

O CONTRIBUTO DOS MANUAIS DE FÍSICA PARA O ENRIQUECIMENTO CONCEPTUAL DOS ALUNOS[§]

(The contribution of Physics' manuals to conceptual enrichment of students)

Paula Neves

Jorge António Valadares

Centro de Estudos de Ciências e Matemáticas para o Ensino

Universidade Aberta (CECME)

cristneves@hotmail.com

jvalad@univ-ab.pt

Resumo

Esta comunicação refere-se a uma pesquisa realizada no âmbito dos manuais escolares de Física. Com base na consulta de uma ampla bibliografia proveniente de diversos países e nas nossas próprias reflexões e práticas, assentámos em determinadas ideias básicas que consideramos importantes na aprendizagem significativa da Física. Em seguida, com base nestas ideias, partimos para a definição de determinadas dimensões de análise de conteúdo que nos permitiram atingir uma proposta de um instrumento de avaliação da qualidade didáctica dos manuais da disciplina de Física. Após um processo de validação facial deste instrumento com recurso a um painel de especialistas, foi o mesmo ensaiado com um capítulo dos três manuais de Física do 9º ano de escolaridade mais adoptados no ano lectivo de 1999-2000. O instrumento revelou-se suficientemente objectivo e, ao mesmo tempo, permitiu-nos algumas constatações importantes acerca dos manuais analisados que serão referidas nesta comunicação. Estamos conscientes que o objectivo de se alcançar um instrumento único de análise da qualidade dos manuais de uma disciplina científica, seja esta qual for, é uma tarefa complicada e porventura utópica. Por isso, de modo algum temos a pretensão de ter alcançado esse objectivo. Mas acreditamos que vale a pena expormos o instrumento produzido e as ideias a ele subjacentes a uma análise crítica construtiva de professores e/ou investigadores na área do ensino das ciências.

Palavras-chave: aprendizagem significativa, construtivismo, manuais escolares.

Abstract

This communication refers to research undertaken in the ambit of Physics' manuals. Based on a reading of a wide bibliography, from several countries, and on our own reflection and practice, we agreed on some basic ideas which we consider important for meaningful Physics' learning. Based on these ideas, we defined some content analysis dimensions that allowed us to propose an instrument for an evaluation of the didactic quality of Physics' manuals. After a process of validation by a group of specialists, this instrument was tested on the same Physics' unit of the three most adopted books for the 9th year of education, in 1999-2000. The instrument was shown to be sufficiently objective and, at the same time, it allowed us to reach some important conclusions concerning the analysed manuals that we refer in this communication. We are conscious that the objective of constructing an universal instrument for the analyse of the quality of all manuals of any scientific discipline is a complicated task and perhaps utopian. So, we don't pretend to have reached that objective. But we believe that is worth to expose the instrument and the ideas underlying it to constructive critical analysis by science teachers and researchers.

Keywords: meaningful learning, constructivism, Physics' manuals.

[§] Trabalho apresentado no II Encontro Iberoamericano sobre Investigação Básica em Educação em Ciências, Burgos, Espanha, setembro de 2004. Aceito para publicação na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências após novo processo de arbitragem.

1. Introdução

1.1 A importância da Educação em Ciências

Assiste-se actualmente a uma maior preocupação com a fraca literacia científica e cultural proporcionada pelas escolas básicas e secundárias. Esta preocupação está presente nos actuais programas de Ciências Físico-Químicas de diversos países. De facto, estes preconizam um ensino capaz de proporcionar uma *educação para a cidadania*, de forma que o aluno possa não só desenvolver um quadro de referências que lhe permita crescer a nível pessoal, social e profissional, como também lhe crie condições para que possa fazer uma leitura crítica da realidade social e participe activamente nessa sociedade (Santos, 2001).

Neste âmbito, defendemos que a Educação em Ciências nas escolas deve ser um dos pontos de partida para alcançar uma boa alfabetização científica, potenciadora de capacidades que permitam aos futuros cidadãos desempenhar o seu papel na sociedade. Para tal, os alunos terão não só de saber o significado dos conhecimentos científicos básicos, como também compreender o funcionamento do mundo que nos rodeia e saber lidar com o avanço da tecnologia (Matthews, 1994a).

