

e) Children believe that school methods are more suitable than their own out-of-school strategies.

It is evident that when allowed, children can make their outside school knowledge explicit in a research school context. This seems to be a starting point to make the bridge. This study also suggests that the outside-school methods could be integrated in school practices to make school mathematics more meaningful. However, some questions still remain: how will this process become a routine inside real classrooms? To what extent can pupils be enabled to make this link between outside and in-school mathematics, and will this improve their learning at school?

#### REFERENCES

- Abreu, G. (1988). *O uso da Matemática na Agricultura: o caso dos Produtores de Cana-de Açúcar*. UFPE, Brazil.
- Bishop, A. J. (1988). *Mathematical Enculturation: A Cultural Perspective on Mathematics Education*. Kluwer, Dordrecht.
- Carráher, T. N. (1988). Street Mathematics and School Mathematics, *PME XII*, vol. 1. Hungary, 1-23.
- D'Ambrosio, U. (1985). *Socio-cultural Bases for Mathematics Education*. Unicamp, Campinas, Brazil.
- Harré, R. (1986). The Step to Social Constructionism, in Richards, M. & Light P. (eds) *Children of Social Worlds*. Polity Press, Cambridge (UK), 287-296.
- Lave, J. (1988). *Cognition in Practice: Mind, Mathematics and Culture in Everyday Life*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Saxe, G. B. (1990). *Culture and Cognitive Development: Studies in Mathematics Understanding*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N. J.

NOTE: Guida de Abreu's research is sponsored by CNPq / Brasil.

#### O USO DO CONHECIMENTO EXTRA-ESCOLAR NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ESCOLARES DE MATEMÁTICA

**Resumo** - Neste artigo relata-se um projecto de investigação com crianças portuguesas, cujo objectivo foi estudar a relação entre os conhecimentos extra-escolar e escolar. Os resultados de estudos de caso são apresentados em termos (1) do tipo de conhecimento matemático que as crianças trazem consigo e (2) da influência dos constrangimentos socioculturais no uso que elas fazem da Matemática.

#### L'UTILISATION DE LA CONNAISSANCE EXTRA-SCOLAIRE POUR LA RESOLUTION DE PROBLEMES SCOLAIRES DE MATHÉMATIQUES

**Résumé** - Dans cet article on rend compte d'un projet de recherche avec des enfants portugais et dont l'objectif est l'étude de la relation entre les connaissances extra-scolaires et scolaires. Les résultats d'études de cas sont présentés en termes (1) du type de connaissance que les enfants apportent et (2) de l'influence des contraintes socio-culturelles au niveau de leur utilisation en mathématiques.

## OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS E A PROBLEMÁTICA DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

Manuel Sequeira e Laurinda Leite\*  
Universidade do Minho, Portugal

**Resumo**: Desde meados da década de 80, o tema das concepções alternativas tem sido progressivamente introduzido em diversos cursos de formação de professores de ciências. Contudo, pensa-se que muitos dos actuais professores de Ciências Físico-Químicas não possuem ainda um conhecimento suficiente desta problemática que lhes permita, tal como recomendam os projectos dos novos programas, ensinar Física e Química com base nos conhecimentos prévios dos alunos. Este estudo pretende investigar: a) o conhecimento dos professores de Ciências Físico-Químicas acerca da problemática das concepções alternativas, b) a confiança dos professores nesse conhecimento, c) as necessidades sentidas pelos professores para implementarem a recomendação dos novos programas e d) as causas a que os professores atribuem a existência e/ou a persistência das concepções alternativas. Os dados foram recolhidos, por questionário, junto de 269 professores portugueses de Ciências Físico-Químicas. Os resultados apontam para a necessidade de aumentar a formação destes professores na problemática das concepções alternativas, a fim de que eles possam efectivamente leccionar a sua disciplina a partir dos conhecimentos prévios dos alunos.

A problemática das concepções alternativas emergiu em Portugal, em meados da década de 80, com as dissertações de mestrado elaboradas por alguns dos professores de ciências que frequentaram um curso de Mestrado em Educação (especialidade de ensino das ciências) na Universidade do Minho. Desde então, este assunto tem sido progressivamente introduzido em cursos de formação inicial e de pós-graduação para professores de ciências. No entanto, as conferências, workshops e cursos de curta duração que têm abordado esta problemática são provavelmente as principais fontes do conhecimento que os professores que começaram a ensinar ciências nas escolas portuguesas antes de meados dos anos 80 possuem sobre as concepções alternativas (uma vez que a sua formação de base não incluiu este tema).

Os projectos de programa das disciplinas do âmbito das Ciências da Natureza aconselham os professores a basear o seu ensino nas concepções dos estudantes, de acordo com uma perspectiva construtivista da aprendizagem. Apesar da importância desta recomendação, pouco foi feito em Portugal no sentido de investigar até que

\* Bolseira do INIC.

ponto a formação e as atitudes dos professores relativamente à problemática das concepções alternativas lhes permitem pôr em prática tal recomendação.

De facto, tanto quanto se sabe, apenas três estudos versaram este assunto. Um deles (Cachapuz et al, 1991) centrou-se no modo como os alunos-futuros professores de Ciências Físico-Químicas são introduzidos nesta problemática, no âmbito das disciplinas de didáctica/metodologias de ensino que fazem parte da sua formação inicial. Este estudo mostrou que todos os docentes universitários que, na sua qualidade de responsáveis por essas disciplinas, participaram no estudo afirmaram introduzir os seus alunos na problemática das concepções alternativas embora, na opinião dos autores, alguns deles não tratem adequadamente, do ponto de vista didáctico, este tema.

Outro estudo (Sequeira e Leite, 1991a) comparou as atitudes face às concepções alternativas em mecânica, manifestadas por professores que já tinham ouvido falar da problemática das concepções alternativas com as de professores que nunca tinham ouvido falar desse assunto. Os resultados desse estudo parecem indicar que os professores que tinham ouvido falar de concepções alternativas tendem a apresentar atitudes mais positivas e a aperceberem-se mais frequentemente que os alunos possuem concepções alternativas sobre conceitos e princípios do domínio da mecânica.

O terceiro estudo (Sequeira e Duarte, 1991) investigou as atitudes e práticas de professores de Ciências da Natureza relativamente à problemática das concepções alternativas. Os seus resultados parecem indicar que estes professores tendem a apresentar atitudes positivas face à referida problemática mas usam algumas práticas de ensino que são pouco consistentes com uma perspectiva construtivista da aprendizagem.

