

Objectivos do Ensino da Física/Química nos Ensinos Básico e Secundário – 1

– perspectivas dos professores sobre a sua relevância

A. Cachapuz^aI. Malaquias^aI. P. Martins^aMarília F. Thomaz^aN. Vasconcelos^a

Resumo

O estudo* investiga a relevância atribuída por 472 professores de Física/Química (3º ciclo do ensino básico e ensino secundário) a um conjunto de objectivos gerais definidos tendo em conta recentes propostas de investigação em Didáctica das Ciências.

A configuração e tendências actuais dessa relevância são analisadas em função do nível de ensino e perfil profissional dos docentes inquiridos. A análise dos resultados sugere:

i) Uma valorização diferencial dos objectivos propostos, sendo a relevância atribuída às categorias «conteúdos», «processos» e «atitudes» claramente superior a objectivos mais inovadores. Esta tendência manifesta-se quer no ensino básico quer no ensino secundário.

ii) De um modo geral, a profissionalização (essencialmente, estágio clássico de um ano e Licenciaturas em Ensino) parece ter induzido percepções positivas em relação aos objectivos propostos ainda que de um modo diferente nos dois níveis de ensino.

iii) Os objectivos mais tradicionais são geralmente mais valorizados em ambos os níveis de ensino qualquer que seja o número de anos de serviço dos professores.

São discutidas implicações destes resultados tendo em vista a formação (inicial e contínua) de professores de Física/Química e apresentadas propostas de estratégias de intervenção.

Inovação e Ensino da Física/Química

De acordo com McMurray [1] a implementação com sucesso de novas perspectivas educacionais, que impliquem uma mudança de comportamento dos professores, depende do reconhecimento por parte destes da relativa validade dessas perspectivas. Assim, e sendo os professores os agentes privilegiados de qualquer processo de inovação educacional, parece difícil que esta possa ser eficaz se não for precedida do estudo de possíveis desajustamentos entre

as perspectivas actuais dos professores e as que se pretendam implementar.

No caso do ensino da Física/Química (FQ) a nível do 3º ciclo do ensino básico (EB) e ensino secundário (ES), e admitindo que é possível operacionalizar novas perspectivas de ensino (pelo menos uma parte substancial) em termos de objectivos de ensino (OE), uma estratégia possível para identificar esses desajustamentos é inquirir os professores sobre o seu posicionamento em relação à relevância de um conjunto de OE definidos tendo em conta recentes trabalhos de investigação em Didáctica das Ciências, em particular, da Física e da Química (F/Q).

Esta metodologia, cuja maior virtude assenta na possibilidade de fundamentar decisões sobre o ensino da Física/Química em dados de investigação, tem naturalmente limitações. Na verdade, definir objectivos gerais de ensino é sempre uma tarefa complexa já que nem sempre é fácil a sua justificação e fundamentação. Com efeito, pretender definir hoje o que deverá ser ensinado tendo em vista preparar cidadãos para o mercado de trabalho cinco ou dez anos depois, é tentar de algum modo prever o futuro, um projecto no qual Marcel Risi [2] aconselha a que se seja modesto. É aliás paradigmático o exemplo referido por este autor em que um grupo de eminentes cientistas americanos entrevistados nos anos 30 sobre o futuro do desenvolvimento científico e tecnológico, não foi capaz de prever, por exemplo, a propulsão por jacto, a explosão da electrónica e sua miniaturização ou a energia nuclear, precisamente três invenções/descobertas que mudaram a nossa maneira de viver em poucos anos.

Em termos metodológicos, o modo como se implementou o modelo de trabalho envolveu duas fases logicamente articuladas:

- definição e validação de um conjunto de objectivos de ensino da Física/Química;
- construção de um questionário e sua administração aos professores de Física e Química de modo a obter um «espectro» actual sobre o seu posicionamento em relação à relevância dos objectivos propostos.

