

A. Cachapuz • I. Malaquias • I. P. Martins • M. A. Pedrosa
• M. J. Loureiro • Marília F. Thomaz • Nilza Costa

Grupo INEA/FQ Universidade de Aveiro

PROBLEMÁTICA DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA E QUÍMICA

о сёчна п чорусе

Resumo

A importância do tratamento da problemática das concepções alternativas (CA) na formação inicial de professores de Física e Química é realçada. A relevância deste tratamento é fundamentada em novas perspectivas de formação de professores destacando o construtivismo da aprendizagem como objecto de estudo das disciplinas das Didácticas/Metodologias.

Com o objectivo de diagnosticar o modo como a problemática das CA, sobre conceitos de Física e de Química, é tratada na formação inicial de professores do 3º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário, mais especificamente diagnosticar o modo como esta problemática é tratada nas disciplinas de Metodologia/Didáctica da Física e da Química, elaborou-se um questionário o qual foi administrado, a nível nacional, aos docentes responsáveis por essas disciplinas. Discutem-se os resultados da análise das respostas a este questionário e apresentam-se implicações educacionais a nível da formação inicial de professores de Física e Química.

Introdução

Tem-se vindo a verificar que os estudantes têm pontos de vista relativos a explicações e interpretações de muitos fenómenos das áreas de Física e de Química diferentes dos considerados correctos pela comunidade científica, qualquer que seja o nível etário dos alunos ou nível de ensino formal (2), (3), (5), (6).

Considerando como referencial o ponto de vista do especialista, as concepções diferentes deste, em maior ou menor extensão, constituirão aquilo que se designa por concepções alternativas (CA). Esta designação resulta de tais ideias surgirem como versões alternativas às versões de momento aceites pela comunidade científica.

No quadro de uma perspectiva construtivista do ensino o professor precisa de ter ideias claras acerca do ponto de partida do(s) estudante(s), saber quais são as CA que estes eventualmente têm acerca de aspectos considerados relevantes no programa de ensino. Só assim o professor pode dirigir a sua intervenção de modo a gerar e melhorar a compreensão de conceitos pelos seus alunos.

Considera-se, pois, que a primeira acção a ser tomada no âmbito de um dado programa de ensino, em que a compreensão de conceitos constitua um objectivo, deva ser o diagnóstico das possíveis CA dos alunos, já que o conhecimento destas constitui um prérequisito relevante para a definição das estratégias de ensino a adoptar, preenchendo-se, assim, uma condição indispensável para que o professor desempenhe mais eficazmente o papel de auxiliador e orientador no processo de reorganização conceptual desejada para a consecução dos objectivos propostos no referido programa. Importa pois que os professores de Física e Química considerem o ensino nesta perspectiva de mudança conceptual. Isto impõe que a problemática das concepções alternativas em Física e em Química seja considerada como objecto de estudo na formação inicial, mais concretamente, nos programas de ensino das disciplinas de Didáctica/Metodologia da Física e da Química.

Reconhecendo que os dados da investigação, que conduziram à proposta e consequente adopção deste modelo para o ensino das Ciências, são relativamente recentes, admite-se que haja dificuldades na consideração desta problemática no ensino das disciplinas que constituem o elenco dos *curricula* dos cursos de formação de professores de Física e de Química. Sendo desejável que os professores de Ciências adquiram concepções dinâmicas de ensino passíveis de gerar mudanças conceptuais nos seus estudantes (4), defende-se no entanto que, pelo menos nas disciplinas de Didáctica/Metodologia da Física e da Química, esta problemática seja considerada e tratada à luz dos dados disponíveis de investigação nas áreas de ensino-aprendizagem de Física e de Química.

Tendo em conta que os processos de transferência de resultados de investigação para a sala de aula não são fáceis e, não se dispondo de dados respeitantes à abordagem da problemática das CA nas disciplinas de Didáctica/Metodologia da Física e da Química dos actuais programas de Fonnação de Professores em Portugal, considerou-se ser importante, numa primeira fase, averiguar da relevância atribuída a esta problemática nestas disciplinas curriculares; a abordagem de tal problemática é tanto mais importante quanto resultados de investigação recente evidenciam que alunos futuros professores de Física e Química apresentam concepções alternativas semelhantes às identificadas em alunos dos ensinos básico (EB) e secundário (ES) (9) (1).

