

Imagens de Ciência em manuais de química portugueses

Carlos Campos
Antonio Cachapuz

A seção “Pesquisa no ensino de química” relata investigações relacionadas a problemas no ensino de química, explicitando os fundamentos teóricos e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa e analisando seus resultados.

Pela primeira vez, esta seção conta com a significativa contribuição de dois educadores químicos portugueses, os quais, no presente artigo, identificam imagens ou concepções sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico veiculadas por manuais escolares (livros didáticos) portugueses dirigidos ao ensino secundário de química. Além disso, os autores analisam a adequação de tais concepções com relação a perspectivas epistemológicas de natureza racionalista/construtivista e discutem suas implicações na elaboração de materiais didáticos e na formação de professores.

► Livros didáticos de química, livros didáticos portugueses, concepções de ciência, perspectiva empirista, perspectiva racionalista ◀

Desde a última década, assiste-se a um movimento de reformas nos currículos de ciências pela incorporação de aspectos relacionados com a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico. Constata-se a necessidade de articular, em bases mais sólidas, o ensino das ciências com perspectivas epistemológicas contemporâneas, de sentido racionalista/construtivista, que alguns autores denominam ‘nova’ filosofia da ciência (Abimbola, 1983; Cleminson, 1990).

Pretende-se, assim, possibilitar a construção, por parte dos alunos, de concepções de ciência e da construção do conhecimento científico mais adequadas a uma visão atual da ciência e dos cientistas, e dotar a aprendizagem científica de valores educativos, éticos e humanísticos que permitam ir além da simples aprendizagem de fatos, leis e teorias científicas.

O manual escolar (ME) de química, sendo um instrumento didático habitual e majoritariamente utilizado por professores e alunos, exerce uma influência marcante no processo de ensino-aprendizagem, sendo portanto relevante para as concepções de ciência e de cientistas construídas pelos alunos. Assim, num estudo quase

normativo sobre as características do ensino da física e química em Portugal (Cachapuz *et al.*, 1989), 92,5 por cento dos 521 professores inquiridos indicaram os manuais como uma das fontes de informação mais importantes, e 77 por cento desses professores utilizam com frequência, ou quase sempre, o livro didático de física e química selecionado pela escola na preparação das suas aulas.

É freqüente os manuais de ciências apresentarem uma ciência descontextualizada, separada da sociedade e da vida cotidiana; concebem o método científico como um conjunto de regras fixas para encontrar a ‘verdade’, começando a abordagem dos temas invariavelmente pela observação dos fenômenos, e apresentarem uma imagem estereotipada do cientista como gênio isolado que descobre teorias, omitindo-se o papel da comunidade científica na construção e validação dessas teorias (Porrúa & Perez-Froiz, 1994). Essas concepções de ciência e da construção do conhecimento científico veiculadas pelos manuais, que seguem dominante-

mente uma orientação empirista e acumulativa e não marcada por aspectos qualitativos de tipo histórico, tecnológico, sociológico e humanístico, têm sido referidas e/ou corroboradas por estudos de diversos autores (Garrison & Bentley, 1990; Gallagher, 1991; Stinner, 1992; Solbes & Vilches, 1992; Eltinge & Roberts, 1993; Soong & Yager, 1993; Meichtry, 1993). Com o processo de implementação da nova reforma curricular em Portugal, a análise de concepções de ciência veiculadas por manuais de ciências assume uma relevância maior.

A utilização dos livros didáticos de ciências como corpo de análise tem sido feita já há muito tempo, estando os objetivos de investigação relacionados com as preocupações, em cada época, da comunidade dos educadores em ciência. Em essência, tais preocupações têm sido no âmbito pedagógico. Contudo, os estudos sobre MEs relacionados com a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico foram realizados fundamentalmente na última década, dada a recente importância

O livro didático de Química exerce uma influência marcante no processo de ensino-aprendizagem sendo, portanto, relevante para a concepção de Ciência e de cientistas construídas pelo alunos

atribuída pela comunidade educativa às concepções de alunos e professores sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico no processo de ensino-aprendizagem das ciências.

Não se trata de analisar, no presente estudo, as concepções epistemológicas dos autores de manuais de química. No entanto, sendo muitos desses autores professores do ensino secundário, e dada a existência de estudos que apontam para concepções de professores sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico de cunho empirista/indutivista (Cawthorn & Rowell, 1978; Hodson, 1985; Cachapuz & Praia, 1992; Praia & Cachapuz, 1994a, 1994b), partiu-se da hipótese de trabalho de que os manuais escolares de química veiculam, em essência, imagens sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico não consonantes com concepções racionalistas/construtivistas, sendo fortemente marcados por perspectivas empiristas/indutivistas.