Em sintonia com as ideias de Hodson (1998), entendemos que a Educação em Ciências deverá abarcar três dimensões: «aprender ciência», «aprender sobre a ciência» e «aprender a fazer ciência».

«Aprender ciência» é assimilar de modo substantivo o conhecimento em si, isto é, interiorizar compreensivelmente os conceitos, princípios, teorias e leis científicas. Ora, se pretendermos que a educação científica conduza a uma aprendizagem rica, substantiva, não literal, dos conceitos, princípios, teorias e leis, capaz de potenciar os alunos para a resolução de problemas, dentro e fora de escola, acreditamos que vale a pena investir na teoria da aprendizagem significativa, a que nos referiremos sumariamente mais à frente.

Por sua vez, «aprender sobre a ciência» é compreender a natureza e os processos de produzir ciência, explorando a sua história no sentido de ver a íntima ligação que possui com a tecnologia, a sociedade e o ambiente (Ziman, 1986).

A este respeito, a História da Ciência (H.C.), quando abordada numa perspectiva reflexiva e não meramente factual, é uma área de conhecimento que confere uma imagem mais rica do que é a ciência e de como a ciência se constrói. É fundamental que o aluno tenha consciência que o conhecimento científico não é constituído por dogmas, não tem carácter definitivo e resulta de uma construção colectiva de seres humanos dotados de sentimentos e paixões, não estando pois ao abrigo de crenças e ideologias (Valadares, 2000).

Griesemer (1985, citado em Sequeira & Leite, 1988) afirma que a falta de conhecimento dos procedimentos reais da Ciência leva os alunos a encará-la como o resultado do seguimento de receitas. De acordo com Dana (1990), ensinar ciência com uma base histórica melhora a capacidade dos alunos para apreciarem como é que as ideias científicas se iniciam, desenvolvem e mudam.

A exploração da H. C. poderá ainda contribuir para que os professores e alunos se consciencializem das *misconceptions* trazidas do mundo do dia a dia para a escola. É hoje largamente reconhecida por numerosos investigadores na área da Didáctica das Ciências a importância das representações que os alunos possuem quando se confrontam com os mais diversos temas científicos. Estas representações são, por vezes, bem diferentes das ideias aceites

cientificamente e constituem «obstáculos epistemológicos» (Bachelard, 1986) à compreensão dos conceitos científicos.

Uma das características das concepções prévias dos alunos é que apresentam alguma semelhança com conceitos vigentes ao longo da História do pensamento científico (Piaget & Garcia, 1987, Duarte, 1993, Valadares, 2000). De facto, têm sido numerosos os estudos a evidenciar traços comuns entre as concepções prévias dos alunos e ideias que já foram aceites pela comunidade científica e que, mais tarde, foram refutadas (Driver & Easley, 1978; Viennot, 1979; Gil-Peréz & Carrascosa, 1985; Wandersee, 1986, entre outros).

Um exemplo bastante conhecido é o do conceito de calor como «substância», em que frases como «estou cheio de calor» ou «fecha a porta para não sair o calor» são reminiscências da concepção histórica defendida por Joseph Black e seus seguidores de que o calor é um fluido imponderável nos corpos – o *calórico* (Valadares, 2000).

Tendo em conta, entre outros aspectos, esta semelhança entre diversas concepções prévias dos alunos e as correspondentes concepções históricas, há actualmente cada vez mais investigadores que defendem o recurso à História da Ciência de forma a melhorar o ensino. Por exemplo, Matthews (1994b) refere que a utilização da H.C. na sala de aula: (1) motiva e encoraja os alunos; (2) humaniza o assunto; (3) promove uma melhor compreensão dos conceitos científicos dando conta do seu desenvolvimento e refinamento; (4) demonstra que a ciência é mutável e alterável; (5) combate a ideologia do cientismo e o dogmatismo muitas vezes presentes nas aulas de ciências e nos textos científicos; (6) permite estabelecer ligações entre as várias disciplinas científicas, assim como com outras disciplinas académicas e permite integrar e mostrar a interdependência das realizações da humanidade.