Com este objectivo, elaborou-se o questionário "Concepções Alternativas e Formação Inicial de Professores de Física e Química", que se administrou aos regentes das disciplinas de Didáctica/Metodologia da Física e da Química das Universidades Portuguesas (Continente).

Nesta comunicação apresenta-se e discute-se a informação obtida.

Objectivo

Averiguar da relevância atribuída à problemática das CA em Física e Química, nos programas de Formação Inicial de Professores de Física e Química.

Este é um dos quatro objectivos definidos no actual projecto de investigação deste grupo (INIC 89/SOC/2) subsidiado pelo INIC.

Método

Administração do questionário "Concepções Alternativas e Formação Inicial de Professores de Física e Química" aos regentes das disciplinas de Didáctica/Metodologia da Física e da Química, de todas as Universidades do Continente. Este questionário é um documento estruturado que foi previamente validado, de modo a permitir saber se a problemática das CA dos alunos dos ensino básico (EB) e secundário (ES) sobre temas de Física e/ou Química é tratada nas disciplinas Didáctica/Metodologia do ensino da Física e da Química e, caso o não seja os fundamentos que justificam essa opção. Por outro lado, nos casos em que tal problemática é tratada pretende-se conhecer os fundamentos de tal opção, os exemplos de CA e os níveis de ensino considerados, se se divulgam ou não testes de diagnóstico de CA, bem como conhecer aspectos de ordem metodológica tais como: as estratégias de formação adoptadas, o diagnóstico (ou não) de CA que os próprios alunos futuros professores (AFP) possam ter relativamente a conceitos centrais dos curricula dos EB/ES. Pretende-se ainda saber quais as expectativas dos regentes no que concerne à transferência para as práticas pedagógicas dos AFP dos conhecimentos por estes adquiridos relativos a CA dos alunos dos EB/ES e ainda, a opinião dos regentes relativamente às possíveis barreiras a esta transferência.

A análise das respostas às perguntas abertas foi também validada. Procedeu-se à administração do questionário em Maio de 1990.

Análise e Discussão dos Resultados

Deve realçar-se a boa colaboração dos colegas regentes das supracitadas disciplinas curriculares, que se traduziu numa elevada percentagem de respostas ao questionário, num prazo compatível com o desenvolvimento do trabalho que esta comunicação pressupõe. A análise que se apresenta a seguir diz respeito às respostas válidas ao questionário, isto é, refere-se aos questionários devolvidos pelos regentes que efectiva e consistentemente responderam às diversas perguntas constituintes do questionário e, corresponde às respostas de 10 Professores Universitários (PU), regentes das disciplinas de Didáctica/ Metodologia do ensino da Física e da Química, representando 77 % de toda a população.

Apresenta-se em anexo um quadro com as respostas às perguntas fechadas e, apresentam-se a seguir os resultados da análise das respostas válidas obtidas para as perguntas abertas; as percentagens que se indicam referem-se ao total das 10 respostas.

Abordagem das CA

A problemática das CA de alunos dos EB e ES é abordada com os alunos futuros professores (AFP) por todos os regentes das disciplinas de Didáctica/Metodologia do ensino da Física e da Química.

Fundamentação para a abordagem das CA

As razões que fundamentam a abordagem com os AFP da problemática das CA de alunos dos EB e ES sobre temas de Física e/ou Química, podem agrupar-se em três categorias:

1 - Critério geral: centralidade do tema no actual paradigma da Educação em Ciências (50%)

2 - Critérios específicos:

i) necessidade de as contemplar como ponto de partida para desenvolver estratégias de ensino (30%)

ii) para a formação científica dos próprios AFP (20% - dois PU, um dos quais também se integra no grupo anterior considerado nesta categoria de respostas)

3 - Sem fundamentação (20% - dois PU, um dos quais também se integra no 1º grupo da 2ª categoria de respostas)