Contudo, baseados nos resultados de alguns estudos realizados no país, com professores (Sequeira e Leite, 1991b) e com futuros professores (Sequeira, Duarte e Leite, 1991) de Ciências Físico-Químicas, e no estrangeiro, nomeadamente no Canadá, com professores de Física (Berg e Brouwer, 1991), os autores suspeitam que a maioria dos professores de Ciências Físico-Químicas não se sinta preparada para ensinar os novos programas com base nas ideias dos alunos.

Assim, este artigo pretende investigar: a) a percentagem de professores de Ciências Físico-Químicas que já ouviu falar da problemática das concepções alternativas, b) a preparação dos professores e a sua confiança nessa preparação, c) as necessidades dos professores para ensinarem os novos programas com base nas concepções dos alunos e d) as causas a que os professores atribuem a existência e/ou a persistência de tais concepções.

## Metodologia

### *População e amostra*

A população deste estudo é constituída pelos professores portugueses de Ciências Físico-Químicas. Segundo informação fornecida pelo GEP, esta população era, em 1988/89, constituída por 3101 professores (dado disponível mais recente).

Os autores partiram do princípio de que 10% destes professores, escolhidos aleatoriamente, constituiriam uma amostra representativa da população. No entanto, dada a dificuldade em seleccionar individualmente os professores, não se fez a escolha aleatória e individual destes mas antes a escolha aleatória de um conjunto de escolas onde se previa existir o número necessário de professores. Por isso, e sabendo

que em estudos em que a recolha de dados se faz pelo correio apenas cerca de 30% dos sujeitos convidados participam efectivamente (Fox, 1987, p. 397), convidaram-se 120 escolas, onde se previa existirem cerca de 1000 professores, a responder ao questionário elaborado para recolha de dados no âmbito deste estudo. Apenas 269 professores (representando 8.7% da população) devolveram um questionário devidamente preenchido.

### *Instrumento*

Dada a dimensão e a dispersão da amostra, a recolha de dados fez-se através de um questionário que foi elaborado por um dos autores.

A primeira versão do questionário foi discutida com seis professores de Ciências Físico-Químicas, dois especialistas em Educação em Ciência e um especialista em Métodos de Investigação. Os seus comentários foram tidos em consideração durante a elaboração da segunda versão do questionário. A adequação de cada questão ao objectivo que com ela se pretendia atingir foi avaliada por três juízes. Uma vez que todos eles concordaram que as questões da segunda versão estavam de acordo com os objectivos formulados, o questionário foi então distribuído a alguns professores para ser respondido nas condições do estudo definitivo. Receberam-se 13 questionários completos cuja análise mostrou que não era necessário fazer alterações significativas no questionário pelo que este se considerou pronto para o estudo final.

As questões incluídas no questionário serão um pouco mais especificadas na secção sobre apresentação e discussão dos resultados, à medida que os dados forem sendo analisados. Contudo, convém desde já referir que os respondentes foram informados, no início do questionário, de que nele se considerava que "ideias alternativas", "conceitos prévios", "visões privadas de conceitos científicos" são sinónimos de "concepções alternativas".

## Apresentação e discussão dos resultados

### *Conhecimento da problemática das concepções alternativas*

Apenas 48% dos professores participantes neste estudo (ou seja, 129 participantes) afirmaram que já tinham ouvido falar de concepções alternativas. O gráfico 1 mostra a distribuição destes professores em função da sua situação profissional e do tempo de serviço. Como se pode verificar, a maior parte dos professores que ouviram falar de concepções alternativas são professores profissionalizados.

A baixa percentagem de professores que declararam ter ouvido falar de concepções alternativas era esperada pelos autores devido ao facto de se tratar de um tema novo no domínio da Educação em Ciências, tanto em Portugal como a nível mundial. Contudo, se esta amostra for de facto representativa dos professores portugueses de Ciências Físico-Químicas, este resultado significa que é necessário investir muito e rapidamente na formação de professores relativamente à problemática das concepções alternativas, a fim de que eles estejam preparados para ensinar os novos programas, a partir de 1992, com base nos conceitos prévios dos alunos e, de um modo especial, nas suas concepções alternativas.

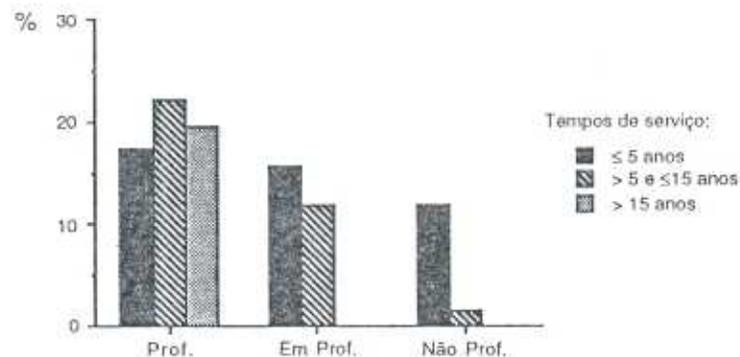


Gráfico 1: Distribuição dos professores que ouviram falar de concepções alternativas em função da situação profissional e do tempo de serviço dos mesmos

No gráfico 2 apresenta-se as percentagens de professores de cada grupo (caracterizado pela situação profissional e pelo tempo de serviço) que afirmaram ter ouvido falar de concepções alternativas. Verifica-se que, nos grupos de professores profissionalizados, o dos professores com cinco ou menos anos de serviço é aquele em que uma maior percentagem de professores (56.4%) ouviu falar do assunto em causa. Este facto poderá estar relacionado com a introdução da problemática das concepções alternativas que, desde meados dos anos 80, tem vindo a ser feita na formação inicial dos professores. Por outro lado, verifica-se que percentagens elevadas (igual ou superior a 69.0%) dos professores em profissionalização afirmaram ter ouvido falar da problemática, o que poderá ter a ver com a sua introdução nos cursos de licenciatura em ensino ou ramo educacional que os estagiários (do estágio integrado) estão a completar ou nos cursos de profissionalização que os formandos estão a frequentar.

Apenas 9.6% dos professores que já ouviram falar de concepções alternativas (4.4% dos professores participantes no estudo) consideraram possuir um nível de conhecimento bom ou muito bom acerca da problemática em causa neste estudo. Por outro lado, 40.0% desses professores (19.0% do número total de participantes) consideraram que possuem sobre, este assunto, um conhecimento nulo ou fraco. Os restantes professores que tinham ouvido falar de concepções alternativas afirmaram possuir um conhecimento razoável da problemática em causa.

Os professores profissionalizados e em profissionalização, com cinco ou menos anos de serviço, parecem sentir-se mais conhecedores deste assunto do que os seus colegas com maior experiência de ensino (tabela 1). Esta diferença de conhecimento pode ser explicada pelo facto de estes grupos de professores incluírem quase todos os professores que estudaram formalmente o assunto em questão durante os cursos de formação inicial que já completaram (caso dos professores profissionalizados) ou que estão a completar (caso dos professores em profissionalização).