Tal posicionamento deve ter em conta a natureza do perfil profissional dos docentes e, da sua análise, poder-se-ão extrair indicações úteis sobre a valorização que os professores de F/Q dão aos objectivos propostos (independente-

* Este estudo insere-se no projecto de investigação «O Ensino e a Aprendizagem da Física e da Química: análise da situação actual no ensino secundário e propostas para o futuro face aos novos desafios científico-tecnológicos», subsidiado pelo Instituto Nacional de Investigação Científica, Contrato nº 85/CEX/3.

^a Grupo INEA/FQ, Universidade de Aveiro.

mente de os seus alunos os conseguirem ou não atingir nas suas aulas*.

Neste contexto, podem-se definir como objectivos específicos deste estudo:

a) Investigar a configuração e tendências actuais da relevância atribuída pelos professores de F/Q de diferentes níveis de ensino (EB/ES) a um conjunto de objectivos do ensino da F/Q.

b) Identificar eventuais articulações de a) com o perfil profissional dos docentes, nomeadamente serem ou não professores profissionalizados e experiência profissional.

Embora respostas a estas questões não permitam por si só alterar o ensino actual da F/Q nas nossas escolas, é nossa convicção que poderão contribuir para delinear estratégias de formação (inicial e contínua) tendo em vista a modernização desse ensino.

Método

Objectivos e sua fundamentação

A construção de uma lista de 10 objectivos (definidos em termos do aluno) (Quadro 1), foi um processo moroso e complexo envolvendo a consulta de numerosos trabalhos de investigação, [3 a 8], nomeadamente, e reflexão conjunta com um painel de nove professores do ensino secundário e superior de reconhecida competência profissional nas áreas disciplinares em estudo. Tal painel teve funções de validação da lista de objectivos apresentada.

Os objectivos apresentados reflectem aspectos considerados como muito importantes, quer no ensino básico quer no ensino secundário, embora se considere que se lhes possa dar um diferente ênfase nesses dois níveis de ensino.

Tal lista não pretende ser a única válida mas reflecte e sistematiza os aspectos mais salientes na altura identificados pelos autores. Pela sua generalidade, os objectivos propostos não devem ser confundidos com metas específicas de ensino eventualmente a explicitar para cada uma das duas componentes disciplinares.

Embora alguns dos objectivos, casos de I («conteúdos»), B, C («processos») e J («atitudes»), não sejam propriamente novos, eles foram considerados não só pela sua importância mas também pelo facto de em relação a eles ser desconhecida qual a relevância atribuída pelos professores portugueses.

O objectivo D («natureza da ciência») reflecte posições epistemológicas de índole racionalista que se entende deverem estar subjacentes ao ensino da F/Q. Em articulação com esta perspectiva foi também definido o objectivo E («ideias intuitivas»)** destacando a importância de perspectivas construtivistas sobre o processo de ensino/aprendizagem da F/Q.

* Um segundo estudo «Objectivos do ensino da Física/Química nos ensinos Básico e Secundário (Parte II): perspectivas dos professores sobre a sua consecução», está na sua fase final. Nele se investigam as percepções dos professores relativamente à consecução dos objectivos que consideraram relevantes e as razões das dificuldades encontradas nessa consecução.

** O uso de diferentes expressões alternativas a «ideias intuitivas», embora epistemologicamente incoerentes [9], teve simplesmente em vista facilitar a sua melhor compreensão pelos inquiridos.

QUADRO 1
Objectivos apresentados aos professores

Objectivo	Descrição
A	Conhecer alguns aspectos essenciais da história da Física e da Química.
B	Desenvolver capacidades de pesquisa adequadas à aquisição e desenvolvimento de um espírito científico (por exº. espírito crítico, de observação, de cooperação, elaboração de hipóteses).
C	Desenvolver capacidades manipulativas associadas à realização, eficaz e com segurança, do trabalho experimental.
D	Compreender o modo como a ciência se desenvolve, em particular o seu carácter problemático, a perspectiva dinâmica dos seus princípios e as características dos seus métodos.
E	Aperceber-se das ideias intuitivas* que eventualmente possui sobre conceitos de Física e de Química de modo a facilitar-lhe uma construção mais adequada dos mesmos.
F	Tomar consciência e valorizar as suas capacidades no sentido de fazer escolhas profissionais mais adequadas.
G	Compreender o interesse, as implicações e as limitações da Física e Química (aspectos éticos, culturais, económicos, sociais e tecnológicos).
H	Adquirir alguma perspectiva da ciência (Física/Química) e da tecnologia a nível nacional.
I	Compreender factos e conceitos da Física e da Química.
J	Desenvolver atitudes científicas (por exº.: honestidade intelectual, tolerância, persistência, sentido de rigor).