Finalmente, não pode também ser descurada a dimensão «aprender a fazer ciência». Para tal, há que investir bastante nas mais diversas actividades, incluindo obviamente as experimentais. Estas deverão ser desenvolvidas numa perspectiva epistemológica actual. Ou seja: deverão, por um lado, reconhecer a importância da teoria, pois existe uma interacção dialéctica entre a teoria e a experimentação e, por outro, fomentar o desenvolvimento das capacidades práticas e de resolução de problemas usando processos de inquérito científico (Frade, 2000). As actividades experimentais poderão ainda ajudar os alunos a «desmontarem» algumas das suas concepções prévias através do confronto das suas ideias com os resultados experimentais.

Em *suma*: uma aprendizagem que promova a construção de uma cultura científica mínima e o desenvolvimento de diversas competências, a começar pelo espírito científico, que é crítico e construtivo, adquire hoje em dia uma pertinência acrescida, por se considerar que sem ela são escassas as oportunidades de cidadania autêntica.

1.2 Algumas ideias importantes que serviram de base ao nosso trabalho

Segundo as correntes epistemológicas vigentes, os alunos deixaram de ser vistos como receptores passivos de informação e passaram a ser considerados agentes activos na construção do conhecimento. O construtivismo coloca a ênfase no sujeito como elemento estruturador do seu conhecimento, sendo este dependente da sua cultura, história e criatividade. Nesta perspectiva, a aprendizagem é vista como um processo auto-regulador de conflitos entre os modelos pessoais preexistentes na mente dos indivíduos e os novos conhecimentos discrepantes.

Há diversas formas de construtivismo, mas a que defendemos para as ciências físicas não proporciona qualquer hegemonia epistemológica nem para o sujeito que conhece nem para o

objecto de conhecimento (Valadares, 2003, p. 1243). Há diversos aspectos das teorias de Vygotsky, Piaget e Bruner que considerámos importantes para este trabalho, mas orientámo-nos fundamentalmente pela teoria da aprendizagem significativa (Ausubel *et al.*, 1980, Moreira, 1999) por ser a que mais e melhor se enquadra no paradigma construtivista que defendemos. Segundo esta teoria, para que a aprendizagem significativa ocorra terão de ser satisfeitas duas condições:

- O material a ser assimilado terá de ser potencialmente significativo. Isto significa que:

O material terá de ter significado lógico, isto é, deverá estar organizado de modo não arbitrário, sendo passível de ser aprendido de modo compreensível.

O aluno deverá dispor de subsunçores adequados para poder transformar o significado lógico do material a aprender em significado psicológico.

O aluno terá de estar disposto psicologicamente a aprender significativamente. Ou seja: o aluno deverá possuir uma disposição para relacionar de modo substantivo e não arbitrário o novo material, potencialmente significativo, com os subsunçores adequados disponíveis na sua estrutura cognitiva.

Tal como diversos defensores da teoria da aprendizagem significativa (Ausubel *et al.*, 1980, Novak & Gowin, 1999, Novak, 1992, Mintzes *et al.*, 2000, etc.) recomendamos o uso de organizadores gráficos, de que são exemplos os mapas de conceitos e os Vês de Gowin, e dos chamados organizadores avançados, que segundo Ausubel *et al.* (1980) funcionam como pontes cognitivas entre os conhecimentos já assimilados pelos alunos e os novos conhecimentos a aprender.

Um dos princípios fundamentais em que assenta a teoria da aprendizagem significativa e que nós tivemos em conta na construção do instrumento de análise de manuais é o seguinte: “...o factor isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; determine isso e ensine-o de acordo” (Ausubel *et al.*, 1980, folha de rosto). Consideramos, numa perspectiva ausubeliana, que as pré-concepções dos alunos têm de ser encaradas como potencialmente inibidoras do seu enriquecimento conceptual, uma vez que tais concepções são “surpreendentemente tenazes e resistentes à extinção” e “inerentemente estáveis” (*ibid.*, p. 311).