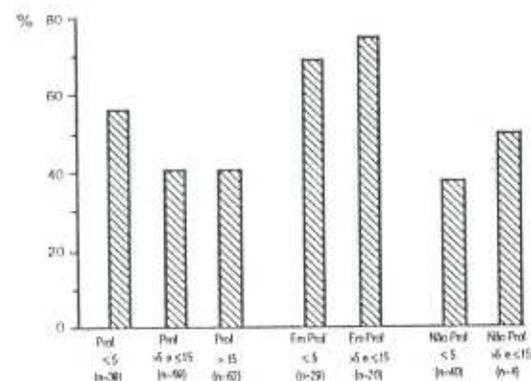


Gráfico 2: Percentagem de cada grupo de professores que ouviu falar de C.A.

Apenas 34.1% dos professores que já tinham ouvido falar de concepções alternativas foram capazes de definir, de modo aceitável, o conceito de concepção alternativa. Os restantes professores ou consideraram que as concepções alternativas são "todas as ideias (correctas ou incorrectas) possuídas pelos alunos" (32.6%) ou foram incapazes de dar uma definição compreensível (33.3%) deste conceito fundamental da educação em ciências.

TABELA 1  
Percepção dos professores acerca do seu conhecimento sobre a problemática das concepções alternativas (%)

Nível de conhecimento	Profissionalizados			Em Profissionaliz.		Não profissionais.	
	≤ 5 (n=22)	> 5 e ≤ 15 (n=28)	> 15 (n=25)	≤ 5 (n=20)	> 5 e ≤ 15 (n=15)	≤ 5 (n=15)	> 5 e ≤ 15 (n=2)
Nulo/ Fraco	32	47	48	15	53	47	50
Razoável	64	46	48	60	40	40	50
Bom/ M. Bom	4	7	4	25	7	13	0

Nota: Não participaram no estudo professores "Em Profissionalização" ou "Não profissionalizados" com mais de 15 anos de serviço.

Os professores profissionalizados e em profissionalização, com cinco ou menos anos de serviço, são os que apresentam maiores percentagens de definições correctas (tabela 2) o que, mais uma vez, pode dever-se ao tratamento do tema na formação inicial destes professores.

**TABELA 2**  
Comportamento dos professores na definição de "concepção alternativa" (%)

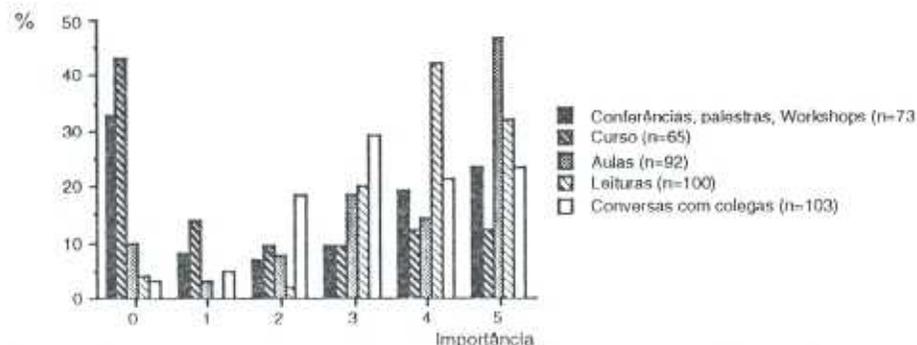
Tipo de definição	Profissionalizados			Em Profissionali.		Não profissionali.	
	≤ 5 (n=22)	>5 e ≤ 15 (n=28)	> 15 (n=25)	≤ 5 (n=20)	>5 e ≤ 15 (n=15)	≤ 5 (n=15)	>5 e ≤ 15 (n=2)
Correcta	46	25	24	55	33	33	0
Todas ideias	27	29	48	25	47	20	0
Outras	27	46	28	20	20	47	100

As definições baseadas em "todas as ideias dos alunos" podem estar relacionadas, de alguma forma, com o facto de alguns autores usarem expressões como "ideias dos alunos", "conhecimento prévio", "conhecimento privado", etc., para se referirem às concepções alternativas. Aquelas designações não distinguem claramente entre ideias aceites e ideias não aceites pela comunidade científica e, se não forem devidamente clarificadas e contextualizadas, não poderão ser correctamente entendidas pelos professores, fazendo com que, conseqüentemente, também eles não distingam entre ideias que os alunos possuem e que são aceites pela comunidade científica (concepções científicas) e ideias que os alunos possuem, que fazem sentido para eles e lhes são úteis mas que não coincidem com as concepções aceites pelos cientistas no momento em causa (concepções alternativas).

Embora uma correcta definição não seja condição suficiente para garantir um bom nível de conhecimento de um determinado assunto, parece-nos que ela é uma condição necessária para esse conhecimento. Infelizmente, a maior parte dos professores que já tinham ouvido falar de concepções alternativas não foi capaz de dar tal definição, facto que poderá constituir um argumento a mais em favor da tese de que o conhecimento que os professores de Ciências Físico-Químicas possuem acerca desta problemática é reduzido.

O gráfico 3 mostra o modo como os professores ordenaram várias fontes potenciais de informação acerca da problemática das concepções alternativas, com base na importância que cada uma teve para cada professor.

Como se pode verificar pela análise do gráfico, a fonte que obteve maior percentagem de primeiros lugares (cerca de 50%) na ordenação foi "aulas" logo seguida de "leituras". De notar ainda a elevada percentagem de segundos lugares obtida por "aulas" (cerca de 45%) bem como as elevadas percentagens de professores para quem "cursos" e "conferências, palestras e workshops" não tiveram qualquer importância. A estas duas últimas elevadas percentagens haverá ainda, em nosso entender, que adicionar um factor devido ao relativamente elevado número de professores que não atribuiu qualquer classificação a estas fontes na ordenação que efectuou. Parece, portanto, que enquanto que as aulas e leituras foram as principais



**Gráfico 3:** Ordenação de algumas potenciais fontes de informação sobre concepções alternativas efectuada pelos professores que ouviram falar do assunto

fontes de informação para um número muito elevado de participantes no estudo, os cursos e as conferências, palestras e workshops não tiveram qualquer importância para uma percentagem elevada de professores (ou porque não se centraram nesta problemática ou porque os professores não participaram neles).

Na tabela 3 mostra-se o nível de importância acima do qual 50% dos sujeitos de cada grupo colocaram cada uma das fontes consideradas.