Objetivos do estudo

Pressupõe-se que os MEs, na interpretação própria que fazem dos objetivos e orientações metodológicas dos programas, veiculam concepções sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico e que é possível identificar tais concepções, pelo menos de um modo substancial, pela análise do conteúdo dos mesmos.

De acordo com esse quadro de argumentos, foram definitivos os seguintes objetivos para este estudo:

i) Identificar imagens sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico, veiculadas por manuais de química do ensino secundário, em particular no tratamento do tema ácido-base.

ii) Analisar a consonância de tais imagens com uma visão moderna da natureza da ciência e da construção

do conhecimento científico, de sentido racionalista/construtivista.

A escolha do tema ácido-base levou em conta a sua centralidade no currículo dos alunos (vertente pedagógica) e a viabilidade da exploração, por parte dos manuais, de questões relativas à história da ciência, às relações ciência/tecnologia/sociedade e à metodologia científica, três importantes dimensões de estudo (vertente epistemológica).

Freqüentemente, os livros didáticos apresentam uma ciência descontextualizada, separada da sociedade e da vida cotidiana, e concebem o método científico como um conjunto de regras fixas para encontrar a “verdade”

Procedimentos metodológicos

Dada a preocupação em compreender a natureza epistemológica das imagens veiculadas pelos manuais, optou-se por um método de análise qualitativo: a análise de conteúdo. Duas técnicas de análise de conteúdo têm tido larga aplicação em ciências sociais e educação. A primeira, usada neste estudo, envolve a aplicação subjetiva de um esquema de classificação por parte do investigador ao fenómeno em estudo, e pode ser qualitativa ou quantitativa. A segunda utiliza computadores na atribuição de códigos numéricos às palavras retiradas de textos e às relações entre elas, sendo uma técnica quantitativa (Eltinge & Roberts, 1993). Em ambas, fidelidade e validade são uma preocupação central. A primeira técnica referida levanta problemas de concordância entre codificadores, dada a subjetividade na aplicação das categorias, e a segunda levanta o problema da obtenção de resultados inválidos, já que o computador retira as palavras e as frases dos contextos que lhes dão significado. O critério usado neste estudo para a escolha de manuais de química do ensino secundário português levou em conta a sua aceitação pelas escolas, selecionando-se

os quatro mais escolhidos, em âmbito nacional, no ano letivo de 1994/95. Para cada um dos manuais analisou-se a natureza epistemológica das imagens de ciência presentes no capítulo relativo ao tópico “reações de ácido-base”, não só a partir de mensagens explícitas (conteúdo manifesto) mas também inferindo a natureza dessas imagens pelo modo como eram apresentadas aos alunos as leis e teorias de ácido-base e, ainda, o tipo de atividades que eram propostas (conteúdo latente).

Dimensões e categorias de conteúdo

As dimensões e categorias de conteúdo utilizadas na análise foram definidas *a priori*, a partir de um quadro teórico consonante com os princípios orientadores da ‘nova’ filosofia da ciência, com clara relevância educacional. Este procedimento é adequado quando “a interação entre o quadro teórico de partida do analista, os problemas concretos que pretende estudar e o seu plano de hipóteses permitem a formulação de um sistema de categorias (...) definidas *a priori*” (Vala, 1986). Na definição das categorias de conteúdo, levou-se também em conta as características concretas do tema e materiais a analisar, ou seja, a viabilidade da presença de tais categorias em manuais escolares de química.

Relacionadas com a visão do mundo da ciência, da sua metodologia e da natureza da sua atividade, bem como do importante movimento, em âmbito internacional, de inclusão nos currículos de ciências da história da ciência e de uma abordagem CTS dos conteúdos científicos, foram escolhidas três dimensões de análise: metodologia da ciência (MC), relações ciência/tecnologia/sociedade (CTS) e história da ciência (HC).