Esta perspectiva ausubeliana é coerente com as ideias do filósofo francês Gaston Bachelard que também valoriza a importância das ideias prévias, intuitivas, na construção das representações científicas, pois actuam como “obstáculos do pensamento ao pensamento”, sendo uma causa de inércia e regressão (Bachelard, 1986). Este filósofo é contra o «espírito tábua rasa» dos empiristas, os conhecimentos prévios são relevantes, uma vez que se “conhece contra esses saberes” (*ibid.*). Assim, as concepções preexistentes, à luz da epistemologia bachelardiana, deixam de ser vistas como imperfeições no sistema cognitivo do aprendiz, afirmações gratuitas sem qualquer esforço de teorização, para passarem a ser consideradas como concepções erróneas que deverão ser tidas em conta na potenciação da aprendizagem. Devem, por isso, ser encaradas como pontos de partida obrigatórios no processo de construção/reconstrução do conhecimento (Santos, 1998).

Um outro princípio igualmente importante decorrente da teoria da aprendizagem significativa (Novak, 1992) é o que considera a *educação um conjunto de experiências cognitivas, afectivas e psicomotoras que contribuem para o «engrandecimento» dos indivíduos para enfrentar a vida diária*. Por outras palavras, os seres humanos pensam, sentem e actuam (fazem), e qualquer acto educativo envolve uma acção para partilhar significados e sentimentos entre o aluno e o professor. De acordo com este princípio, deve ser desenvolvido no aluno o sentimento de que vale a pena aprender significativamente a Física (bem como as outras ciências) pois isso contribuirá em larga medida para o seu engrandecimento como ser humano e prepará-lo-á para uma cidadania mais responsável.

1.3 Os manuais de Ciências: sua importância

As pesquisas realizadas têm confirmado a ideia que temos, pela nossa experiência pessoal de vários anos de ensino, de que os processos de ensino-aprendizagem, em sala de aula, têm sido e continuam a ser mediados pelos manuais escolares (Gimeno, 1992; Parcerisa, 1996, Carmen & Jiménez-Aleixandre, 1997; Gérard & Roegiers, 1998). Assim, as aulas de ciências são predominantemente orientadas, organizadas e restritas ao que está nos manuais (Eltinge & Roberts, 1993). Estes são um factor determinante na forma como os alunos percebem o empreendimento científico. Compartilhamos, pois, da opinião de alguns autores (Yager 1983; Gottfried & Kyle, 1992), quando argumentam que o manual escolar muitas vezes dita o *currículum* de ciências a que são submetidos os alunos e, por isso, torna-se a principal fonte de conhecimento para a maioria deles.

Diversos estudos em Portugal (ver, por exemplo, Valente *et al*, 1989) têm revelado que os professores são mais influenciados nas suas propostas de actividades pelos manuais escolares do que pelas sugestões contidas no programa oficial e pelas instruções programáticas do Ministério da Educação.

No entanto, para que um manual escolar cumpra, na sua plenitude, o seu papel, isto é, para que seja um instrumento capaz de contribuir para um enriquecimento global dos alunos que por ele estudam, é necessário ter em consideração diversos aspectos. Um destes aspectos tem a ver com o rigor científico. Este deve estar, sem dúvida, presente na definição dos conceitos, princípios, leis e teorias. Por outro lado, as formas de comunicação empregues deverão ser adequadas: os textos deverão ser claros e apropriados à faixa etária a que se destinam; a simbologia deverá também ser alvo de rigor por parte dos autores; e as imagens presentes no manual deverão estar em comunhão com o texto.

A par dos aspectos referidos, é importante também que os assuntos estejam estruturados de modo a facilitar a aprendizagem, que as concepções prévias dos alunos sejam eliciadas e que, na medida do possível, se recorra de um modo adequado à História da Ciência para que os alunos se vão consciencializando acerca da natureza da ciência e do modo como as concepções foram evoluindo historicamente.

Apesar de acreditarmos que um manual que cumpra as indicações acima referidas seja um potencial facilitador da aprendizagem significativa, pensamos que ainda há muito que fazer neste campo. De facto, alguns estudos (por exemplo Hubisz, 2004), revelam que os manuais americanos de Física do *'middle school'* apresentam uma qualidade que deixa muito a desejar. Além dos diversos erros e imprecisões detectados por Hubisz, este pesquisador verificou um desfasamento acentuado entre o que está no texto e as imagens. Para além disso, as fotografias revelavam-se por diversas vezes irrelevantes, servindo apenas para encarecer os livros sem qualquer benefício didáctico.