**TABELA 3**  
Ordenação de algumas fontes potenciais de informação sobre concepções alternativas (Mediana)

	Confer./ Worksh.	Cursos	Aulas	Leituras	Conversas c/colegas
(N=129)					
Tempo de serviço					
≤ 5 (n=57)	1	0	5	4	3
> 5 e ≤ 15 (n=45)	2	2	4	4	4
> 15 (n=25)	4	1	4	4	3
Conhecimento sobre as CA					
Nulo/Reduzido (n=51)	3.5	2	3	4	4
Razoável (n=64)	3	1	5	4	3
Bom/Muito Bom (n=12)	0	0	5	4	3

Ordenação: de 5 (importância máxima) a 1 (importância mínima); 0=nenhuma importância  
CA - Concepções alternativas

É de salientar a elevada importância que as aulas parecem ter tido para o grupo de professores com menor tempo de serviço (mediana=5, o que significa que 50% dos professores considera as aulas como a fonte de conhecimento mais importante) quando comparadas quer com as outras fontes de informação quer com a importância que tiveram para os outros grupos de professores (Neste último caso as diferenças entre os grupos de professores estão muito próximas da significância estatística). Esta mais elevada importância das aulas pode ser explicada pelo facto de os professores com cinco ou menos anos de serviço terem todos ou quase todos eles estudado o tema nas aulas das disciplinas de didáctica ou metodologias de ensino dos seus cursos de formação inicial.

A relativamente alta importância atribuída às aulas pelos professores com mais de cinco e quinze ou menos anos de serviço pode ser explicada pelo facto de alguns professores estarem a frequentar cursos de profissionalização que incluem aulas em que a problemática das concepções alternativas é abordada ou de terem começado a leccionar antes de acabarem as suas licenciaturas e, portanto, terem estudado o tema na sua formação inicial.

No entanto, a também relativamente elevada importância atribuída às aulas pelos professores com mais de quinze anos de serviço levanta algumas questões relativamente ao entendimento que poderá ter sido feito da palavra aulas. Pode ter acontecido que os professores com mais experiência tenham interpretado aulas como se se tratasse das suas próprias aulas (e não de aulas que alguém lhes tivesse dado a eles, como se pretendia) e que eles considerem que adquiriram um razoável conhecimento desta problemática da sua experiência como professores de Ciências Físico-Químicas. De facto, pensamos que isso pode acontecer mas parece-nos que a probabilidade dessa ocorrência e o aproveitamento pedagógico que disso poderá ser feito será muito maior se os professores estiverem previamente alerta para o problema.

É interessante verificar como a importância das conferências aumenta com o tempo de serviço dos professores e como elas foram particularmente importantes para os professores com mais de quinze anos de serviço (mediana=4). Neste caso as diferenças entre os grupos de professores são estatisticamente significativas quando analisadas com o teste Kruskal-Wallis ( $df=2$ ,  $H$  corrigido para agrupamentos=6.959,  $p<.05$ ). Contudo, a importância das conferências parece diminuir à medida que a confiança dos professores no seu próprio conhecimento da problemática aumenta. Talvez as conferências, as workshops, etc., tenham sido importantes fontes de conhecimento para os professores com mais experiência mas talvez eles não sintam que elas tenham sido tão eficazes quanto isso. O contrário parece ser válido para as aulas uma vez que a sua importância aumenta com a confiança dos professores no seu conhecimento da problemática. As diferenças entre grupos de professores são, neste caso, estatisticamente significativas ( $df=2$ ,  $H$  corrigido para agrupamentos=16.756,  $p<.0005$ ).

Embora as leituras pareçam ser uma importante fonte de conhecimento qualquer que seja o grupo de professores considerado (mediana sempre igual a 4), a sua contribuição para o conhecimento da problemática das concepções alternativas é um pouco duvidosa uma vez que os professores que consideraram possuir conhecimento nulo ou fraco atribuíram às leituras uma importância tão grande quanto a atribuída pelos outros colegas.

A importância muito baixa atribuída aos pequenos cursos pode dever-se principalmente ao facto de, tanto quanto se sabe, estes terem sido organizados e/ou se

centrarem nesta problemática muito raramente.

Por sua vez, as conversas com colegas parecem ser uma fonte de conhecimento razoavelmente importante para os professores (mediana sempre maior ou igual que 3). No entanto, é de notar que os professores menos confiantes no seu conhecimento acerca da problemática foram aqueles que atribuíram maior importância a esta potencial fonte de conhecimento (mais de 50% atribuíram-lhe o segundo lugar - mediana=4). As diferenças de comportamento entre os grupos de professores, relativamente a esta fonte de informação, são estatisticamente significativas, sendo os resultados do teste de Kruskal-Wallis os seguintes:  $df=2$ ,  $H$  corrigido para agrupamentos=15.987,  $p<.0005$ . Assim, embora as conversas com colegas possam ter sido uma fonte importante de informação para alguns professores (talvez porque foram a única) parece que eles não sentem ter aprendido muito com isso.

#### *Os novos programas e o ensino baseado nas concepções dos estudantes*

Apenas 53% dos professores que tinham ouvido falar de concepções alternativas afirmaram ter conhecimento de que os novos programas aconselham a basear o ensino da Física e da Química nas ideias dos alunos.

Relativamente ao grau de dificuldade associado à implementação dos novos programas com base nas ideias dos alunos, 40% dos professores que já tinham ouvido falar de concepções alternativas afirmaram que prevêem muitas dificuldades quando tentarem pôr essa recomendação em prática. Apenas 6% desses professores afirmaram que não prevêem nenhuma dificuldade e os restantes 54% afirmaram prever alguma dificuldade.

A tabela 4 mostra que os professores com menor experiência de ensino parecem prever mais dificuldades na implementação da recomendação dos novos programas do que os seus colegas com mais de cinco anos de serviço.

TABELA 4

Nível de dificuldade previsto pelos professores no ensino dos novos programas com base nas concepções dos alunos, em função do tempo de serviço dos professores (%) (N=127)

Nível de dificuldade	Tempo de serviço (anos)		
	≤ 5 (n=57)	> 5 e ≤ 15 (n=45)	> 15 (n=25)
Muita dificuldade	45.4	30.2	43.5
Alguma dificuldade	54.6	65.1	34.8
Nenhuma dificuldade	0.0	4.7	21.7

A análise por tabela de contingência mostrou haver diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de professores considerados na tabela 4 ( $df=4$ ,  $\chi^2=17.438$ ,  $p<.005$ ). Estas diferenças de comportamento podem dever-se a um

conhecimento mais profundo da problemática por parte dos professores com menos experiência e da sua consequente maior consciencialização acerca da resistência das concepções alternativas à mudança e da necessidade de estratégias de ensino novas e de natureza construtivista bem como a uma certa resistência que os professores mais experientes terão em abandonar estratégias de ensino que têm usado ao longo de vários anos, para passarem a usar as recomendadas estratégias construtivistas.