Para cada dimensão de análise foram definidas diversas categorias tentativamente exclusivas, embora surjam eventuais intersecções entre elas, pois todas se referem a algum

Os livros didáticos apresentam uma lógica confirmatória nas atividades experimentais pois pretendem que os alunos obtenham “dados” para confirmar uma lei ou uma teoria científica

CATEGORIA	PERSPECTIVA	
	A (empirista/positivista)	B (racionalista/construtivista)
MC 1 Método Científico	<p>* No ME, as leis e teorias científicas são apresentadas utilizando-se um mesmo procedimento, como, por exemplo, observação-hipótese-experiência-resultado-conclusões. Pode-se mesmo chegar-se ao extremo de apresentar essa seqüência de passos como sendo o método científico, em que as leis e teorias são estabelecidas por indução.</p> <p>* As atividades propostas aos alunos são esquematizadas segundo aquele conjunto de "passos".</p>	<p>* O ME evidencia pluralismo metodológico na apresentação das leis e teorias científicas.</p> <p>* Propõe-se aos alunos atividades diversificadas, desde o planejamento e execução de experiências, para questionar suas idéias ou as sugeridas pelo manual, à coleta de materiais, organização de informação, pesquisa bibliográfica ou interpretação de textos científicos.</p>
MC 2 Relação Teoria /Observação	<p>* Parte-se da observação atenta e completa dos fenômenos para estabelecer as leis e teorias científicas. Estas surgem como generalizações de enunciados observacionais.</p> <p>* O papel das hipóteses é pouco levado em conta ou simplesmente ignorado, na relação entre teoria e observação.</p>	<p>* Apresenta-se os pressupostos, as teorias e os modelos levados em conta na elaboração de hipóteses, clarificando-se, assim, os critérios segundo os quais se realizarão as observações.</p> <p>* Propõe-se atividades que permitem aos alunos elaborar hipóteses com base nos conhecimentos disponíveis, e a selecionar aspectos observados que as apoiem ou refutem.</p>
MC 3 Papel do Trabalho Experimental	<p>* As experiências aparecem no ME com uma lógica confirmatória, ou seja, no sentido de confirmar determinadas afirmações, sendo o aluno orientado para as conclusões pretendidas, através da seleção dos aspectos que deve observar.</p> <p>* Frequentemente, a experiência é feita sem que se esclareça o porquê da sua realização.</p> <p>* Nas atividades propostas aos alunos é enfatizada a coleta e organização dos 'dados' da experiência e a descoberta de regularidades.</p>	<p>* As experiências são precedidas da formulação de problemas e são propostas para lhes dar resposta ou para os clarificar.</p> <p>* O ME esclarece as hipóteses de trabalho quando da realização das experiências, incentivando os alunos a selecionarem as observações que as corroboram ou não.</p> <p>* Faz-se uma avaliação crítica dos resultados das experiências e/ou incentiva-se os alunos a fazê-lo.</p>

Tabela 1: Categorias da dimensão *metodologia da ciência* (MC).

aspecto da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico, aspectos esses que se interligam uns com os outros.

Instrumento de análise

Cada categoria foi operacionalizada segundo duas perspectivas dominantes, uma de sentido empirista/positivista (A) e outra de sentido

racionalista/construtivista (B) (tabelas 1, 2 e 3). Essa classificação teve por objetivo enquadrar a análise em duas tendências dominantes, sendo tal classificação meramente convencional para efeitos de análise e não pretende reduzir o espectro epistemológico a essas duas posições extremas, entre as quais certamente existem situações intermediárias.

Na operacionalização das categorias, levou-se em conta dois aspectos importantes relacionados à estrutura dos manuais: um deles é a maneira como os manuais apresentam aos alunos os diferentes conteúdos; o outro tem a ver com o tipo e forma de estruturar as atividades propostas aos alunos.

Fidelidade e validade

O problema da validade da análise diz respeito a todas as etapas de uma análise de conteúdo. A validade interna (metodológica) do estudo decorre da articulação lógica do sistema de categorias utilizado com os princípios orientadores da 'nova' filosofia da ciência (quadro teórico), condição primeira para a validade do instrumento de análise. Esta, por sua vez, foi feita por dois investigadores com experiência em estudos ligados à epistemologia da ciência, que analisaram de maneira independente uma primeira versão do instrumento. Do debate, em separado, e com cada um dos investigadores, resultou a versão final das tabelas 1, 2 e 3. Considerada em sentido lato, a validade do estudo é função da fidelidade dos resultados. Neste estudo entendeu-se a fidelidade como traduzindo a concordância de outros investigadores com os resultados obtidos (fidelidade intercodificadores) e do mesmo investigador em momentos diferentes (fidelidade intracodificador), (Robson, 1993). Em relação à primeira, dois juízes analisaram, de modo independente, os resultados da aplicação do instrumento de análise a cada um dos manuais, tendo-se verificado concordância em termos globais entre as suas conclusões e as dos autores do estudo. No sentido de avaliar a concordância de critérios utilizados em função do tempo, reanalisou-se um dos manuais, quatro meses depois da primeira versão estar concluída. Constatou-se que as diferenças entre os resultados, naqueles dois momentos, eram pontuais, não acarretando modificação no resultado global a que se chegou.