* também vulgarmente conhecidas como pré-conceitos ou pré-concepções.

A escolha do objectivo A («história da F/Q») pretendeu construir um todo coerente com D e E no sentido de ser importante o conhecimento (pelo menos para alguns dos conceitos centrais) das hipóteses e teorias que sobreviveram no tempo, das rejeitadas ou ainda das modificadas de acordo com novos dados então surgidos. Trata-se portanto de um objectivo centrado numa história recorrente do pensamento científico (Física/Química) e não no conhecimento factual da História. A presente lista de objectivos vai ainda ao encontro de preocupações recentes em relação à importância de sensibilizar os alunos do ensino básico e ensino secundário para o estudo das interfaces Ciência/Tecnologia/Sociedade (objectivo G).

O objectivo F («tomar consciência e valorizar as suas capacidades no sentido de fazer escolhas profissionais mais adequadas»), foi seleccionado tendo em conta que «... a orientação deixou de ser uma mera informação e aconselhamento por técnicos de orientação para passar a ser o ensino/aprendizagem dos conhecimentos, aptidões e atitudes de que um jovem necessita para tomar decisões sobre a sua educação e carreiras e para desenvolver as suas próprias perspectivas para a vida activa e adulta. Isto implica que a orientação se torne parte do curriculum, pedagógico» [10, p. 19].

Amostra e recolha de dados

A amostra inicial era constituída por 704 professores de Física e Química (cerca de 30% da população respectiva em 1986/1987), leccionando em escolas secundárias e C+S de todos os distritos do Continente. Deste grupo inicial seleccionou-se uma amostra representativa, N=521, dos quais 243 (46%) tinham desenvolvido preponderantemente (últimos quatro anos) a sua docência no ensino básico (grupo EB) e 229 (44%) no ensino secundário (grupo ES), os restantes não assinalaram qualquer predominância razão por que só os dois grupos EB e ES serão tidos em conta. A recolha de dados foi obtida no contexto da administração (em 1987) de um Questionário individual aos professores de F/Q visando o estudo de vários aspectos de seu ensino [11]. A ordenação dos objectivos na lista foi aleatória e os inquiridos desse facto informados. Cada professor foi solicitado a indicar a relevância que atribuiu a cada um dos objectivos, independentemente de considerar que os seus alunos os atingiam ou não nas suas aulas, de acordo com uma escala com quatro pontos (muito pouco importante/pouco importante/razoavelmente importante/muito importante).

Resultados

No conjunto, os objectivos propostos foram valorizados pelos professores (por exemplo, a soma das percentagens correspondentes aos dois pontos superiores da escala - «razoavelmente importante» e «muito importante» - oscila à volta de 80%). Em ambos os níveis de ensino, os perfis da relevância (expressa em percentagem de respostas) obtidos para os objectivos (Gráfico 1), são essencialmente de dois tipos: «encosta», objectivos B, C, F, I, J, e «montanha», objectivos A, D, G, H, (por exemplo, no tipo «encosta», o mínimo valor da relevância é de 0,5%, objectivo B, e o máximo é de 82,5%, objectivo I, ambos no ensino básico). O perfil «planalto» é de transição (objectivo E). De um modo global, o perfil em «encosta» corresponde a objectivos mais tradicionais enquanto o perfil em «montanha» diz respeito aos objectivos mais inovadores.