O gráfico 4 mostra o modo como os professores ordenaram algumas potenciais fontes de dificuldade para o ensino da Física a partir das concepções dos alunos. De notar que percentagens muito importantes de professores colocaram em primeiro lugar (5-importância máxima) "elevado número de alunos por turma", "conhecimento insuficiente acerca das concepções alternativas" e "extensão dos programas/tempo disponível". As fontes que foram consideradas por mais professores como tendo importância mínima (1) ou nula (0) foram "falta de apoio de investigadores" e "conhecimento insuficiente sobre as concepções alternativas". De notar que a percentagem de professores que atribuiu importância mínima à fonte referida em último lugar é semelhante à percentagem que a colocou em primeiro lugar (cerca de 30%). Assim, aproximadamente um terço dos professores colocou esta fonte no topo da seriação, um terço na base da seriação e o restante terço distribuiu-se entre os dois extremos, o que parece denotar uma certa falta de consenso entre os professores relativamente à importância desta potencial fonte de dificuldade. De realçar ainda que enquanto que a percentagem de professores aumenta com a subida de "elevado número de alunos por turma" na seriação, o contrário se passa com "falta de apoio de investigadores", caso em que a percentagem de professores aumenta à medida que a posição na seriação desce. Este facto pode indicar a existência de algum consenso entre os professores relativamente à elevada dificuldade introduzida pelo elevado número de alunos da turma e à baixa dificuldade introduzida pela falta de apoio de investigadores na implementação da recomendação dos novos programas.

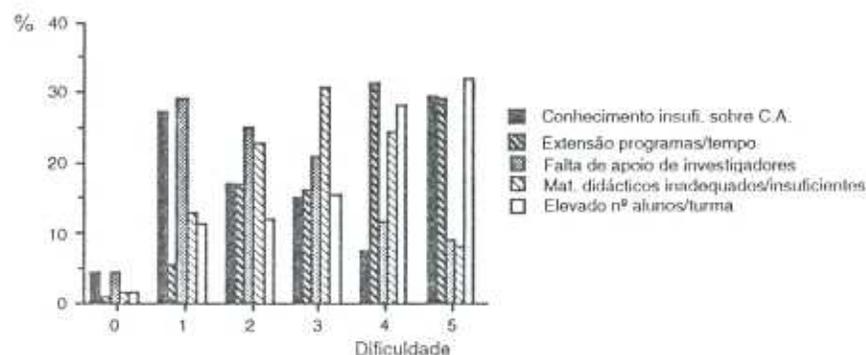


Gráfico 4: Ordenação de algumas potenciais fontes de dificuldade para o ensino dos novos programas com base nas concepções dos alunos

A tabela 5 mostra o modo como os diversos grupos de professores ordenaram as fontes de dificuldade (para a implementação da recomendação dos novos programas) que foram consideradas neste estudo. Uma análise global dos dados contidos nesta tabela permite-nos salientar a relativamente elevada posição atribuída a "extensão dos programas/tempo" (B) e a "elevado número de alunos por turma" (E) e a relativamente baixa posição atribuída a "reduzido conhecimento da problemática por parte dos professores" (A), "falta de apoio de investigadores" (C) e "falta de materiais didáticos adequados" (D). Isto pode significar que, qualquer que seja a experiência dos professores e a sua percepção do conhecimento sobre concepções alternativas, eles tendem a encontrar barreiras para a implementação da recomendação dos novos programas fora das suas salas de aula (uma vez que os programas e o número de alunos por turma não são determinados por eles próprios) e a remeter para segundo plano as dificuldades relacionadas com aspectos em que eles poderiam exercer alguma influência no sentido de as minimizar. No entanto, é também possível que alguns professores pensem que de pouco serve melhorar a sua formação e os recursos materiais se os programas e o número de alunos por turma não forem reduzidos.

TABELA 5  
Ordenação das principais fontes de dificuldade para o ensino dos novos programas com base nas concepções alternativas dos alunos (Mediana) (N=129)

	A	B	C	D	E
Tempo de serviço					
≤ 5 (n= 57)	3	4	2	3	4
> 5 e ≤ 15 (n= 45)	3	4	2	3	4
> 15 (n= 25)	2	4	2	3	4
Conhecimento sobre as CA					
Nulo/Reduzido (n= 51)	4	3	2	3	4
Razoável (n= 64)	2	4	2	3	4
Bom/Muito Bom (n= 12)	2	5	3	3	2.5

Nota: A-Conhecimento insuficiente da problemática das concepções alternativas; B-Extensão dos programas; C-Falta de apoio de investigadores; D-Materiais didáticos inadequados e/ou insuficientes; E-Elevado número de alunos por turma.

Relativamente às diversas fontes de dificuldade, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos de professores com diferentes tempos de serviço. No entanto, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre grupos de professores com diferentes percepções de conhecimento acerca da problemática, relativamente aos itens "conhecimento insuficiente da problemática por parte dos professores" (A) ( $df=2$ ,  $H$  corrigido para agrupamentos=10,02,  $p<.01$ ) e "extensão do programa/tempo" (B) ( $df=2$ ,  $H$  corrigido para agrupamentos=12,923,  $p<.005$ ). Embora seja necessária alguma cautela na análise destes dados devido ao reduzido número de professores no grupo "bom/muito bom", estes resultados podem significar que os professores do grupo

menos confiante no seu conhecimento da problemática estão mais alerta para a dificuldade que a sua falta de conhecimento pode introduzir na implementação dos novos programas. Por outro lado, parece que os professores com uma percepção mais elevada de conhecimento, estão mais alerta para o tempo necessário para que os alunos realizem uma mudança conceptual efectiva, uma vez que são aqueles que consideram a extensão dos programas como a fonte de dificuldade mais importante.

O gráfico 5 mostra o modo como os professores ordenaram um conjunto de itens que podem contribuir para melhorar o modo como lidam com as concepções alternativas dos alunos.

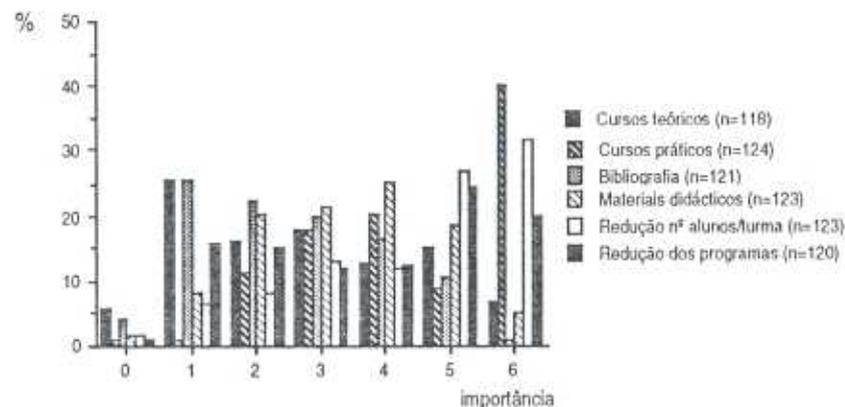


Gráfico 5: Ordenação de alguns itens que podem contribuir para melhorar o modo como os professores lidam com as concepções dos alunos.