Resultados da análise

Dada a extensão dos resultados da aplicação do instrumento de análise para cada manual e para cada cate-

CATEGORIA	PERSPECTIVA	
	A (empirista/positivista)	B (racionalista/construtivista)
CTS 1 Contextos na Apresentação dos Temas	<p>* Na abordagem dos temas, apresenta-se o conhecimento científico como um conjunto de fatos, leis e teorias que valem por si mesmos.</p> <p>* Tem-se pouco em conta a utilidade da ciência/tecnologia no dia-a-dia dos alunos, não se recorrendo a contextos que lhes são familiares no estabelecimento dos conceitos científicos.</p>	<p>* No ME, os temas são desenvolvidos num contexto com relevância social e tecnológica, mostrando-se as implicações da ciência/tecnologia sobre o homem/ambiente/patrimônio e a sociedade em geral.</p> <p>* Procura-se implicar os alunos em problemas sociais, tecnológicos e éticos da atualidade, incentivando-os a expressar suas opiniões, cientificamente fundamentadas, sobre eles.</p>
CTS 2 Ciência /Tecnologia e Progresso Social	<p>* O ME apresenta a ciência / tecnologia como fator absoluto de progresso e com capacidade quase ilimitada para resolver os problemas que se impõem hoje à Humanidade.</p> <p>* Ignora-se ou não se realça as implicações sociais da ciência/tecnologia, assim como a influência da sociedade no desenvolvimento das mesmas.</p>	<p>* O ME apresenta a ciência/tecnologia como uma atividade em progresso, mas enfatiza suas limitações, erros e dúvidas, características de qualquer atividade humana, podendo apresentar exemplos de insucessos e/ou de problemas ainda não resolvidos pela comunidade científica.</p>
CTS 3 Relação entre Ciência e Tecnologia	<p>* A tecnologia aparece desarticulada em relação à ciência. Apresenta-se aplicações tecnológicas de alguns aspectos da ciência, mas quase sempre em paralelo ao desenvolvimento dos temas, ou no final dos capítulos.</p>	<p>* Enfatiza-se a interligação entre ciência e tecnologia. Estas surgem como um empreendimento que influencia e é influenciado pela sociedade.</p> <p>* Parte-se, eventualmente, de problemas tecnológicos para introduzir conceitos, leis e teorias científicas.</p>

Tabela 2: Categorias da dimensão *relações ciência/tecnologia/sociedade* (CTS).

goria de conteúdo, apresenta-se a seguir, a título ilustrativo, extratos da argumentação utilizada em relação a algumas categorias.

Discussão dos resultados

Quanto às mensagens explícitas dos manuais, relacionadas com a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico, em um deles (M3) são freqüentes mensagens compatíveis com uma perspectiva racionalista/construtivista, sendo no entanto questionável a maneira como as traduz em propostas didáticas no capítulo ácido-base. Excetuando-se um ou outro texto para análise crítica e alguma atividade para os alunos

diferente dos tradicionais exercícios acadêmicos, esse manual não se diferencia dos demais em questões essenciais, tais como a problematização, a contextualização dos conceitos ou a abordagem de um período histórico de controvérsia em torno das teorias de ácido-base. O manual M1 aborda, explicitamente, o conhecimento científico como partindo da observação/experiência e apresenta as leis e teorias científicas como resultantes da 'descoberta' de regularidades nas observações efetuadas. Esse manual explicita uma perspectiva claramente empirista/indutivista da ciência e da construção do conhecimento científico, embora no capítulo sobre ácido-

base o esquema indutivista apareça 'falseado', sendo as leis e teorias apresentadas previamente aos alunos, no livro texto, inserindo-se as observações/experiências, que são propostas aos alunos numa lógica confirmatória. Os manuais M2 e M4 praticamente não explicitam mensagens com relevância epistemológica.