O maior intervalo de variação na relevância atribuída aos diferentes objectivos (Gráfico 1) diz respeito ao ponto «muito importante» da escala de medida ($\Delta=67,5\%$). Tal ponto coincide aliás com um dos critérios organizadores na construção da lista de objectivos. Por tais razões, a análise desse caso é privilegiada tendo-se para o efeito considerado três categorias «naturais» de resposta (Quadro 2).

QUADRO 2
Objectivos «muito importantes» e sua relevância relativa

Nível de ensino Categorias	Nível de ensino	
	Básico	Secundário
E L E V A D A 60,0% - <82,5%	B (81,5%) J (74,0%) I (71,0%) C (66,0%) F (60,0%)	I (82,5%) B (82,0%) J (80,0%) F (65,5%) C (64,0%)
M É D I A 37,5% - <60,0%	E (53,0%)	D (52,0%) E (47,0%) G (38,0%)
R E D U Z I D A 15,0% - <37,5%	G (35,5%) D (34,0%) H (22,0%) A (15,0%)	H (25,5%) A (19,0%)

A configuração dos valores aí apresentados sugere uma elevada relevância em ambos os níveis de ensino para objectivos menos inovadores. Na verdade, com excepção de F, os restantes pertencem à trilogia «conteúdos/processos/ atitudes» cuja saliência nos currícula (e também a nível da formação de professores) é notória a partir dos anos 60. O duplo aparecimento de F nesta categoria de resposta, pode reflectir o modo como os docentes tentaram resolver aquilo a que Klopfer [12] chamou o dilema básico da Educação em Ciência (ensino não-superior), i.e., a distinção entre preparar futuros investigadores ou engenheiros (alunos que seguem F/Q no Ensino Secundário) e padrões de formação científica adequados para o cidadão comum, «ciência para todos» (alunos com F/Q só no Ensino Básico). Contrariamente, poucos são os docentes que consideraram como «muito importantes» os objectivos mais inovadores. Mais animador é o resultado obtido para o objectivo E em ambos os níveis de ensino, dado estar em consonância com a importância já reconhecida dos resultados de investigação sobre concepções alternativas dos alunos. No caso do ensino secundário, parece haver, em geral, uma tendência para uma maior valorização dos objectivos propostos do que no ensino básico. A análise que a seguir se apresenta ajuda a precisar em que condições de formação profissional dos docentes essa tendência teve lugar.

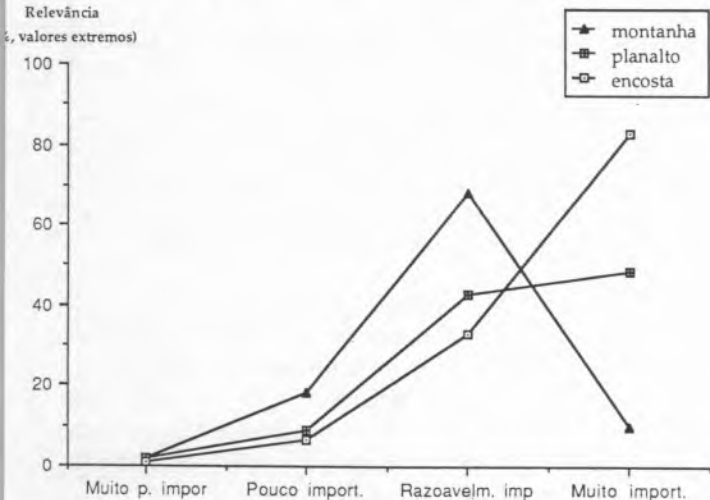


GRÁFICO 1
Perfis de relevância para os objectivos

Relevância dos objectivos e situação profissional

A análise da relevância atribuída por professores profissionalizados (N=351) e não profissionalizados (N=114, não incluindo estagiários), (1,5% de não respostas), sugere uma valorização dos objectivos propostos no caso de docentes profissionalizados (Gráficos 2a e 2b). Tendo em conta a estratificação da amostra, tal situação diz sobretudo respeito ao estágio clássico, 1 ano (53,0% dos docentes) e Licenciaturas em Ensino (31,0%).