Os itens que foram colocados em primeiro lugar (6-importância máxima) por percentagens mais elevadas de professores foram "cursos práticos", "redução do número de alunos por turma" e "redução dos programas". Por outro lado, "cursos teóricos" e "bibliografia" são os itens a que percentagens mais elevadas de professores atribuíram importância mínima (1) ou nula (0). Isto pode significar que muitos professores não se sentem totalmente capazes para, por si só (por exemplo, recorrendo a bibliografia adequada) ou com a ajuda de cursos teóricos, alterarem o modo como lidam com estas ideias e que preferiam ter alguém que os ajudasse nessa tarefa, oferecendo-lhes cursos práticos, devidamente organizados, sobre a problemática das concepções alternativas. Talvez os professores pensem que os cursos teóricos lhes forneceriam conhecimentos que eles deveriam pôr em prática mas que dificilmente lhes permitiriam ter sucesso nessa tarefa, por falta de orientação adequada.

A relativamente baixa importância atribuída a "materiais didácticos" é um pouco surpreendente mas talvez possa ser explicada pelo facto de os professores portugueses de Ciências Físico-Químicas estarem habituados a ter só (ou quase só) materiais de laboratório e manual escolar e, por isso, não terem considerado a

vantagem de possuírem materiais escritos, especificamente orientados para a problemática das concepções alternativas dos estudantes. Por outro lado, no que se refere a materiais de laboratório, pode acontecer que os professores não tenham ainda consciência das suas necessidades ou porque ainda não pensaram seriamente no assunto ou porque o seu conhecimento acerca de estratégias para lidar com as concepções alternativas é limitado.

A tabela 6 mostra que o grupo de professores com tempo intermédio de serviço parece ser o mais interessado em "cursos práticos" (B) sobre concepções alternativas (mais de 50% atribuíram-lhe importância máxima, colocando-os em primeiro lugar na seriação - mediana=6) e o menos interessado na "redução dos programas" (F) (mediana=3 contra mediana=4 para o grupo menos experiente e mediana=5 para o grupo de professores com maior tempo de serviço). As diferenças entre as seriações efectuadas por grupos de professores com diferentes tempos de serviço relativamente a estes itens, quando analisadas através do teste de Kruskal-Wallis, são estatisticamente significativas sendo respectivamente,  $df=2$ ,  $H$  corrigido para agrupamentos=14.443,  $p<.001$  e  $df=2$ ,  $H$  corrigido para agrupamentos =6.523,  $p<.05$ . Isto pode significar que os professores com mais de cinco e quinze ou menos anos de serviço são aqueles que, de momento, sentem maior necessidade de apoio e formação concretas nesta problemática.

TABELA 6

Ordenação de alguns itens que podem contribuir para lidar mais eficazmente com as concepções alternativas dos alunos (Mediana) (N=129)

	A	B	C	D	E	F
Tempo de serviço						
≤ 5 (n=57)	3	4,5	2	3	4,5	4
> 5 e ≤ 15 (n=45)	3	6	2	4	5	3
> 15 (n=25)	2	3	3	3	6	5
Conhecimento acerca das CA						
Nulo/Reduzido (n=51)	3	5	3	4	4	3
Razoável (n=64)	3	4	2	3	5	4
Bom/Muito Bom (n=12)	1,5	4	2	3	5	5

Nota: A-Cursos teóricos de formação; B-Cursos práticos de formação; C-Bibliografia; D-Materiais Didácticos; E-Redução do número de alunos por turma; F-Redução dos programas.

Para o item referido em último lugar (F), obtiveram-se também diferenças estatisticamente significativas entre grupos de professores com diferente conhecimento da problemática. Os resultados do teste de Kruskal-Wallis foram, neste caso,  $df=2$ ,  $H$  corrigido para agrupamentos=9.08,  $p<.05$ . Apesar do baixo número de professores que considerou possuir um conhecimento bom ou muito bom sobre a problemática em causa neste artigo, parece que quanto mais eles consideram que sabem acerca desta problemática, mais eles sentem que a redução do programa é importante para lidarem efectivamente com as concepções alternativas. Talvez este facto se deva a

uma maior consciencialização dos professores com melhor nível de conhecimento desta problemática para o tempo que a mudança conceptual requer e que é incompatível com programas demasiado extensos e que devem ser cumpridos.

#### Causas das concepções alternativas

A tabela 7 mostra a importância atribuída pelos participantes neste estudo a algumas possíveis causas das concepções alternativas dos alunos. Como se pode verificar pela análise da tabela, os professores classificaram todas as possíveis causas acima de 2.5 ou seja, acima do ponto crítico da escala (que vai desde 1-não contribui até 4-contribui fundamentalmente para a existência e/ou a persistência das concepções alternativas dos alunos). Parece portanto que os professores pensam que todas as causas que lhes foram apresentadas contribuem realmente para a existência e/ou a persistência das concepções alternativas dos alunos. Contudo, "linguagem do dia a dia" (B) e "observação de fenómenos naturais" obtiveram scores médios superiores a 3 (contribuição importante), qualquer que seja o grupo considerado, o que pode significar que, de acordo com os professores participantes no estudo, elas são as principais causas das concepções alternativas dos alunos. Os scores atribuídos à potencial causa "conhecimento insuficiente dos professores acerca da problemática das concepções alternativas" (F) tendem a aumentar com o conhecimento dos professores sobre esse assunto, o que pode dever-se a uma maior consciência por parte dos professores que consideram possuir um nível de conhecimento mais elevado acerca da influência do professor na reconstrução conceptual dos alunos. Por outro lado, o score médio atribuído pelos professores a "desenvolvimento cognitivo dos alunos" (A) tende a diminuir com o aumento do conhecimento dos professores acerca da problemática em causa. Isto pode significar que os professores que possuem conhecimento mais baixo acerca do assunto tendem a atribuir mais importância ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes, tornando-os mais responsáveis por possuírem concepções alternativas, enquanto que os professores que consideram possuir conhecimento mais elevado parecem sentir-se mais responsáveis pelas concepções alternativas dos seus alunos.