2. O instrumento de análise

De acordo com a postura epistemológica que assumimos em consequência de toda a literatura consultada e da nossa própria reflexão partimos para a definição das seguintes áreas relevantes no ensino das ciências e que os manuais não deverão descurar: História da Ciência; Concepções na aprendizagem; Formas de Comunicação e Linguagem na Educação Científica; Estrutura facilitadora da aprendizagem.

Estas áreas permitiram-nos definir as dimensões de análise de manuais (fig.1):

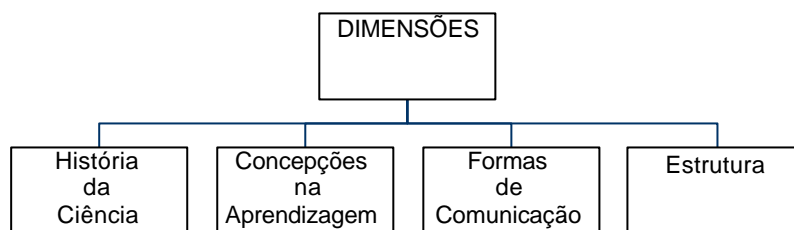


Figura 1 - Dimensões consideradas no instrumento de análise.

De seguida, para cada dimensão foram definidas categorias em resultado dos estudos empíricos efectuados e da análise prévia de 14 manuais. Esta análise permitiu não só clarificar estas categorias, mas também encontrar indicadores que permitissem uma interpretação das observações a recolher.

Posteriormente, para cada dimensão foram construídas as grelhas de análise (ver quadros 2-5)

3. A aplicação do instrumento de análise de manuais

Este instrumento foi ensaiado com os três manuais de Física do 9º ano de escolaridade mais adoptados no ano lectivo 1999/2000. Foi analisada em todos eles a unidade temática “Produção e consumo de energia”, tendo sido também alvo de análise o glossário, os índices e a bibliografia.

4. Alguns resultados da aplicação do instrumento

O instrumento de análise de manuais mostrou-se bastante objectivo e permitiu tirar algumas conclusões comparativas. No que respeita à dimensão **Concepções na Aprendizagem**, uma conclusão importante a que chegámos é que os três manuais continham erros e omissões, ainda que de modo desigual. Por exemplo, uma das falhas verificada sistematicamente nos manuais diz respeito à definição de calor. Este surge genericamente como medida da energia transferida entre sistemas, como se toda a energia transferida entre sistemas ocorresse por um processo térmico. Os autores nunca referiram o processo de transferência ou o facto de o calor medir a energia transferida entre os sistemas apenas quando é desprezável a energia transferida pelos processos mecânico (realização de trabalho) e radiante (radiação cedida ou recebida).

Se é um facto que os manuais demonstraram alguma preocupação com o conhecimento prévio dos alunos, como é o caso da conhecida confusão entre energia e força, por outro lado nem todos atribuíram a importância adequada às estratégias para ultrapassar esta e outras *misconceptions*.

DIMENSÃO – HISTÓRIA DA CIÊNCIA					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	Escala		
			Nunca/ Raras vezes	Algumas vezes	Bastantes vezes/ Sempre
Concepção de Ciência Transmitida	Perspectiva processual e social da Ciência.	1. O Mammal proporciona uma perspectiva da Ciência como um processo social em construção. 2. O Mammal apresenta a evolução histórica dos conceitos importantes, realçando as concepções errôneas históricas.			
	Evolução Conceptual	3. O Mammal refere os cientistas que se distinguiram na construção dos conhecimentos tratados. 4. O Mammal possui leituras biográficas sobre os cientistas mais relevantes para o campo em estudo.			
O Papel dos Cientistas e da Comunidade científica	Cientistas Comunidade científica	5. O Mammal faz referências ao papel da comunidade científica.			

Quadro 2 – Grelha de análise da dimensão da História da Ciência.