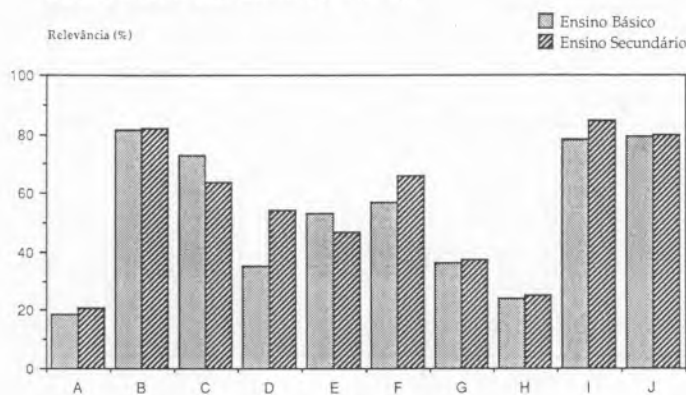


GRÁFICO 2a
Relevância (%) dos objectivos para docentes profissionalizados

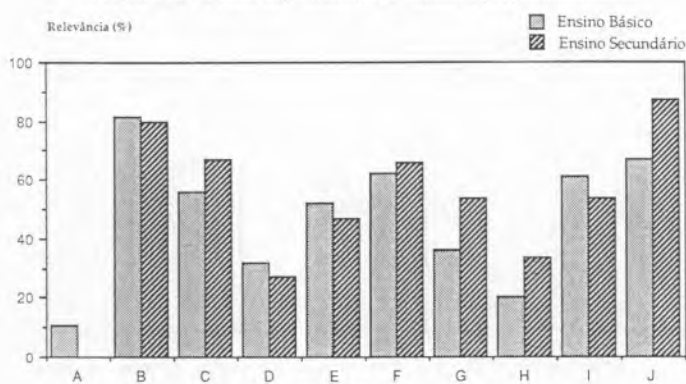


GRÁFICO 2b
Relevância (%) dos objectivos para docentes não profissionalizados

A tendência acima referida é globalmente mais saliente no caso do ensino secundário, em particular para os objectivos I («conteúdos»), D («natureza da Ciência») e A («história da F/Q»), casos em que as diferenças são estatisticamente significativas ($\chi^2=8,98$, $\alpha<0,01$ para I, $\chi^2=4,14$, $\alpha<0,05$ para D e $\chi^2=3,52$, $\alpha<0,10$ para A). No ensino básico, a profissionalização dos docentes teria sobretudo induzido percepções positivas em relação aos objectivos I («conteúdos»), C («capacidades») e J («atitudes»). Ao contrário do parcialmente observado no ES, as maiores mudanças no EB não incidiram sobre os objectivos mais inovadores.

Nalguns casos (por exemplo, objectivo J no ES), foram os docentes não-profissionalizados que valorizaram mais os objectivos. No entanto, com excepção de G e H no ensino secundário, trata-se de objectivos cuja relevância é sempre substancial.

Em ambos os níveis de ensino, a profissionalização não parece ter influenciado as perspectivas dos professores em relação à problemática das concepções alternativas (objectivo E); no mesmo sentido apontam os pequenos desvios

encontrados para os objectivos D, G e H no ensino básico. Todos estes objectivos são pouco tradicionais e tudo se passa como se a profissionalização não actuasse senão como um reforço (e não mudança qualitativa) de perspectivas já existentes. Não sendo casos únicos, eles são no entanto mais preocupantes já que tudo indica que antes da profissionalização a relevância que lhes era atribuída era bastante reduzida. A nível do sistema de ensino, tomar medidas de modo a ajudar os docentes a uma maior valorização destes objectivos é, assim, uma das conclusões a extrair da análise feita.

Relevância dos objectivos e experiência profissional

A experiência profissional é aqui operacionalizada em termos do número de anos de serviço até Outubro de 1986, intervalos de 5 anos (valores correspondentes da relevância atribuída aos objectivos são apresentados no Quadro 3).