Pode-se concluir que os manuais analisados, quando expressam concepções sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico, sejam de raiz empirista/indutivista ou racionalista/construtivista, não as traduzindo em propostas didáticas coerentes com concepções que defendem.

A análise do capítulo ácido-base dos quatro manuais, em relação às três dimensões de análise consideradas, parece corroborar a hipótese de trabalho de que se partiu neste estudo.

No que diz respeito à dimensão 'metodologia da ciência', todos os manuais apresentam, de uma forma mais ou menos acentuada, uma lógica confirmatória na apresentação das atividades experimentais, isto é, pretendem que os alunos obtenham 'dados' a partir de uma dada experiência para confirmar uma lei ou teoria científica. As experiências não são precedidas, na sua maioria, de nenhuma problematização, sendo a avaliação dos resultados feita em função do que se espera confirmar. Os manuais analisados praticamente não apresentam aos alunos atividades que fomentem o pluralismo metodológico e o desenvolvimento de diferentes competências do trabalho científico, como o planejamento de experiências partindo de hipóteses a serem elaboradas pelos alunos ou sugeridas pelo manual, a coleta de materiais, a organização de informação e a pesquisa bibliográfica. Apenas o manual M3 apresenta no capítulo sobre ácido-base a leitura e interpretação de textos científicos e propõe atividades para os alunos que não se limitam à realização de exercícios acadêmicos e/ou resolução de problemas numéricos fechados.

No que diz respeito às relações C/T/S, a perspectiva dominante nos manuais analisados é acadêmica/disciplinar, com a apresentação de

CATEGORIA	PERSPECTIVA	
	A (empirista/positivista)	B (racionalista/construtivista)
HC 1 Evolução Histórica	* No ME, a história da ciência ou não existe ou é apresentada com caráter meramente factual— por exemplo, em “boxes” à parte do texto principal, onde se transcrevem datas relativas a cientistas e descobertas, ou episódios históricos desligados dos conceitos e teorias que estão sendo abordados.	* O ME aproveita períodos de controvérsia científica (por exemplo, química do oxigênio, teoria atômica, modelos de átomo ou outros), para mostrar a evolução dos conceitos e teorias, as dúvidas, os erros e as limitações na construção do conhecimento científico.
HC 2 Papel dos Cientistas e da Comunidade Científica	* O ME apresenta o trabalho científico como obra de cientistas isolados, intelectualmente geniais, ignorando-se, em cada época histórica, o papel das comunidades científicas e o intercâmbio entre as equipes de investigadores.	* Apresenta-se o cientista inserido numa comunidade científica, à qual cabe, em última análise, a decisão final sobre o seu trabalho. Enfatiza-se o intercâmbio e, por vezes, a competitividade entre equipes de investigação no avanço da ciência.

Tabela 3: Categorias da dimensão *história da ciência* (HC).

eventuais aplicações tecnológicas de alguns aspectos da ciência. Não é enfatizada a contextualização social e tecnológica dos diferentes conteúdos, e nunca se parte de problemas sociais e tecnológicos para introduzir conceitos, leis e teorias de ácido-base.

No que diz respeito à dimensão ‘história da ciência’, os manuais

analisados, embora utilizem a história da ciência no capítulo sobre ácido-base, fazem-no de maneira exclusivamente factual e quase sempre à margem do texto principal. Nenhum dos manuais utiliza um período de controvérsia científica (por exemplo, a teoria oxigínia de ácido de Lavoisier ou a teoria da dissociação eletrolítica de

Arrhenius) para ilustrar como foram construídas e validadas as teorias ácido-base. Excetuando o manual M3, não se exemplifica o papel da comunidade científica na construção e validação das teorias ácido-base.

Implicações para a formação de professores

A reflexão sobre concepções de ciência veiculadas por manuais de química poderá apoiar estratégias para uma formação epistemológica adequada de professores de física e química, no sentido da compreensão das grandes metas que são propostas, nos dias de hoje, à educação em ciências, e conduzir a uma modificação das suas práticas pedagógicas, tornando-as mais consonantes com perspectivas racionalistas/construtivistas. A questão é pertinente, já que este estudo aponta para concepções veiculadas pelos manuais analisados que, em essência, contribuem pouco para essa formação e, mais importante ainda, para a construção de imagens adequadas sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico por parte dos alunos.