Estratégias de formação adoptadas

A(s) estratégia(s) de formação adoptadas no âmbito da Didáctica/Metodologia podem agrupar-se em duas categorias (na pergunta sugeriu-se que, caso necessário, se usasse o caso de um conceito à escolha como ilustração):

1 - específicas para CA (50,0%). De um modo geral, aponta-se para uma estratégia envolvendo 3 etapas:

i) diagnóstico das CA nos AFP.

ii) confrontação de i) com CA de alunos dos EB/ES.

iii) implicações educacionais a nível do ensino da F ou Q. Numa resposta considera-se esta última etapa de modo diferente: os próprios AFP "investigam" CA em alunos do EB/ES e só então passam à planificação de unidades didácticas.

2 - sem especificidade para CA (50,0 %). Esta problemática é apenas mencionada a propósito da abordagem dos conteúdos programáticos (descritivo) ou em outros contextos tais como: descrição, debate, trabalho de grupo, testes diagnóstico e pequenos trabalhos de investigação. Considera-se os métodos e técnicas de ensino sem estrutura aparente nem específicos para CA.

Como são abordadas as CA dos alunos dos EB/ES

Embora a maior parte dos PU (80,0%) diga que não só descreve, aos seus AFP, a natureza das CA dos alunos dos EB/ES mas também aborda possíveis estratégias de ensino no sentido de as superar (isto é, a utilizar eventualmente com alunos do EB/ES), na verdade apenas metade dos PU deu exemplos de estratégias de ensino sugeridas aos AFP. De um modo geral aponta-se para estratégias baseadas na reflexão, no conflito cognitivo e na discussão: consciencialização os alunos EB/ES das suas próprias CA sobre um conceito/princípio; criação de condições que permitam aos alunos pôr em causa as suas próprias ideias; introdução das ideias cientificamente aceites de modo a ajudar os alunos a avaliar a vantagem destas sobre as suas ideias. Como por exemplo:

- a) Para o tratamento de CA relativas à conservação da corrente eléctrica: utilização de uma abordagem experimental em que os alunos intercalassem amperímetros num circuito eléctrico simples, antes e após o receptor (lâmpadas, p. ex.)
- b) Abordagem experimental através de 3 etapas:
 - 1) aplicar aos alunos um teste diagnóstico adequado.
 - 2) inventariar as respostas fomecidas.
 - 3) confrontar os alunos com a validade/aplicabilidade das suas respostas face a situações experimentais.

Contexto em que as CA são abordadas

Nenhum dos PU aborda a problemática das CA dos alunos dos EB e ES como tópico em si; metade faz tal abordagem como tópico em si e no contexto de outros, dos restantes, uns (30 %) fazem-no no contexto de outros tópicos e os outros (20 %) tratam este tema em todos os contextos, mas não exemplificam.

As metodologias gerais de ensino e específicas - resolução de problemas e, a planificação, execução e análise de aulas - constituem os contextos em que as CA são mais frequentemente abordadas.

Diagnóstico de eventuais CA dos AFP

A maioria dos PU (60 %) diagnostica eventuais CA dos AFP relativamente a conceitos centrais dos *curricula* do EB/ES. Destes, 2 leccionam Didáctica/Metodologia da Química e 4 Didática/Metodologia da Física.

As CA diagnosticadas sobre conceitos de Química incidem sobretudo em aspectos diversificados de reacções químicas:

- reacções químicas (espontaneidade e reacções exotérmicas, conservação da substância nas reacções químicas, carácter estático do equilíbrio químico, velocidade de reacção,...); é referido o uso da "garrafa azul" mas não se indicam CA diagnosticadas utilizando aquele meio.
- elementos e substâncias elementares.

No tocante à Física, diagnosticam-se mais CA em dinâmica (força e movimento) e as referentes aos conceitos de calor e temperatura.

- dinâmica (força e movimento);
- calor e temperatura;
- electricidade (diferença de potencial, corrente eléctrica,...)
- energia.