#### Conclusões e implicações

As principais conclusões a retirar deste estudo são as seguintes:

- A percentagem de professores que afirmou já ter ouvido falar de concepções alternativas (consideradas aqui como sinónimo de conceitos prévios, versões privadas de conceitos científicos, ideias alternativas, etc.) é inferior a 50%;
- Quarenta por cento destes professores consideraram que o seu conhecimento acerca do assunto em causa é nulo ou reduzido;
- Apenas 34.1% dos professores que já tinham ouvido falar do tema foram capazes de dar definições aceitáveis do conceito de "concepção alternativa";
- Os professores que estudaram o tema nos seus cursos de formação inicial parecem melhor preparados nesta problemática;
- As aulas foram a fonte de conhecimento sobre a problemática das concepções alternativas mais importante para os professores menos experientes enquanto que as leituras foram relativamente importantes para todos os grupos de professores;
- Apenas 53% dos professores que ouviram falar de concepções alternativas sabiam que os novos programas recomendam que o ensino da Física e da Química se baseie nas concepções dos alunos;

TABELA 7

Classificação atribuída pelos professores a algumas possíveis causas das concepções alternativas (Média)

	(N=129)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Tempo de serviço								
≤ 5 (n=57)	3.06	3.13	2.57	3.30	2.98	3.04	2.67	2.59
> 5 e ≤ 15 (n=45)	2.91	3.02	2.76	3.02	3.18	2.83	2.58	2.87
> 15 (n=25)	2.88	3.21	2.78	3.25	3.09	2.82	2.40	2.92
Conhecimento sobre CA								
Nulo/Reduzido (n=51)	3.16	3.08	2.74	3.14	3.16	2.83	2.75	2.89
Razoável (n=64)	2.89	3.08	2.60	3.23	3.08	2.95	2.47	2.65
Bom/Muito Bom (n=12)	2.70	3.36	2.92	3.09	2.70	3.09	2.50	2.80

Escala: 1-Não contribui 2-Contribui pouco 3-Contribui bastante; 4-Contribui fundamentalmente.

Nota: A-Desenvolvimento cognitivo dos alunos; B-Linguagem usada no dia-a-dia dos alunos; C-Livros e filmes de ficção científica; D-Observação e análise quotidiana de fenómenos físicos; E-Tratamento didáctico dos temas; F-Desconhecimento, por parte dos professores, da problemática das concepções alternativas; G-Falta de conhecimentos básicos, por parte dos alunos; H-Estatuto sócio-económico dos pais.

g) Os professores prevêem bastantes dificuldades na implementação desta recomendação, as quais poderão, segundo eles, ser diminuídas através da redução do número de alunos por turma e da frequência de alguns cursos práticos sobre a problemática deste artigo;

h) De acordo com os professores, as principais causas da existência e/ou persistência das concepções alternativas dos alunos são a linguagem usada no dia a dia e a observação dos fenómenos naturais.

Estes resultados têm, em nosso entender, implicações importantes para a implementação dos novos programas e para a formação de professores. Os novos programas, ao recomendarem o ensino baseado nas concepções dos alunos e a consequente utilização de estratégias de natureza construtivista exigem grandes mudanças nas práticas tradicionais da maioria dos professores. Os resultados deste estudo indicam que os próprios professores não se sentem preparados para essa mudança. Como afirmaram Mestre e Touger (1989), "qualquer movimento que pretenda melhorar o ensino apenas pode ter sucesso se for apoiado pelas práticas diárias dos professores". Assim, é necessário ajudá-los a mudar as suas práticas nomeadamente formando-os e/ou aumentando a sua formação sobre a problemática das concepções alternativas.

Deste modo, a formação inicial e a profissionalização de professores deve passar e/ou continuar a incluir uma abordagem suficientemente profunda e construtivista (ver por exemplo Sequeira, Leite e Duarte, 1989) da problemática das concepções alternativas e, se possível, integrada em cursos de didática/metodologias de ensino, também eles organizados de acordo com essa perspectiva (Thomaz, 1990).

Por seu lado, a formação dos professores em serviço deve, em nosso entender, ser formalmente organizada em cursos periódicos de curta duração (alguns dias), orientados segundo uma perspectiva construtivista, que permitam aos professores adquirir conhecimentos nos cursos, ir à escola pô-los em prática e voltar ao curso esclarecer dúvidas, resolver problemas e aprofundar conhecimentos, reflectindo sobre as suas práticas e sobre práticas alternativas de ensino. Esta reflexão reveste-se, para alguns autores (Arons, 1991; Baird, 1991; Gore e Zeichner, 1991), de fundamental importância porque ela permite aos professores cultivar a sua capacidade de observar os seus próprios alunos, de os ouvir, de impedir a interpretação prematura e destrutiva das suas respostas e de apresentar a resposta correcta às questões dos alunos logo que estes apresentem dificuldades ou concepções alternativas (sem lhes darem tempo para pensarem e tomarem consciência das suas ideias e das eventuais limitações das mesmas).

A formação adequada dos professores, a nível nacional e a curto prazo, exige uma quantidade de recursos humanos de que o país não dispõe neste momento. Por isso, talvez se devesse começar por estabelecer protocolos com as instituições responsáveis pela formação de professores (nomeadamente, Universidades e Escolas Superiores de Educação) para a formação de monitores, os quais, depois, formariam os professores em serviço, orientando os cursos de que falámos acima. Se fossem integrados em grupos de investigação, os monitores poderiam fazer a ponte entre os investigadores e os professores do ensino básico e secundário, facilitando a ligação entre eles e contribuindo para aumentar a utilização que pode ser feita dos resultados da investigação que vai sendo realizada sobre a problemática das concepções alternativas.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a todas as pessoas que colaboraram neste trabalho e, de um modo especial, às escolas e professores que responderam ao questionário.