QUADRO 3
Relevância e experiência profissional

Experiência Profissional (anos de Serviço)	0-5	6-11	11-15	16-20	>20
Objectivo					
A	EB 15,0 ES 5,5	EB11,0 ES12,5	EB16,5 ES19,5	EB22,5 ES19,5	EB21,0 EB11,0
B	87,0 100,0	79,5 72,0	51,5 76,0	89,0 86,0	78,5 84,0
C	59,5 56,0	74,0 61,0	65,5 63,0	61,0 56,0	78,5 71,0
D	29,5 39,0	39,0 61,0	35,5 52,0	35,5 51,0	28,5 51,0
E	53,0 50,0	53,5 42,0	50,0 41,0	41,0 51,0	59,0 50,0
F	53,0 72,0	65,0 53,0	57,0 71,0	53,0 58,0	78,0 67,0
G	35,0 50,0	33,5 34,5	45,0 33,0	12,0 37,0	32,0 42,5
H	19,5 35,5	26,0 22,0	19,0 18,0	16,0 27,0	32,0 27,0
I	64,0 50,0	76,0 78,0	79,0 87,0	72,0 81,0	74,0 92,0
J	73,0 89,0	76,0 72,0	76,0 74,0	74,0 76,0	77,0 89,0

[Exemplo: só 15,0% dos professores do Ensino Básico, com 0 - 5 anos de serviço, consideram A como objectivo muito importante]

A configuração desses valores sugere que, em ambos os níveis de ensino, quer os docentes mais novos na profissão quer os com mais tempo de serviço valorizam preferencialmente os objectivos mais tradicionais, i.e., («conteúdos, processos, atitudes»). Na verdade, os perfis de variação para esses objectivos distribuem-se em patamares de relevância claramente superiores aos dos restantes.

Embora não seja possível identificar uma única tendência de variação, os maiores desvios da relevância têm lugar, de

um modo geral, até aos 10 primeiros anos de serviço (por exemplo, I e D). Para estes docentes, em particular no ensino básico, tais variações correspondem globalmente a uma valorização dos objectivos. Este resultado pode ser interpretado como reflectindo uma maior permeabilidade à mudança de valores por parte de docentes em início de carreira. As variações menores na relevância têm lugar entre os 10 e 20 anos de serviço. A partir dos 20 anos, há no ensino secundário uma clara tendência para a estabilização (em particular para os objectivos mais inovadores), enquanto no ensino básico as variações são dificilmente interpretáveis por não dizerem respeito a qualquer tipo particular de objectivos.

De um modo global, os resultados obtidos permitem balizar no tempo as diferenças já encontradas anteriormente (Quadro 2) entre sub-grupos de objectivos.

O facto da relevância atribuída aos objectivos apresentados ser pouco variável com o tempo de serviço não é propriamente de estranhar, em particular os mais inovadores. Na verdade, a experiência profissional, por si só, não introduz nenhum critério de inovação nas perspectivas dos professores. Antes pelo contrário, pode levar à reprodução de práticas docentes conservadoras.

Conclusões

Os resultados apresentados sugerem algumas propostas tendo em vista delinear/reformular estratégias de intervenção a nível da formação de professores de Física/Química. Assim, parece importante que, quer a nível da formação inicial quer a nível da formação contínua, se desenvolvam esforços no sentido de se valorizarem áreas de formação nas quais se realce o carácter problemático do conhecimento científico, se promova uma maior consciência das inter-relações Ciência (Física/Química)/Tecnologia/Sociedade e se tenha em conta ideias alternativas dos alunos sobre conceitos da Física/Química.

Esta proposta não significa comprometer objectivos tradicionalmente privilegiados, centrados nos conteúdos e processos, mas tão-só proporcionar um maior equilíbrio entre diferentes categorias de objectivos de ensino da Física/Química de modo a dar oportunidade aos alunos de desenvolverem uma perspectiva moderna sobre essas áreas do saber. Uma tal visão mais equilibrada não implica necessariamente menos horas de ensino dedicado aos conteúdos ou processos. Significa sim que o ensino da Física/Química deverá incorporar harmoniosamente os diferentes aspectos referidos. Por exemplo, é questionável a actual lógica e organização do trabalho experimental quer no ensino básico quer no ensino secundário [13]. Uma reflexão sobre o mesmo, epistemologicamente fundamentada em pressupostos racionalistas (envolvendo portanto a articulação entre objectivos B e D), permitiria talvez tirar melhor partido dos investimentos feitos e das expectativas criadas nos professores e alunos sobre o trabalho experimental.