Os manuais analisados não facilitam a consecução de alguns objetivos gerais dos novos programas de ensino de física e química, em Portugal, como os que dizem respeito ao uso da história da ciência, ao tratamento das relações C/T/S ou à implementação junto aos alunos de processos do trabalho científico.

O fato de terem sido analisados apenas quatro manuais de química do ensino secundário constitui uma das limitações deste estudo. No entanto, a metodologia usada na análise pode inspirar estudos futuros de caráter mais exaustivo, eventualmente estudos comparativos com manuais escolares de química brasileiros, do mesmo ou diferente nível de ensino.

Uma das implicações do presente estudo é a necessidade de planejar cursos de formação para professores em que se trabalhem aspectos epistemológicos. Esses cursos deverão ser centrados em contextos específicos da prática pedagógica como, por exemplo, no ensino do tema ácido-base. Não são pois cursos de epistemologia geral, mas antes espaços de for-

DIMENSÃO DE ANÁLISE: METODOLOGIA DA CIÊNCIA (MC) CAPÍTULO: ÁCIDO-BASE - MANUAL M3.

CATEGORIA	RESULTADOS DA ANÁLISE
MC 1 Método Científico	<p>A análise deste capítulo do manual não parece indicar que é seguido sempre o mesmo conjunto de ‘passos’ para introduzir conceitos e teorias de ácido-base.</p> <p>Se o papel do solvente, nas características ácidas de uma solução, é apresentado através da observação do comportamento do HCl(g) em água e no tolueno, já a teoria de Bronsted-Lowry (pares conjugados) é apresentada como uma nova interpretação da reação do HCl(g) com a água. No entanto, o manual não explica o porquê do abandono da teoria de Arrhenius e a necessidade de adotar a teoria dos pares conjugados. Sendo esta teoria utilizada ao longo de todo o capítulo, poderá parecer aos alunos como a única e “verdadeira”.</p> <p>Há algumas atividades, para os alunos, diferentes dos clássicos “exercícios”. Porém, não se inclui o planejamento de experiências por parte dos alunos, a coleta de materiais, organização de informação ou pesquisa bibliográfica.</p> <p>As experiências propostas seguem sempre uma lógica confirmatória, em que os alunos confirmam leis e teorias expostas no livro-texto.</p> <p>Pode-se concluir que este manual, nesse capítulo, evidencia pouco pluralismo metodológico.</p>

DIMENSÃO DE ANÁLISE: METODOLOGIA DA CIÊNCIA (MC)
CAPÍTULO: ÁCIDO-BASE - MANUAL: M1

CATEGORIA	RESULTADOS DA ANÁLISE
MC 2 Relação Teoria/ Observação	<p>O livro de trabalhos práticos enfatiza a coleta e organização de “dados” da experiência e a “descoberta” de regularidades. Porém, as leis são apresentadas previamente aos alunos, quer no livro texto, quer na “Introdução” dos trabalhos práticos. O papel das hipóteses, na relação entre teoria e observação, está completamente ausente quer no livro de trabalhos práticos quer no livro-texto.</p> <p>Não são propostas quaisquer atividades que permitam aos alunos elaborar hipóteses, com base nos seus conhecimentos disponíveis. As observações surgem sem que o manual esclareça os critérios utilizados para tal. A relação teoria/observação parece ser:</p> <p>Leis/teorias —> Observação —> Confirmação das leis/teorias (lógica confirmatória aliada a concepções empiristas/indutivistas)</p>

DIMENSÃO DE ANÁLISE: RELAÇÕES C/T/S (CTS)
CAPÍTULO: ÁCIDO-BASE - MANUAL: M4

CATEGORIA	RESULTADOS DA ANÁLISE
CTS 1 Contextos na Apresentação dos Temas	<p>A abordagem do tema ácido-base é feita, nesse manual, de uma forma predominantemente acadêmica/disciplinar, em que as leis e teorias valem por si. Aparece, unicamente, no final do capítulo (p.160), um “box” de leitura sobre as chuvas ácidas, estando à parte do texto principal. O tema das chuvas ácidas poderia ter sido integrado ao texto principal, como próprio objeto de estudo, partindo-se dele para introduzir conceitos, leis e/ou teorias. Pode-se concluir que a contextualização do tema ácido-base está praticamente ausente. Não há atividades para os alunos que os impliquem em problemas sociais e tecnológicos, o que poderia ser facilmente feito através da análise das conclusões de várias conferências, que têm tido lugar por todo o Mundo, sobre questões ambientais e, concretamente, sobre as chuvas ácidas (por exemplo, a Conferência do Rio e os problemas políticos e sociais que nela foram levantados). Assim, pode-se afirmar que a influência da sociedade no desenvolvimento da ciência/tecnologia está ausente.</p>