DIMENSÃO – CONCEPÇÕES NA APRENDIZAGEM					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	Escala		
			Nunca/ Raras vezes	Algumas vezes	Bastantes vezes/ Sempre
Concepções Prévia	Ideias dos alunos anteriores à aprendizagem	1. O Mammal tem em conta as ideias que os alunos possuem, como resultado da sua vida do dia a dia. 2. O Mammal faz referência às concepções alternativas dos alunos.*			
Concepções Alternativas	Concepções alternativas dos alunos a partir de Atividades destinadas a ultrapassar as concepções alternativas	3. O Mammal inclui atividades que podem ajudar a ultrapassar as concepções alternativas. 4. O Mammal possui erros e omissões.			
Concepções Erradas	Erros e omissões				

Quadro 3 – Grelha de análise da dimensão Conceções na Aprendizagem.

DIMENSÃO – FORMAS DE COMUNICAÇÃO					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	Escala		
			Nunca/ Raras vezes	Algumas vezes	Bastantes vezes/Sempre
Linguagem Visual	Imagens	1. No Manual as imagens estão próximas do local onde são referenciadas no texto.			
		2. No Manual há relação entre cada imagem e o texto.			
		3. No Manual as imagens são acompanhadas de legendas adequadas.			
Linguagem Verbal Escrita	Linguagem	4. No Manual a linguagem é simples e clara.			
	Simbologia	5. No Manual a simbologia é rigorosa.			
	Vocabulário	6. No Manual o vocabulário novo é assinalado no texto.			

Quadro 4 – Grilha de análise da dimensão Formas de Comunicação.

DIMENSÃO – ESTRUTURA					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	Escala		
			Nunca/ Raras vezes	Algumas vezes	Bastantes vezes/Sempre
Facilitadores Técnicos	Índices	1. O Manual apresenta um índice geral de modo a facilitar o acesso a qualquer conteúdo.			
		2. O Manual apresenta um índice remissivo de modo a facilitar o acesso a qualquer artigo.			
		3. O Manual apresenta um glosário.			
	Glossário	4. O Manual apresenta bibliografia.			
		5. O Manual apresenta uma série de títulos, chaves no final de cada unidade temática.			
	Síntese	6. O Manual apresenta textos complementares sobre temas tratados.			
		7. O Manual apresenta questões para identificação de conceitos e para a consolidação da aprendizagem.			
	Textos Complementares	8. O Manual apresenta questões para auto-avaliação.			
		9. O Manual apresenta para cada unidade temática os objetivos que o aluno deverá atingir.			
	Questões	10. O Manual faz a revisão de pré-requisitos necessários à aprendizagem.			
		11. O Manual apresenta mapas de conceitos...			
	Facilitadores Pedagógicos	Organizadores	12. O Manual apresenta diagramas em V...		

Quadro 5 – Grilha de análise da dimensão Estrutura.

Quanto à dimensão **História da Ciência**, verificámos que os manuais não apresentaram uma perspectiva processual da Ciência. Por exemplo, a respeito da medição de temperatura, um dos manuais limitou-se a referir o uso dos termómetros, ignorando os trabalhos que conduziram à medição dessa grandeza e ao tipo de termómetros que foram surgindo e suas vantagens e limitações. De igual modo, os conceitos foram muitas vezes apresentados de modo dogmático, não sendo feita qualquer referência à sua génese. Um dos exemplos flagrantes é o do conceito de energia. Embora houvesse a preocupação de definir esta grandeza, o que aliás é muito difícil dada a abrangência e abstracção do conceito, como não foi apresentada a evolução histórica que conduziu ao que hoje sabemos sobre este conceito, não resta aos alunos outra saída eu não seja tentarem decorar uma definição que não compreendem. As referências aos cientistas foram escassas em qualquer dos livros analisados: nomes como Celsius e Joule surgem quase por acaso e sem que a sua obra seja minimamente divulgada e integrada no contexto. A natureza construtivista da ciência não foi minimamente tida em conta, pois, entre outras falhas, o papel desempenhado pela comunidade científica na construção do conhecimento foi completamente ignorado pelos autores.

