

— estimula os alunos a darem explicações a problemas e a confrontarem as explicações?

— que formas assumem as actividades experimentais:

(a) a forma de "receita" onde tudo é fornecido, pedindo-se apenas, em algumas situações, a "observação" e/ou "a interpretação da observação"? (b) incluem fases como as de pedir aos alunos que "coloquem problemas", "façam previsões", "planifiquem experiências para dar resposta aos problemas"?

*d) tipo de bibliografia recomendada*

Embora o estudo realizado tenha tomado como objecto de estudo o manual do aluno, considerámos importante contemplar, na análise efectuada, o parâmetro acima referido. Esta decisão teve como fundamento a seguinte constatação: alguns manuais incluem uma "nota introdutória" dirigida aos professores. E, apesar do conteúdo incluído na referida "nota" variar, indo desde uma simples descrição de como está organizado o manual até a esclarecimentos e sugestões de carácter pedagógico-didáctico, parece-nos que o manual do aluno também é dirigido ao professor. Neste sentido, a análise do parâmetro foi orientada por duas questões: (a) o manual faz referência a bibliografia da área da Didáctica das Ciências?; (b) o manual faz referência apenas a livros da área específica das Ciências da Natureza?.

### 4.3. Resultados

A análise do conteúdo dos diferentes manuais, tomando como referência quer a forma como estão estruturadas as diferentes unidades programáticas (aspectos contemplados para o desenvolvimento de cada uma delas), quer a natureza das actividades de investigação propostas aos alunos, quer, ainda, as afirmações constantes nas notas introdutórias, dirigidas aos alunos e/ou professores, ou ao longo do manual, dirigidas aos alunos, parece permitir considerar a formação de três conjuntos formados pelos seguintes manuais escolares:

*Conjunto 1 — Agrupa os manuais A, B, C e D (5º ano de Escolaridade)*

Principais características comuns:

— nenhum dos manuais faz qualquer referência às concepções prévias dos alunos e/ou à necessidade de utilizar estratégias que visem a evolução/reestruturação dessas concepções.

— as sugestões de actividades propostas aos alunos são de uma forma geral muito estruturadas, mais de carácter confirmatório do que de carácter investigativo. Em algumas situações é pedida apenas a observação, sendo fornecida a interpretação; noutras é pedida a observação e a interpretação, ou o preenchimento de espaços em branco na interpretação fornecida (manual C).

— todos incluem situações para os alunos aplicarem os novos conhecimentos.

— todos incluem situações de avaliação de conhecimentos (avaliação formativa).

— todos dão uma ênfase especial à Observação, como se pode inferir através das seguintes afirmações:

Manual A — "os cientistas seguem um processo de trabalho em que se distingue um certo número de fases a que se chama método científico (...) a investigação começa pela observação da qual resultam os problemas";

Manual B — "como principiante que és na actividade científica deves ser um bom observador"; ao fazer referência às actividades práticas define que o trabalho do aluno vai constar de quatro etapas: (1) observação; (2) registo de dados; (3) recolha de amostras; (4) organização do material;

Manual C — "tenta obter informações sempre que possível através das tuas observações, mas podendo também recorrer a outros tipos de fontes (livros, pessoas, ...)";

Manual D — "... só através de observações variadas, recorrendo à utilização dos sentidos, podemos conhecer o que se passa à nossa volta" e "se a observação está na base das actividades da ciência é porque através da observação se podem detectar problemas e colher dados (informações) que, devidamente interpretados, podem conduzir às respectivas soluções".

— a bibliografia recomendada está relacionada apenas com as "Ciências da Natureza", com excepção do manual A que refere um livro da área da "Didáctica das Ciências".

*Conjunto 2: Agrupa os manuais E e F (6º ano de Escolaridade)*

Principais características comuns:

— nenhum dos manuais faz qualquer referência às concepções prévias dos alunos e/ou à necessidade de utilizar estratégias que visem a evolução/reestruturação dessas concepções.

— os diferentes assuntos programáticos são abordados através de questões e de actividades (experimentais, interpretação...) que aparecem como uma tentativa de dar resposta aos problemas colocados.

