Revista de Educação, vol. X, nº 1, 2001
Departamento de Educação da F.C. da U.L.

FORMAÇÃO CONTÍNUA PARA A MUDANÇA CONCEPTUAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA

MARIA FERNANDES MACEDO
JESUÍNA FONSECA
Universidade do Algarve

JOSEPH CONBOY
Instituto Superior Dom Afonso III

ISABEL MARTINS
Universidade de Aveiro

A formação contínua de professores é considerada actualmente como uma questão prioritária na política educativa, devido não só à constante evolução dos conhecimentos e da sociedade, mas principalmente à necessidade de implementação da Reforma Educativa em curso e, muito em breve, da nova reestruturação dos planos curriculares. O quadro de reforma que se pretende só poderá ser levado à prática eficazmente se se proporcionar aos professores meios para uma formação adequada nos múltiplos domínios que se põem em causa; de outro modo, as mudanças educativas desejadas dificilmente serão bem sucedidas (Eraut, 1985; Pereira, 1994; Esteves, 2000; Cachapuz, Praia & Jorge, 2000). No entanto, a formação contínua confronta-se com vários problemas na medida em que não existem "esquemas adequados", nem uma "cultura de formação contínua de professores" (Nóvoa, 1991, p. 28) para a implementar eficazmente (Martins, 1991). Embora se comece a desenrolar um esboço de corpo teórico nesse sentido (National Research Council, 1996; Dana, Lunetta, Fonseca & Campbell, 1998), trata-se apenas de orientações que terão de ser traduzidas num quadro de formação de professores capaz de fazer emergir uma nova cultura de educação científica (Cachapuz et al., 2000).

A FORMAÇÃO CONTÍNUA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

A formação contínua de professores deve ser concebida como uma formação profissional, posterior à profissionalização, que visa "complementar e actualizar a formação inicial numa perspectiva de educação permanente" (Lei de Bases do Sistema Educativo, nº 1 do artigo 30º, 1986). Muitas vezes, este processo de formação não é entendido como um processo continuado, mas sim como acções pontuais de reciclagem e/ou actualização (Nogueira, Rodrigues & Ferreira, 1990; Nóvoa, Alarcão & Formosinho, 1991; Dana et al., 1998). A reciclagem geralmente surge como resposta à implementação de novos domínios científicos ou à alteração dos curricula. A actualização tem de acontecer quando os conceitos e processos que se veiculam, num determinado momento, se tornam ultrapassados, por exemplo, devido à evolução do conhecimento científico ou a novas sugestões pedagógicas provindas da investigação educacional.

Os cursos de formação contínua de professores de ciências promovidos, nos anos 70, pela Fundação Calouste Gulbenkian, são exemplo da importância atribuída à actualização dos professores, numa altura em que perspectivas

científicas e pedagógicas inovadoras, provenientes, em particular dos EUA, tiveram influência na evolução dos currículos e do ensino das ciências em Portugal.

A formação contínua não se deve reduzir a situações de reciclagem e/ou de actualização (Nogueira et al., 1990). Deve ser um conjunto de acções integradas num projecto colectivo ou institucional que vise o "desenvolvimento do sistema educativo" e o "desenvolvimento da profissão" (Nóvoa, 1991, p. 19) no sentido da formação permanente do professor. Como acentuam Dana et al. (1998, p. 125), a formação contínua de professores deverá "revestir a forma de programas de desenvolvimento profissional de longa duração, baseados no trabalho de sala de aula, e focados na respectiva disciplina", numa comunidade de pares, investigadores do seu próprio desempenho.

Independentemente da modalidade que se revista, a formação contínua de professores no nosso país deve estar organizada de modo a permitir aos professores atingir os objectivos definidos no Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores (Ministério da Educação, 1996). Este Decreto-Lei aponta designadamente, como objectivos, a melhoria da qualidade do ensino, o aperfeiçoamento da competência profissional e pedagógica dos docentes, o incentivo à auto-formação, à prática de investigação e inovação educacional, numa permanente actualização e aprofundamento de conhecimentos.

Assim, os programas de formação contínua devem contemplar: aspectos científicos de suporte às disciplinas constitutivas do seu grupo de docência; aspectos ligados à prática pedagógico-didáctica; aspectos relacionados com o processo de ensino/aprendizagem, estimulando a colaboração interdisciplinar e uma maior aproximação entre a teoria e a prática; aspectos inerentes à consideração do professor como indivíduo e como agente de acção social (Nogueira et al., 1990).

Na organização dos programas de formação contínua não nos devemos esquecer que não existe, em muitos professores, uma consciência clara da importância desta formação nem da necessidade de recebê-la, nem tão pouco é admitida, como factor influente, no êxito do ensino (Pérez, 1991; Losada, Barros & Alonso, 1993). Para não alimentar tais concepções, as acções de formação contínua devem organizar-se, de modo a contemplar as necessidades mais prementes dos professores e das escolas (Pereira, 1994).