DIMENSÃO DE ANÁLISE: HISTÓRIA DA CIÊNCIA (HC)
CAPÍTULO: ÁCIDO-BASE - MANUAL: M 2

CATEGORIA	RESULTADOS DA ANÁLISE
HC1 Evolução Histórica	<p>A utilização da história da ciência é feita com caráter meramente factual, ao longo do texto e em dois “boxes” no início do capítulo, com biografias resumidas de Arrhenius e de Bronsted. É apresentada a teoria de dissociação eletrolítica de Arrhenius, num “box” à parte do texto principal, mas não se explicam as limitações da teoria de Arrhenius, que dão significado ao surgimento de outras teorias como a de Bronsted-Lowry. Esta teoria pode aparecer, para os alunos, como a “verdadeira”. Pode-se concluir que o manual, neste capítulo, não utiliza a HC para mostrar a evolução dos conceitos de ácido-base. Não aproveita qualquer período de controvérsia científica para mostrar como as teorias ácido-base foram construídas, e em que ambiente histórico e cultural se inseriam.</p>

mação em que se ajudarão os professores a reconhecer as suas próprias concepções epistemológicas, mobilizadas na exploração de um dado tema da química.

Nos livros didáticos, não é enfatizada a contextualização social e tecnológica dos diferentes conteúdos, e nunca se parte de problemas sociais e tecnológicos para introduzir conceitos, leis e teorias

Uma segunda implicação deste estudo é sugerir alternativas na elaboração de materiais didáticos, a serem usados por alunos e professores, que facilitem a construção de concepções mais adequadas sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico. De fato, uma das dificuldades na implementação de estratégias na sala de aula que explorem períodos históricos de controvérsia científica, que sensibilizem os alunos para a natureza dinâmica da ciência, para as suas relações complexas com a sociedade e a tecnologia e mostre o papel da comunidade científica na construção e validação das teorias científicas, reside não só na ausência de formação epistemológica dos professores mas também na inexistência de materiais didáticos, em particular publicações em língua portuguesa, acerca daqueles períodos de controvérsia. Neste sentido, os autores elaboraram um guia com o objetivo de auxiliar os professores de química, onde são fornecidos dados históricos e bibliográficos de alguns períodos de controvérsia em torno dos conceitos e teorias de ácido-base, a saber, sobre Robert Boyle e o uso dos indicadores (século XVII), o ‘princípio oxigénio’¹ de ácido de Lavoisier, a controvérsia de Davy com a escola química francesa em torno desse princípio (primeira metade do século XIX), a teoria de dissociação eletrolítica de Arrhenius e a oposição da comunidade dos químicos da época a essa teoria, e a construção das diferentes teorias de ácido-base ao longo do século XX. Esse guia

pretende ser uma contribuição para que os professores possam fazer uma seleção de textos históricos, concretamente em relação ao tópico ácido-base, de modo que a sua exploração com os alunos lhes facilite a compreensão do carácter provisório das teorias científicas atualmente aceites, das características da atividade científica e das relações da ciência com outras

áreas do saber. A sua exploração no âmbito de uma experiência de formação contínua de professores, por nós já efetuada, será foco de discussão de um próximo trabalho.

Carlos Campos, mestre em supervisão educacional, é professor da Escola Secundária de Rio Tinto, em Gandomar, Portugal. **Antonio Cachapuz** é professor catedrático da Universidade de Aveiro, Portugal.

Referências bibliográficas

ABIMBOLA, I.O. The relevance of the 'new' philosophy of science for the science curriculum. *School Science and Mathematics*, v. 83, n. 8, p. 181-193, 1983.

CACHAPUZ, A. et. al., O ensino-aprendizagem da física e química: resultados globais de um questionário a professores, Grupo INEA, Universidade de Aveiro, 1989.

CACHAPUZ, A. & PRAIA, J. An analysis of the conceptions about the nature of scientific knowledge of portuguese secondary science teachers, comunicação apresentada na Annual NARST Meeting, Boston, 1992.

CAWTHORN, E.R. & ROWELL, J.A. Epistemology and science education. *Studies in Science Education*, v. 5, p. 31-59, 1978.