— as actividades experimentais são, quase de uma forma geral, semi-estruturadas, pedindo-se ao aluno que observe, interprete a observação e, em alguns casos (manual F), discuta os resultados.

— parece haver uma tentativa de integração entre a teoria e a prática, incentivando-se o aluno a reflectir sobre o que faz.

— todos incluem situações para os alunos aplicarem os novos conhecimentos.

— todos incluem situações de avaliação de conhecimentos (avaliação formativa).

— a bibliografia recomendada está relacionada apenas com as "Ciências da Natureza".

*Conjunto 3: Agrupa os manuais G e H (6º ano de Escolaridade)*

Entre estes manuais existem algumas características comuns, embora haja diferenças assinaláveis. Assim:

— os dois manuais fazem referência às concepções prévias dos alunos e à mudança conceptual. O manual H vai, contudo, um pouco mais longe na medida em que fornece um modelo que pode ajudar os professores a planificar estratégias que facilitem a mudança conceptual.

— no manual H, o desenvolvimento dos temas começa sempre pela identificação das concepções dos alunos; o manual G não o faz de uma forma tão sistemática.

— as propostas de actividades são variadas, permitindo problematizar, pesquisar, fazer experiências, confrontar pré-conceitos e opiniões com informações científicas, etc.

— as actividades experimentais propostas são semi-estruturadas, sendo fornecido o material, o procedimento e pedindo-se a formulação de hipóteses, a observação e a interpretação.

— ambos incluem situações para os alunos aplicarem os novos conhecimentos.

— ambos incluem situações de avaliação de conhecimentos (avaliação formativa).

— a bibliografia inclui livros de Ciências da Natureza e de Didáctica das Ciências da Natureza (manual G), e também artigos de investigação em Didáctica das Ciências (manual H).

As tabelas 1 e 2 apresentam uma síntese dos resultados obtidos.

**Tabela 1 - Referência a Concepções Alternativas (C. A.)**

Livros de texto	Não fazem	Fazem	referência	a C.A.
	referência a C.A.	Mencionam a existência de C.A.	Dão exemplos de C.A.	Incluem actividades de diagnóstico
A (5º ano)	X			
B (5º ano)	X			
C (5º ano)	X			
D (5º ano)	X			
E (6º ano)	X			
F (6º ano)	X			
G (6º ano)		X		X
H (6º ano)		X	X	X

**Tabela 2 - Síntese das propostas de ensino, avaliação e bibliografia presentes nos livros de texto**

<i>Livros de texto</i>	<i>Referência a mudança conceptual</i>	<i>Propostas Metodológicas concepção de ciência</i>	<i>Propostas de avaliação</i>	<i>Bibliografia para professores</i>
<b>A</b> <b>B</b> <b>C</b> <b>D</b>	Não fazem referência	actividades muito estruturadas, essencialmente de <b>carácter confirmatório</b> ênfase especial na <b>observação</b> como forma de obter conhecimentos concepção <b>empiricista da ciência</b>	Formativa  Teste de conhecimentos  Questões	Ciências da Natureza  Didáctica das C.N. (manual A)
<b>E</b> <b>F</b>	Não fazem referência	actividades como <b>resposta a problemas</b>  incluem <b>diversos tipos de actividades</b> (experimentais, interpretação, discussão de resultados, ...);  tentativa de <b>integração teoria-prática</b> , incentivando-se o aluno a reflectir sobre o que faz.  <b>aprendizagem</b> muito focalizada na <b>resolução de problemas</b> e na <b>descoberta</b>  concepção de ciência mantendo ainda <b>alguns aspectos empiricistas</b>	Formativa  Teste de conhecimentos  Situações problemáticas	Ciências da Natureza
<b>G</b> <b>H</b>	Fazem referência	actividades como <b>resposta a problemas</b>  incluem <b>diversos tipos de actividades</b> (experimentais, ênfase na formulação de hipóteses, discussão de ideias e resultados, confronto de C.A. com informações científicas, ...)  tentativa de <b>integração teoria-prática</b> , incentivando-se o aluno a <b>reflectir</b> sobre o que faz.  <b>aprendizagem</b> bastante <b>focalizada na resolução de problemas</b> , assumindo, claramente, contornos <b>construtivistas</b>  concepção <b>construtivista</b> da ciência	Formativa  Teste de conhecimentos  Situações problemáticas	Ciências da Natureza  Didáctica das C.N.  Investigação em Didáctica das C.N. (manual H)