No que respeita à dimensão **Formas de Comunicação**, há aspectos positivos a destacar como sejam, por exemplo, alguma coerência entre as imagens e o texto e o facto de a linguagem verbal escrita empregue nos três manuais se revelar simples e clara. Porém, já no que refere à simbologia, os manuais apresentaram várias incorrecções. Assim, por exemplo, os símbolos das grandezas não estavam escritos em itálico, o que é contrário às normas internacionais ISO (*International Standard Organization*), em particular à norma ISO 31.

Finalmente, no que se refere à dimensão **Estrutura**, não se registaram diferenças significativas entre os manuais que tiveram a preocupação de contemplar diversos aspectos favoráveis. Contudo, os autores poderiam ter explorado mais e melhor tanto os facilitadores técnicos como os pedagógicos. Por exemplo, poderiam ter incluído textos complementares que permitissem ao aluno relacionar os assuntos tratados com a vida diária, alargando deste modo os seus horizontes. Deveriam também ter feito um uso mais sistemático dos mapas de conceitos e do Vê de Gowin, importantes instrumentos de aprendizagem e meta-aprendizagem.

5. Considerações finais

Embora tendo alguma preocupação com a simplicidade da linguagem, os manuais analisados revelaram algumas falhas no campo didáctico por desrespeitarem determinados princípios de natureza epistemológica, psicológica e educativa.

As deficiências conceptuais e epistemológicas encontradas nos manuais em nada contribuem para facilitar a construção do conhecimento rigoroso e desenvolver um espírito científico nos alunos. Para que estes aprendam significativamente torna-se necessário que o discurso do manual, para além de acessível, tenha significado lógico alicerçado numa profunda coerência interna. Caso contrário, torna-se pobre o contributo para o enriquecimento conceptual dos alunos e para o desenvolvimento das suas capacidades de pesquisa e de crítica construtiva, tão importantes para a vida activa.

Importa referir que a dimensão «aprender ciência» tem sido a principal preocupação dos manuais, com algum prejuízo das outras duas dimensões. Para aprender ciência é necessário que os conceitos sejam apresentados de modo rigoroso e que as formas de comunicação empregues nos manuais sejam adequadas para o nível etário dos alunos. Por outro lado, a nível da estrutura importa recorrer a estratégias metacognitivas como sejam o uso de organizadores, nomeadamente os mapas de conceitos e Vê de Gowin, a fim de facilitar a construção do conhecimento.

No que se refere à dimensão «aprender sobre a ciência» os manuais, sempre que possível, deverão recorrer à H.C., fazendo referência à génese dos conceitos mais importantes e às *misconceptions* e aos debates históricos, transmitindo uma imagem adequada da Física (não dogmática nem céptica).

Por fim, quanto à dimensão «fazer ciência», os manuais escolares deverão apresentar actividades experimentais epistemológica e psicologicamente bem fundamentadas, pois estas, quando encaradas como meras receitas de culinária, conduzem a uma visão errada da ciência e nada contribuem para a aprendizagem significativa desta. E deverão privilegiar a qualidade à quantidade. Conscientes de que o objectivo de se alcançar um instrumento único de análise da qualidade dos manuais de uma disciplina científica, seja esta qual for, é uma tarefa complicada e porventura utópica, produzimos este instrumento e apresentámos as ideias a ele subjacentes. Com isso pretendemos fomentar uma análise crítica construtiva sobre a forma de analisar as potencialidades didácticas dos manuais de Física. Esperamos que esta análise conjunta contribua para que os manuais venham a desempenhar melhor o seu papel de facilitadores do enriquecimento conceptual dos alunos. O objectivo é que os manuais, no futuro, proporcionem mais e melhores capacidades aos alunos e contribuam para uma imagem epistemologicamente mais correcta da ciência em geral e das ciências físicas em particular.