Estes resultados indicam que, relativamente a temas centrais dos curricula dos EB/ES, os PU diagnosticam, eventuais CA nos AFP, mais extensamente em Física do que em Química. A maior abundância de resultados de trabalhos de investigação destinados a identificar CA em temas de Física do que em Química, acessíveis aos PU, pode contribuir para esta diferença.

CA e avaliação

Metade dos PU coloca questões no âmbito das CA dos alunos do EB/ES na avaliação dos seus AFP. Foram apresentados os seguintes exemplos:

1 - "Exemplos: Temperatura e Energia.

Transferência/Transformação de energia a nível microscópico (contexto das reacções químicas)".

2 - i) 'Refira algumas formas segundo as quais as CA dos alunos poderão influenciar

a comunicação em aulas de ciências."

ii) "Colocar aos AFP uma situação física; pedir-lhes que a ela respondam segundo o seu próprio referencial (suposto formal); pedir-lhes de seguida que sugiram respostas alternativas que alunos do ES poderiam fomecer".

3 - "Pedir uma estratégia de ensino, baseado no modelo construtivista da aprendiza-

gem que, segundo o AFP seja capaz de mudar a CA dos alunos".

Como 50 % de PU não aborda a problemática das CA na avaliação pode inferir-se que estes PU terão dificuldades na obtenção de instrumentos de avaliação adequados ou não considera prioritária a abordagem das CA no seu ensino.

Das respostas, apenas uma indica conceitos sobre os quais as questões poderiam ser

feitas (sem exemplos).

Três incidem sobretudo na identificação das CA dos alunos e dos próprios AFP e implicações no ensino.

Apenas uma resposta revela já uma preocupação em definir estratégias para ultrapassar as CA.

Os dados recolhidos no contexto desta questão constituem bons indicadores na caracterização do actual estado da problemática das CA: existência de muito trabalho no âmbito do diagnóstico de CA, mas ainda muito pouco no encontrar de estratégias para ultrapassar o problema.

Expectativas relativas à transferência para a prática pedagógica

A análise dos dados desta questão revela que os professores que abordam a problemática das CA no seu ensino, não têm grande expectativa quanto à transferência para a prática pedagógica dos conhecimentos adquiridos pelos seus alunos no que diz respeito a esta temática. Apenas dois professores são de opinião que um pequeno número de AFP facilmente transfere esses conhecimentos. A maioria dos PU esperam que um número razoável ou pequeno de AFP tenha média ou baixa facilidade de transferência para as práticas pedagógicas do conhecimento adquirido respeitante a CA dos alunos dos EB/ES; as expectativas relativamente às restantes categorias consideradas são muito baixas.

Barreiras à transferência de conhecimentos adquiridos pelos AFP das CA para a prática pedagógica

Tendo em consideração as respostas à questão relativa aos aspectos considerados como possíveis barreiras à transferência de conhecimentos adquiridos pelos AFP sobre a problemática das CA para as práticas pedagógicas, as previsões pouco optimistas parece resultarem de:

- a) dificuldades na construção de testes de diagnóstico adequados por parte dos AFP (90%).
 Idêntica dificuldade tem sido observada no decurso de várias sessões de trabalho com professores em que a actividade de construção de questões para testes de diagnóstico é contemplada; a tendência é para a construção de perguntas de carácter sumativo, isto é, de avaliação de conhecimentos adquiridos através do ensino formal;
- a maioria dos PU (70 %) entende que os próprios AFP partilham algumas CA que são supostos ajudar a superar. Como corolário desta observação decorre que a maioria dos PU reconhece que a formação dos AFP é deficiente, a nível conceptual nas áreas de Física e de Química;
- c) a formação dos orientadores do EB/ES no contexto do estágio pedagógico relativa à problemática das CA é deficiente. Esta é a opinião da maioria dos PU (90 %);
- d) a maioria (70 %) dos PU considera que estratégias de ensino relativas às CA não são suficientemente tratadas na Didáctica/Metodologia.