## REFERÊNCIAS

- Arons, A. (1991). Difficulties in physics teaching. In Ahtee, M. et al (Eds). *Proceedings of the international symposium on the evaluation of physics education*. Helsinki: University of Helsinki.
- Baird, J. et al (1991) The Importance of Reflection in Improving Science Teaching and Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(2), 163-182.
- Berg, T. & Brouwer, W. (1991). Teacher Awareness of Student Alternate Conceptions About Rotational Motion and Gravity. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 3-18.
- Cachapuz, A. et al (1991). Problemática das Concepções Alternativas na Formação Inicial de Professores de Física e Química. Comunicação apresentada no "2º Encontro Nacional de Didáticas/Metodologias de Ensino", Aveiro.
- Fox, D. (1987). *El proceso de investigación en educación* (2ª ed.). Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra.
- Gore, J. & Zeichner, K. (1991). Action research and reflective teaching in preservice teacher education: A case study from the United States. *Teaching & Teacher Education*, 7(2), 119-136.
- Mestre, J. & Touger, J. (1989). Cognitive research - What's in it for physics teachers? *The Physics Teacher*, Setembro, 447-456.
- Sequeira, M. & Duarte, M. C. (1991). Problemática das Ideias Alternativas: Implicações da Investigação Educativa. Comunicação apresentada no "2º Encontro Nacional de Didáticas/Metodologias de Ensino", Aveiro.
- Sequeira, M. & Leite, L. (1991a). Portuguese Physics Teachers' Attitudes Towards Students' Alternative Conceptions on Mechanics. Artigo submetido para publicação nos "pre-conference journals" da "2nd International Conference on History and Philosophy of Science and Science Teaching" que decorrerá em Ontário, Canadá, em Maio de 1992.
- Sequeira, M. & Leite, L. (1991b). Alternative ideas in mechanics: Where do they come from? In Ahtee, M. et al (Eds). *Proceedings of the international symposium on the evaluation of physics education*. Helsinki: University of Helsinki.
- Sequeira, M., Duarte, M. & Leite, L. (1991). Learning Physics: The Need for a Constructivist Perspective. Comunicação apresentada no "School Psychology and Human Development Colloquium", Braga.
- Sequeira, M., Leite, L. & Duarte, M. (1989). Introducing the Alternative Conceptions Theme in a Preservice Methods Course. Comunicação apresentada na "3rd EARLI Conference", Madrid.
- Thomaz, M. (1990). Um Modelo Construtivista para Formação de Professores. In, Tavares, J. & Moreira, A. (Eds). *Desenvolvimento, Aprendizagem, Currículo e Supervisão*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

## LES ENSEIGNANTS DE SCIENCES PHYSICO-CHIMIQUES ET LA PROBLEMATIQUE DES CONCEPTIONS ALTERNATIVES

**Résumé** - A partir de la moitié des années 80, le thème des conceptions alternatives a été progressivement inclus dans des cursus de formation d'enseignants de sciences. Cependant, les auteurs croient que beaucoup d'enseignants de Sciences Physico-Chimiques ne possèdent pas de connaissances suffisantes pour enseigner les nouveaux programmes de Physique et de Chimie sur la base des conceptions alternatives des élèves, comme le souhaitent ces programmes. Cette étude prétend étudier: a) la connaissance des enseignants de Sciences Physico-Chimiques sur la problématique des conceptions alternatives, b) leur assurance sur cette connaissance, c) les besoins des enseignants vis-à-vis de l'enseignement des nouveaux programmes sur la base des conceptions alternatives des élèves et d) les causes qui selon les professeurs sont à l'origine de l'existence et de la résistance des conceptions alternatives. Les données ont été recueillies d'un échantillon de 269 enseignants portugais de Sciences Physico-Chimiques, à travers un questionnaire élaboré par les auteurs. Les résultats de l'étude semblent indiquer que les enseignants ont besoin d'augmenter leur savoir sur le thème des conceptions alternatives de façon à enseigner les Sciences Physico-Chimiques sur la base des conceptions des élèves.

## THE PHYSICAL SCIENCE TEACHERS AND THE ALTERNATIVE CONCEPTIONS ISSUE

**Abstract** - Since the mid eighties the alternative conceptions issue has been progressively introduced in undergraduate and graduate programmes for physical science teachers. However, the authors suspect that the majority of these teachers may not yet feel confident enough to teach the new physical science syllabuses based on students' conceptions, as they will be expected. This study aims to investigate: a) physical science teachers' knowledge about the issue of alternative conceptions, b) teachers' trust on that knowledge, c) teachers' needs in order to teach the new physical science syllabuses based on students' conceptions and d) the causes to which teachers attribute the existence and/or the persistence of students' alternative conceptions. Data were collected from 269 Portuguese physical science teachers by means of a questionnaire prepared by the authors. The results of this study seem to indicate that teachers need to improve their knowledge about the alternative conceptions theme in order to effectively teach physical science based on students' conceptions.

## FORMAÇÃO CONTÍNUA DOS PROFESSORES EM PORTUGAL\*

Maria Olinda Domingues  
*Escola Preparatória da Parede, Portugal*

**Resumo** Este trabalho é um resumo de uma tese de mestrado (realizado na Universidade Livre de Bruxelas) em que abordamos a formação contínua dos professores dos segundo e terceiro ciclos do Ensino Básico. Diz respeito a uma amostra de duzentos e quarenta e cinco sujeitos distribuídos por três regiões do país (Lisboa, Interior e Litoral) e que anonimamente responderam a um questionário escrito. Tivemos ainda em conta a estratificação segundo a formação (científica de base e pedagógica), a idade, a duração da carreira. Olhando para o passado, tentamos fazer uma apreciação da formação que os inquiridos declararam ter seguido, bem como das suas motivações relativamente a essa mesma formação. Pensando no futuro, abordamos as necessidades de formação que os mesmos indivíduos declararam sentir, assim como a imagem da formação a que gostariam de ter acesso, tendo em conta a realidade nacional.

Desde que a educação é encarada como um processo contínuo, durante toda a vida do indivíduo, e que o alargamento da escolaridade se tornou uma realidade nos países desenvolvidos, a formação dos professores teve de se adaptar a novas situações.

Durante os anos 60, para além da formação científica de base, a formação pedagógica para todos os professores tornou-se uma palavra de ordem um pouco por todo o lado, procurou-se facultar aos educadores mais e melhor formação. Todavia, as aplicações foram extremamente reduzidas e incompletas (Mialaret, 1971)(1).

Este mesmo autor (1979) fala de "um interesse quase obsessivo pela formação dos professores", tanto a nível de decisão como junto dos intervenientes directos no processo de ensino-aprendizagem - os professores. Este interesse seria o reflexo de um sentimento de mal-estar dos professores e mesmo da sociedade, "o sentimento de que a formação, tal como ela funciona, não responde às necessidades do nosso tempo e de que esta inadequação perigosa compromete o futuro"(2). Tornava-se, assim, necessário que a formação dos professores fosse encarada de modo diferente para responder aos ataques dirigidos contra o sistema de ensino, que se mostrava incapaz de realizar o

\* Este texto é um resumo de uma tese realizada para satisfação parcial das exigências de um mestrado efectuado na Universidade Livre de Bruxelas - Post-graduat pädagogique (formation de formateurs d'enseignants) entre Outubro de 1987 e Junho de 1990.

SEQUEIRA, Manuel & LEITE, Laurinda (1991). Os professores de Ciências Físico-Químicas e a problemática das concepções alternativas. *Revista Portuguesa de Educação*, 4(3), pp. 31-48.