A nível do sistema de ensino, a valorização de áreas de formação identificadas neste estudo como carenciadas passa não só por uma melhor formação de professores mas também, e sobretudo, por uma adequada formação de

formadores. Na verdade, esta última é certamente insuficiente em Portugal embora através dela se pudesse veicular uma boa parte da inovação didáctico-pedagógica, em particular, a articulação entre investigação e práticas docentes.

No que respeita à formação inicial de professores, parece útil criar em todas as Licenciaturas em Ensino uma disciplina de epistemologia das ciências, convenientemente articulada com as disciplinas de didáctica ou metodologias de ensino.

No tocante à formação contínua, é necessário centrá-la não só sobre as práticas de ensino, mas também na reflexão e investigação (envolvendo os próprios docentes) sobre essas mesmas práticas. De contrário, correr-se-á o risco de se valorizarem práticas espontaneístas.

Na presente investigação não se detectou qualquer relação entre condições de trabalho dos professores e uma valorização diferencial dos objectivos propostos. Tal não significa que os professores inquiridos não tenham opiniões menos positivas sobre as suas condições de trabalho [11] mas tão-só que as percepções evidenciadas sobre os objectivos de ensino têm sobretudo a ver com a própria formação profissional dos docentes. Um tal aspecto realça o interesse de se ter levado a cabo o presente estudo. Fica por responder qual a relação existente entre essas percepções e as práticas de ensino na sala de aula. Dela se falará num próximo estudo.

Referências

- [1] McMURRAY, F. (1975). «Concepts of mind and intelligence in educational theory». *Educational Theory*, 25, 234-242.
- [2] RISI, M. (1982). «Macroscole - A Holistic Approach to Science Teaching». Ed. Science Council of Canada.
- [3] FENSHAM, P. (1983). «A Research Base for New Objectives of Science Teaching». *Sci. Educ.*, 67(1), 3-12.
- [4] POGGE, A. and YAGER, R. (1987). «Citizen Groups' Perceived Importance of the Major Goals for School Science». *Sci. Educ.*, 71(2), 221-227.
- [5] AIKENHEAD, G. (1987). «High-School Graduates' Beliefs about Science-Technology-Society. III. Characteristics and Limitations of Scientific Knowledge». *Sci. Educ.*, 71(4), 459-487.
- [6] FLEMING, R. (1987). «High-School Graduates' Beliefs about Science-Technology-Society. II. The Interaction Among Science, Technology and Society». *Sci. Educ.*, 71(2), 163-186.
- [7] «Science Education in Canadian Schools» (1984). Background Study 52, Volume I. Ed. Science Council of Canada.
- [8] «Alternatives for Science Education» (1979). The Association for Science Education, College Lane, Herts.
- [9] ABIMBOLA, I.O. (1988). «The Problem of Terminology in the Study of Student Conceptions in Science». *Sci. Educ.*, 72(2), 175-184.
- [10] «A Orientação e a Escola» (1987). Documento de trabalho, G.E.P., Lisboa.
- [11] CACHAPUZ, A., MALAQUIAS, I., MARTINS, I.P., THOMAZ, Marília F. e VASCONCELOS, N. «Resultados de um inquérito nacional aos professores de Física e Química - 3º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário - 1987». Monografia, Universidade de Aveiro (em impressão).
- [12] KLOPFER, L. (1969). «Science Education in 1991», *School Review*, 77(3/4), 199-217.
- [13] CACHAPUZ, A., MALAQUIAS, I., MARTINS, I.P., THOMAZ, Marília F. e VASCONCELOS, N. «O Trabalho Experimental nas Aulas de Física e Química: uma perspectiva nacional» (submetido para publicação na *Gazeta de Física*).