#### 4.4. Algumas conclusões possíveis

O estudo realizado, embora com limitações no que diz respeito ao número de manuais escolares incluídos e no tipo de análise efectuada, permite constatar a existência de manuais bastante diferentes. Se alguns ainda não reflectem a influência dos resultados da investigação em educação



em ciências, especificamente na problemática das concepções alternativas dos alunos, noutros essa influência é perfeitamente visível. Assim, e sintetizando os resultados obtidos:

1) Nos manuais A, B, C e D, observa-se uma preocupação com a inclusão de actividades a serem desenvolvidas pelos alunos; contudo, a excessiva estruturação das actividades não estimula o confronto de ideias nem o desenvolvimento de explicações alternativas, indutoras do conflito cognitivo ou sócio-cognitivo facilitador da mudança conceptual; por outro lado, o reforço do papel da observação e do designado "Método científico", com a explicitação de um conjunto de regras perfeitamente definidas (manual A), induz nos alunos uma concepção empiricista de ciência.

2) Nos Manuais E e F, a proposta de aprendizagem subjacente parece estar muito focalizada na resolução de problemas, mas assente ainda numa perspectiva de "aprendizagem pela descoberta" (especialmente o manual F onde aparece sistematicamente a secção "descobre") o que pode conduzir, na perspectiva de alguns autores (por ex., Gil Pérez, 1983; Hodson, 1993), a uma visão deformada da natureza da ciência e do trabalho científico. Privilegia-se bastante a actividade do aluno (por ex., o manual E propõe algumas actividades experimentais para o aluno — "faz tu mesmo"). Embora as actividades propostas aos alunos sejam, de uma forma geral, orientadas para dar resposta a um problema, os alunos não são solicitados a fazer previsões, e muito raramente a discutir os resultados obtidos.

3) Nos manuais G e H, a proposta de aprendizagem subjacente parece estar muito focalizada na resolução de problemas e assume claramente contornos construtivistas, havendo lugar para a explicitação das concepções prévias dos alunos, para o pensamento divergente, a formulação de hipóteses e, em algumas situações, a planificação de actividades experimentais com vista à testagem das hipóteses formuladas. Para além disso, a explicitação de um modelo de mudança conceptual pode não só alertar os professores para a importância dessa problemática como ajudá-los na exploração de actividades de ensino facilitadoras dessa mudança (manual H).

Os resultados apontam, assim, para uma diversidade metodológica dos manuais analisados, possível de se verificar em amostras mais alargadas de manuais, o que na nossa opinião vem colocar acrescidas responsabilidades aos professores no que diz respeito à selecção do manual escolar.

Se é certo, como referem Clough e Clark (1994, p. 37), que "o que fazemos com as actividades de ensino é mais importante do que as próprias actividades", também é certo que para muitos professores o manual escolar constitui a única ou a mais importante fonte de referência para o seu ensino. Por isso, consideramos que deve haver por parte dos autores um maior esclarecimento no sentido de que o manual possa constituir um recurso pedagógico útil no processo de ensino-aprendizagem. Contudo, não podemos deixar de referir a importância que assume em todo este processo a formação de professores. Tal como o conhecimento não pode ser transferido da cabeça do professor directamente para a mente do aluno, ele também não pode ser "sugado" pelo aluno directamente do manual (Tobin *et al.*, 1994). Professores mais esclarecidos estarão com certeza mais preparados não só para fazerem uma selecção criteriosa do manual escolar, mas também para exercerem melhor o papel de mediadores em relação à utilização do manual escolar na sala de aula por forma a facilitarem aos alunos uma aprendizagem mais significativa das ciências. Como nos alerta Finley (1994, p.66), "independentemente do cuidado com que tenham sido elaborados os manuais escolares, os professores necessitam desenvolver e aplicar estratégias de ensino que ajudem os alunos a aprender a partir de textos científicos".