Comparando estas respostas com as referentes à pergunta 2 verifica-se que, embora os PU afirmem abordar com os AFP a problemática das CA de alunos dos EB/ES, uma percentagem elevada considera que o facto de as estratégias de ensino relativas às CA não serem suficientemente tratadas nas disciplinas específicas (Didáctica / Metodologia) pode ser um dos factores explicativos da existência de barreiras à transferência, para as práticas pedagógicas, de conhecimentos adquiridos pelos AFP sobre a problemática das CA. Estas respostas evidenciam o reconhecimento, pelos PU de Didáctica / Metodologia, de que as estratégias de ensino acima consideradas não são suficientemente tratadas nas

respectivas disciplinas. No presente questionário, apenas uma resposta menciona falta de tempo destinado ao tratamento deste tema. Resultados obtidos em outras investigações têm revelado que os AFP consideram insuficiente a escolaridade atribuída às disciplinas de Didática (8). Este dado deverá ser tido em consideração na reformulação dos *curricula* das licenciaturas em ensino/ramos educacionais. Por outro lado, o facto de apenas uma proporção reduzida de PU ter dado exemplos de CA que aborda e de estratégias de ensino no sentido de as superar (50 %) e sobretudo a forma vaga usada nos exemplos e ainda os exemplos que não o são, indiciam as dificuldades porventura sentidas por alguns PU no tratamento desta temática. Estas dificuldades podem estar relacionadas com as próprias concepções dos PU sobre a natureza das disciplinas de Didáctica / Metodologia da Física e da Química, que terão certamente raízes em concepções de ensino porventura em conflito com o próprio modelo construtivista da aprendizagem.

Conclusões e Implicações Educacionais

Os dados recolhidos indicam que embora a problemática das CA seja considerada pelos PU no ensino das disciplinas de Didáctica/Metodologia da Física e da Química das licenciaturas de formação de professores, ela não é convenientemente abordada por todos. O facto de apenas metade dos PU colocar questões no âmbito das CA dos alunos do EB/ES na avaliação dos seus AFP constitui uma das evidências. De acordo com os resultados da análise das respostas ao questionário, vários são os factores que poderão contribuir para um tratamento insuficiente desta temática, dos quais se destacam:

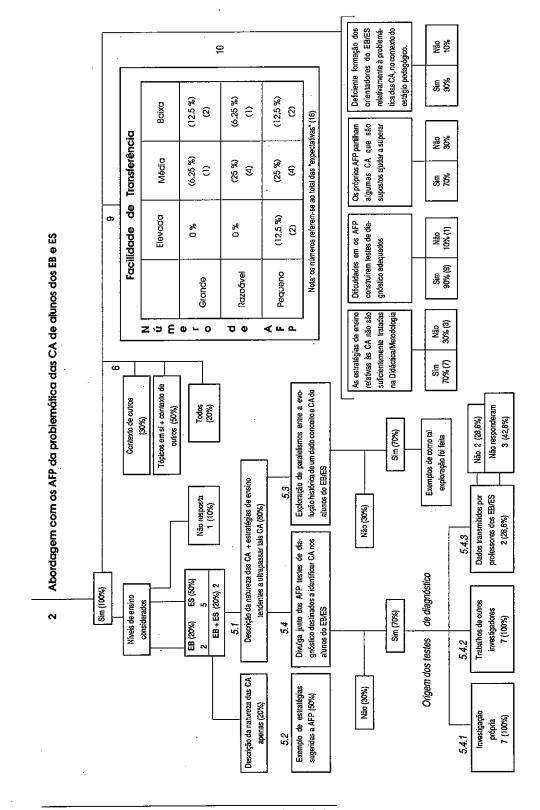
- 1 indisponibilidade de instrumentos de diagnóstico de CA adequados. Os trabalhos relativos a CA em áreas de Física são em maior número do que em áreas de Química e, o facto de apenas um terço dos PU que diagnosticam eventuais CA dos AFP, relativamente a conceitos centrais dos curricula dos EB/ES, leccionarem Didáctica/Metodologia da Química, constitui um indicador da necessidade de se disponibilizarem adequados instrumentos de diagnóstico de CA para áreas de Química. Os PU que utilizam testes de diagnóstico (próprios ou baseados em trabalhos de outros investigadores) são os que diagnosticam CA dos AFP, relativamente a conceitos centrais dos *curricula* do EB/ES. Defende-se que problema da elaboração deste tipo de testes, deverá ser resolvido por investigadores, que deverão pôr à disposição dos professores testes apropriados para a identificação das CA já trabalhadas.
- 2 conhecimento insuficiente sobre possíveis estratégias de ensino de raiz construtivista. Note-se que apenas metade dos PU consideram apresentar estratégias de formação estruturadas para CA e somente estes PU dão exemplos das estratégias de ensino sugeridas aos AFP no sentido de ultrapassar CA dos alunos dos EB/ES. A este propósito é curioso notar-se que o número de PU que dá exemplos de estratégias de ensino no sentido de superar CA é menor do que o daqueles que divulga testes de diagnóstico de CA.