CLEMINSON, A. Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 27, n. 5, p. 429-445, 1990.

ELTINGE, E.M. & ROBERTS, C.W. Linguistic content analysis: a method to measure science as inquiry in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 30, n. 1, p. 65-83, 1993.

GALLAGER, J.J. Prospective and practicing secondary school science teacher's knowledge and beliefs about the philosophy of science, *Science Education*, v. 75, n. 1, p. 121-133, 1991.

GARRISON, J.W. & BENTLEY, M.L. Teaching the scientific method: the logic of confirmation and falsification. *School Science and Mathematics*, v. 90, n. 3, p. 188-197, 1990.

HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, v. 12, p. 25-57, 1985.

M1: LOURENÇO, M.G. & TADEU, V. *Química, 10º ano de escolaridade*,

Porto Editora, 1994.

M2: CORRÊA, C.; NUNES, A. & ALMEIDA, N. *Química - 10º*, Porto Editora, 1994.

M3: NUNES DOS SANTOS, A.M. & TEODORO, V.D. *Química - 10º*, Didáctica Editora, 1994.

M4: PEREIRA, A., CAMÕES, F. *Química - 10º ano*, Texto Editora, 1994.

MEICHTRY, Y.J. The impact of science curricula on student view about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 30, n. 5, p. 429-443, 1993.

PORRÚA, J.C. & PEREZ-FROIZ, M. Epistemología y formación del profesorado, Actas do IV Encontro Nacional de Docentes de Ciências da Natureza, Universidade de Aveiro, 1994.

PRAIA, J. & CACHAPUZ, A. Para uma reflexão em torno das concepções epistemológicas dos professores de ciências, ensino básico (3º Ciclo) e secundário: um estudo empírico. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 7, n. 1 e 2, p. 37-45, 1994a.

PRAIA, J. & CACHAPUZ, A. Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 3, p. 350-354, 1994b.

ROBSON, C. *Real world research*, U.K.: Blackwell Publishers, 1993.

SOLBES, J. & VILCHES, A. El modelo constructivista y las relaciones ciencia/técnica/sociedad (CTS), *Enseñanza de las Ciencias*, v. 10, n. 2, p. 181-186, 1992.

SOONG, B.C. & YAGER, R.E. The inclusion of STS material in the most frequently used science textbooks in U.S. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 30, n. 4, p. 339-349, 1993.

STINNER, A. Science textbooks and science teaching: from logic to evidence, *Science Education*, v. 76, n.1, p. 1-16, 1992.

Nota

"Princípio oxigyne" mostra a ideia de Lavoisier, em 1789, de que o oxigênio era a substância formadora de todos os ácidos. Isso está na etimologia da palavra: oxi= ácido e gyne = gerador, que passa a ser o nome do gás, em substituição ao ar-desflogisticado, proposto anteriormente por Priestley.

VALA, J. A análise de conteúdo, in: *Metodologia das ciências sociais*, 8a. ed., Edições Afrontamento, 1986.

Para saber mais

Sobre livros didáticos de química

LOPES, A.C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. I - obstáculos animistas e realistas. *Química Nova*, v. 15, n. 3, p. 254-261, 1992.

_____. Livros didáticos: obstáculos verbalistas e substancialistas ao aprendizado da ciência química. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 74, n. 177, p. 309-334, 1993.

_____. A concepção de fenómeno no ensino de química brasileiro através dos livros didáticos. *Química Nova*, v. 17, n. 4, p. 338-41, 1994.

MORTIMER, E. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. *Em Aberto*, Ano 7, n. 40, p. 25-41, 1988.

SCHNETZLER, R. Um estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos dirigidos ao ensino secundário de Química de 1875 a 1978. *Química Nova*, v. 4, n. 1, p. 6-15, 1981.

Sobre epistemologia

Recomendamos o número especial do *Caderno Catarinense de Ensino de Física* (v. 13, n. 3, 1996), publicado pela Universidade Federal de Santa Catarina, que engloba artigos sobre diversos autores com trabalhos em epistemologia e filosofia da ciência, dirigidos aos professores e às professoras da área de ciências. Exemplos avulsos e assinatura desta revista podem ser adquiridos pelo endereço: Caderno Catarinense de Ensino de Física, Departamento de Física - UFSC, Campus Universitário, Trindade, 88040-900 - Florianópolis - SC, Fax: (048) 231-9946, e-mail: fsccecf@fsc.ufsc.br