## Referências

- ABRAHAM, M., GRZYBOWSKY, E., RENNER, J., & MAREKE, E. (1992). Understandings and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, pp. 105-120.
- ATKIN, J. & KARPLUS, R. (1962). Discovery or invention?. *The Science Teacher*, 29, pp. 45-51.
- BACHELARD, G. (1981). *A Epistemologia*. Lisboa: Edições 70 (1ª edição, 1938).
- BACHELARD, G. (1986). *O Novo Espírito Científico*. Lisboa: Edições 70 (1ª edição, 1934).
- BELL, B., WATTS, M. & WILSON, C. (1985). Children's learning: Interactions between teachers and researchers. *School Science Review*, 66, pp. 651-657.
- CACHAPUZ, A., MALAQUIAS, I., MARTINS, I., THOMAZ, M. & VASCONCELOS, N. (1989). Proposta de um Instrumento para análise de manuais escolares de física e química. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 35 (série II), pp. 9-14.

- CHAMPAGNE, A. B., KLOPFER, L. E. & ANDERSON, J.H. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48, pp. 1074-1079.
- CHIAPPETTA, E., FILLMAN & SETHNA, G. (1991). A method to quantify major themes of scientific literacy in science textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, pp. 713-725.
- CLOUGH, M. & CLARK, R. (1994). Cookbooks and constructivism. *The Science Teacher*, February, pp. 34-37.
- COSGROVE, M. & OSBORNE, R. (1985). Lesson frameworks for changing children's ideas. In R. Osborne & P. Freyberg (Eds), pp. 101-111.
- DRIVER, R. & OLDHAM, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, pp. 105-122.
- DRIVER, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo em ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, pp. 109-130.
- DRIVER, R., SQUIRES, A., RUSHWORTH, P. & WOOD-ROBINSON, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science: Research into Children's Ideas*. London: Routledge.
- DRIVER, R., GUESNE, E. & TIBERGHIE, A. (1985). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes: Open University Press.
- DUARTE, M. C. & LEITE, L. (1996). Textbooks and research in science education — an analysis focusing on students' prior knowledge. Comunicação apresentada na 21st ATEE Conference, Glasgow, September.
- DUARTE, M. C. (1997). Investigação em ensino das ciências: que reflexos ao nível dos manuais escolares?. Comunicação apresentada no V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Universidad de Murcia, Setembro.
- DUIT, R. (1994). The constructivis view in science education — What it has to offer and what should not be expected from it. *Proceedings of the International Conference "Science and Mathematics for the 21th century: Towards innovatory approaches"*. Concepcion: Chile, 40.
- FINLEY, F. (1994). Por qué los estudiantes tienen dificultades para aprender de los textos de ciencias. In C. Santa & D. Alvermann. (comp.). *Una Didáctica de las Ciencias*. Argentina: AIQUE Didáctica.
- GIL PÉREZ, D.(1983). Três paradigmas básicos em la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1, pp. 26-33.
- GIL PÉREZ, D. & CARRASCOSA, A. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7, 231-236.
- GIORDAN, A. (1980). Methodologie et prise en compte des representations dans des strategies educatives. Comunicação apresentada nas 3èmes Journées sur L'Education Scientifique, Chamonix.
- GIORDAN, A. (1989). De las concepciones de los alumnos a un modelo de aprendizaje alostérico. *Investigación en la Escuela*, 8, pp. 3-13.