Em conclusão:

- 1 é reconhecida a importância e relevância da temática das CA na formação de professores, devendo esta ser objecto de estudo e avaliação nas disciplinas de Didáctica/Metodologia da Física e da Química. No entanto, em alguns casos, o seu ensino parece requerer reestruturação por forma a contemplar este aspecto de uma forma mais completa e coerente.
- 2 tendo em consideração que um número elevado de PU considera que os próprios AFP partilham de CA que se supõe que, enquanto professores, auxiliem a superar, importa que nas disciplinas Didáctica/Metodologia da Física e da Química o tratamento seja feito de modo a que os AFP construam uma representação adequada da problemática das CA e,
- 3 que as metodologias de ensino das disciplinas que constituem o elenco dos curricula de formação de professores nas áreas de Física e Química deverão ser repensadas e implementadas estratégias de ensino de raiz construtivista.
- 4 será importante que as Universidades considerem o seu papel na formação contínua de professores do ensino básico e secundário, organizando e ministrando cursos com o objectivo de melhorar a compreensão de conceitos em áreas que se revelam difíceis e que já foram identificadas como terreno fértil para CA (7).

Bibliografia

- Cachapuz, A. F. and I. P. Martins, Activation Energy and Chemistry Learning: Alternative Conceptions of Student Teachers - Implications for Science Instruction, Paper presented at the 11th Biennial Conference on Chemical Education, Atlanta, U. S. A., 1990.
- Driver, R. and J. Easley, Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students, Studies Sci. Educ., 5, 61-68, 1978.
- 3. Hackling, M. W. and P. J. Garnett, Misconceptions of Chemical equilibrium, *Int. J. Sci. Educ.*, 7(2), 205-214, 1985.
- Hewson, P. W. and M. G. A. B. Hewson, Science Teachers' Conceptions of Teaching: Implications for Science Education, *Int. J. Sci. Educ.*, 9(4), 425-440, 1987.
- 5. Osborne, R. and P. Freyberg, *Learning in Science*, Auckland. London. Portsmouth N.H.: Heinemann Publishers, 1985.
- 6. Pedrosa, M.A., Comparação de Resultados de Avaliação Escrita e Oral em Química com Estudantes Universitários Portugueses do 4º ano: Concepções erróneas Reveladas pelo Teste, Em Actas do Simpósio: Formação de Professores de Química / Ciências - Desafios para um Mundo em Mudança, Mariana P. Pereira (Ed.), 75-88, 1989.
- Pedrosa, M.A., Estratégias de Resolução de Problemas e Situação de Exame Oral, Em Actas do Simpósio: Ensino Superior de Química em Línguas Latinas. (prevista publicação).
- 8. Thomaz, Marília F., Um Modelo Construtivista para a Formação de Professores, *em* José Tavares e António Moreira (Ed.), *Desenvolvimento*; *Aprendizagem*, *Currículo e Supervisão*, Departamento de Ciências Fundamentais da Educação, 175, 1990.
- 9. Vasconcelos, N. e M. J. Loureiro, Conceitos Alternativo em Física: sua Importância na Formação de Professores, Em Actas do 1º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, 1988.



Actas do 2º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino Universidade de Aveiro 1991