Referências

- AUSUBEL, D, NOVAK, J& HANESIAN, H. (1980). *Psicologia Educacional* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Ed. Interamericana.
- BACHELARD, G. (1986). *O novo espírito científico*. Lisboa: edições 70.
- CARMEN, L. & JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, P. (1997). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique*, 11, 7-14
- DANA, T.M. (1990). The history and philosophy of science: what does it mean for science classrooms? *The Australian Science Teachers Journal*, 36 (1), 21-26.
- DRIVER, R. & EASLEY, J. (1978). Pupils & paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- DUARTE, M. (1993). Mudança conceptual e ensino das Ciências da Natureza: uma proposta de intervenção pedagógica no 2ºciclo do ensino básico. Tese de Doutoramento em Educação (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- ELTINGE, E. & ROBERTS, C. (1993). Linguistic content analysis: a method to measure science as inquiry in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (1), 65-83.
- FRADE, G. (2000). Actividades Experimentais assistidas por computador – Um estudo de caso com alunos do 11º ano de escolaridade. Tese de Mestrado em Ensino da Física (não publicada). Lisboa: Universidade Aberta.
- GÉRARD, F. & ROEGIERS, X. (1998). *Conceber e avaliar manuais escolares*. Colecção Ciências da Educação. Porto: Porto Editora.
- GIL-PERÉZ, D. & CARRASCOSA, J. (1985). Science learning conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7 (3), 231-236.
- GIMENO, J. (1992). Reformas educativas: utopia, retórica y práctica. *Cuadernos de pedagogia*, 197, 10-15.
- GOTTFRIED, S. & KYLE, W. (1992). Textbook use and Biology education desired state. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (1), 35-49.

- HODSON, D (1998). Science Fiction: the continuing misrepresentation of science in the school curriculum. *Curriculum Studies*, 6 (2), 191-216.
- MATTHEWS, M. (1990a). *Science Teaching: The role of history and philosophy of science*. London: London: Routledge.
- MATTHEWS, M. (1994b). Historia, Filosofía Y Enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 225-277.
- MINTZES, J.; WANDERSEE, J. & J. NOVAK. (2000). *Ensinado ciência para a compreensão – uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- MOREIRA, M.A. (1999). *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: E.P.U.
- NOVAK, J. (1992). *A Theory of Education*. (2nd edition). Ithaca. NY: Cornell University.
- NOVAK, J. & GOWIN, B. (1999). *Aprender a aprender*. (2^a edição). Coleção plátano universitária. Lisboa: Plátano-edições técnicas.
- PARCERISA, A. (1996). *Materiales curriculares. Cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. Barcelona: Graó.
- PIAGET, J & GARCIA, R. (1987). *Psicogénese e História das Ciências*. Lisboa: Publicações D. Quixote.
- SANTOS, M. (1998). *Respostas curriculares a mudanças no Ethos da ciência. Os manuais escolares com reflexo dessas mudanças*. Tese de doutoramento (não publicada). Departamento de Educação da Faculdade de Ciências. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- SANTOS, M. (2001). *A cidadania na “voz” dos manuais escolares* (1^a ed.). Coleção Biblioteca do Educador. Lisboa: Livros Horizonte.
- SEQUEIRA, M. & LEITE, L. (1988). A História da Ciência no ensino-aprendizagem das ciências. *Revista Portuguesa da Educação*, 1 (2), 29-40.
- VALADARES, J. & GRAÇA, M. (1998). *Avaliando para melhorar a aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- VALADARES, J. (2000). *A importância epistemológica e educacional do Vê do conhecimento*. Actas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Lisboa: Universidade Aberta.
- VALADARES, J. (2003). *Abordagens construtivistas e investigativas à actividade experimental*. In Didácticas e Metodologias de Educação – Percursos e Desafios, Coord. de António Neto, José Nico, João Carlos Chouriço, Paulo Costa e Paulo Mendes. Évora: Universidade de Évora.
- VALENTE, O. (Ed.). (1989). *Manuais escolares. Análise da situação*. Lisboa: GEP do Ministério da Educação.
- VIENNOT, L. (1979). Spontaneous learning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1 (2), 205-221.
- WANDERSEE, J. (1986). Can the history of science help science education anticipate student's misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23 (7), 581-597.
- YAGER, R. (1983). The importance of terminology in teaching K-12 science. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 577-588.
- ZIMAN, J. (1986). Science education – for whom. In Brown, J.; Cooper, A.; Tootes &
- ZELDIN, D. (Eds). *Science in School*. Oxford: Oxford University Press.