- GUNSTONE, R. F. & WHITE, R. T. (1981). Understanding gravity. *Science Education*, 65, pp. 291-299.
- HASHWEH, M. Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8, pp. 229-249.
- HELM, H. & NOVAK, J. (1983). *Proceedings of the International Seminar on "Misconceptions in Science and Mathematics"*. Ithaca: Cornell University.
- HODSON, D. (1993). Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, pp. 85-142.
- HOFSTEIN, A. & LUNETTA, V. (1982). The role of laboratory in science teaching. *Review of Educational Research*, 52, pp. 201-217.
- JOHNSEN, E. (1993). *Textbooks in the Kaleidoscope — A Critical Survey of Literature and Research on Educational Texts*. Oslo: Scadinavian University Press.
- KELLY, G. (1963). *A Theory of Personality*. London: W.W. Norton & Company.
- KUHN, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, 96, pp. 674-689.
- MORENO, J. & MORENO, A. (1989). *La ciencia de los alumnos: Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Barcelona: LAIA/MEC.
- NOVAK, J. D. (1987). *Proceedings of the 2nd International Seminar "Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics"*. Ithaca: Cornell University.
- NOVICK, S. & NUSSBAUM, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study. *Science Education*, 62, pp. 273-282.
- NUSSBAUM, J. & NOVAK, J.D. (1976). An assesement of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60, 535-550.
- OAKES, M.E. (1945). Explanations of natural phenomena by adults. *Science Education*, 29, pp. 137-142 e pp. 190-201.
- OSBORNE, R. & FREYBERG, P. (1985). *Learning in Science: The Implications of Children's Science*. London: Heinemann.
- OSBORNE, R. & WITTROCK, C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67, pp. 489-508.
- PIAGET, J. (1976). *The Child's Conceptions of the World*. New Jersey: Adams e Co. (1ª edição, 1929).
- POSNER, G.J. *et al.* (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, pp. 211-227.
- SHUELL, T.J. (1986). Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research*, 56, pp. 411-436.
- STINNER, A. (1992). Science textbooks and science teaching: from logic to evidence. *Science Education*, 76, pp. 1-16.
- TIBERGHIEIN, A. & BARBOUX, M. (1976). *Difficulté de l' Aquisition de la Notion de Temperature par les Élèves de 6ème*, L.I.R.E.S.P.T., Paris VII.

- TIBERGHIEU, A. & DELACÔTE, G. (1976). Manipulations et représentations des circuits électriques simples chez les enfants de 7 à 12 ans. *Revue Française de Pédagogie*, 34, pp. 32-44.
- TOBIN, K., TIPPINS, D. & GALLARD, A. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In D. Gabel (Ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: MacMillan, pp. 45-93.
- VICENTINI-MISSONI, M. (1989). État des recherches sur les schémas, de connaissances communes, alternatifs à la connaissance scientifique. In A. Giordan, A. Henriques & Vinh Bang (Eds), *Psychologie génétique et didactique des sciences*. Paris: Peter Bang, pp. 127-155.
- VIENNOT, L. (1978). *Le Raisonnement Spontané en Dynamique Élémentaire*. Paris: Heinemann.
- WHITE, R. T. & GUNSTONE, R. F. (1989). Metalearning and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 11(special issue), pp. 577-586.

## RESEARCH ON SCIENCE TEACHING: IMPACT ON SCHOOL TEXTBOOKS

### Abstract

One of the most determinant areas of research on science education is the identification of the students' alternative conceptions and the proposal/implementation of teaching models aimed at conceptual change. School textbooks are widely used by teachers as a support material and often determine the nature of the scientific activity carried out in the classroom. Therefore, it seems important to investigate the impact of science research upon school textbooks, especially on the area referred to above.

The purpose of this paper is: 1. To analyse briefly the developments of research on the area of alternative conceptions and conceptual change; 2. To present the main results of research studies where the role of textbooks in science teaching and learning was analysed; 3. To present a study where science textbooks are analysed.

## RECHERCHE EN ENSEIGNEMENT DES SCIENCES NATURELLES: INFLUENCES AU NIVEAU DES MANUELS SCOLAIRES

### Résumé

L'un des domaines des plus déterminants de la recherche en éducation des sciences est celui de l'identification des conceptions alternatives des élèves et de la proposition/implantation de modèles d'enseignement qui visent le changement conceptuel. Le manuel scolaire, constituant l'un des appuis les plus utilisés par les professeurs et déterminant fréquemment la nature de l'activité scientifique développée en classe, il semble important de rechercher quelle est l'influence de l'investigation en sciences, en ce qui concerne cette problématique, au niveau des manuels scolaires.

Ainsi, cet article a pour objectifs: 1. Analyser, brièvement, le développement de la recherche qui se réalise sur la problématique des conceptions alternatives et du changement conceptuel; 2. Présenter les principaux résultats d'investigations dans lesquelles on a recherché à évaluer l'influence du manuel scolaire dans la pratique des professeurs de sciences et dans l'apprentissage des élèves; 3. Présenter une étude d'analyse de manuels scolaires de Sciences Naturelles.