Tal com outros autores, Nogueira et al. (1990) consideram a formação contínua um processo imprescindível e de reconhecida importância na actividade profissional do professor, por duas razões. Em primeiro lugar, por ser um instrumento mais eficaz e mais directo do que a formação inicial. Com efeito, é no decorrer da sua actividade profissional que os professores se apercebem mais facilmente das suas carências científicas e/ou pedagógico-didácticas e de outros problemas relativos à prática lectiva. Se o processo de formação contínua ajudar o professor a resolver esses problemas, está a contribuir para uma melhoria da qualidade de ensino e, consequentemente, para o sucesso educativo. Em segundo lugar, por ser um meio mais simples e eficaz de implementar as reformas e as inovações escolares. De facto, envolver em processos de formação os professores intervenientes/agentes de mudança, será com certeza um modo eficaz de intervir e resolver os problemas relacionados com a melhoria da aprendizagem dos alunos.

MODELOS DE FORMAÇÃO CONTÍNUA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Embora haja unanimidade no reconhecimento da necessidade de formação contínua, esta não tem sido suficientemente teorizada e a falta de suportes conceptuais não favorece a sua implantação adequada (Esteves, 1991). É ainda hoje difícil ter-se perspectivas claras sobre as tendências na evolução dos sistemas de formação dos professores, sobretudo a nível nacional (Esteves, 2000). Porém, alguns conhecimentos neste domínio, e consequentes implicações, poderão ser inferidos a partir da investigação em educação em ciências, e também em outras áreas da educação.

O desafio que se coloca aos formadores de professores é, de acordo com Tobin (1995), o de desenvolver programas de formação que os habilitem a aprender o que necessitam fazer para serem capazes de melhorar a aprendizagem dos alunos. O enfoque das actividades de formação de professores tem de ser o de ajudar os professores a envolverem-se no seu crescimento profissional, construindo conhecimento ligado à prática, útil e significante, acerca do ensino e da aprendizagem em ciências (Fonseca, Conboy, Macedo & Mestre, 1998).Três constructos fundamentais, *construtivismo, reflexão* e *comunidade profissional*, têm emergido em anos recentes (Hewson, Tabachick, Zeichner, Blomker & Toolin, 1992; Tobin, Tippins & Gallard, 1994; Feldman, 1996; Dana et al., 1998). Pensar-se no construtivismo para a formação de professores, com reflexão e em comunidade de pares, implica, entre outros aspectos, a conceptualização dos professores como alunos que continuamente constroem nova compreensão do ensino das ciências, e como líderes que exploram colegialmente formas criativas e mais eficazes de ensino das ciências.

A National Research Council (NRC) produziu recentemente orientações para a educação científica em geral, e designadamente para a formação de professores. Nos *National Science Education Standards* identificam-se as características que devem constituir os elementos fundamentais de um programa de desenvolvimento

profissional de qualidade (National Research Council, 1996). Segundo a NRC, tal programa tem de incluir: a) aprendizagem dos conteúdos científicos, através de perspectivas e métodos investigativos; b) integração de conhecimentos de ciência, aprendizagem e pedagogia, e aplicação desses conhecimentos ao ensino das ciências; c) construção de compreensão de conceitos científico-pedagógicos e de capacidade de aprendizagem permanente; d) coerência interna (actividades consistentes com objectivos, por exemplo).

Resultados obtidos em investigação sobre factores pessoais, tais como os sistemas conceptuais, a complexidade cognitiva e os estilos de aprendizagem e suas interacções, poderão igualmente fornecer alguns esclarecimentos acerca da formação contínua (Alves, 1991). Ausubel (1968, p.24) dizia que "se eu tivesse de reduzir toda a psicologia educativa a um princípio diria: o único e mais importante factor que influencia a aprendizagem do formando é aquilo que ele já conhece. Identifiquem esse conhecimento e façam um ensino em concordância". Tendo em atenção um tal princípio, poderemos edificar os nossos modelos de ensino/aprendizagem a fornecer aos professores em formação. Com efeito, os professores transportam para o seu processo de formação a sua experiência passada, o seu conhecimento e as suas preocupações actuais as quais vão, eventualmente, influenciar a sua aprendizagem e determinar o impacto da formação em que estiverem envolvidos.

Assim, defendemos modelos de formação que tenham subjacente uma concepção de formação que pode sintetizar-se nos seguintes quatro pressupostos (Pereira, 1994). Primeiro, os professores têm ideias, comportamentos e atitudes sobre o ensino/aprendizagem das Ciências que reflectem muitas vezes os métodos utilizados pelos seus professores ou formadores durante o seu processo de formação. A influência desta formação é enorme, porque diz respeito a "experiências reiteradas e adquiridas de forma não reflexiva, como algo natural, óbvio, 'de senso comum', escapando assim à crítica" (Pérez, 1991, p.73), convertendo-se, por isso, num verdadeiro obstáculo a actividades docentes criativas e inovadoras. Segundo pressuposto, os professores não só possuem, frequentemente, dificuldades na compreensão de conceitos científicos curriculares como frequentemente revelam concepções alternativas idênticas às diagnosticados nos alunos (Ameh & Gunstone, 1986; 1988; Gunstone, Slattery, Baird & Northfield 1993; Pereira, 1994). Os processos de formação devem ter isso em conta de modo a permitir a consciencialização e a refutação dessas concepções alternativas. Um terceiro pressuposto é o de que as práticas quotidianas, as experiências, os pontos de vista dos professores envolvidos na formação devem constituir o ponto de partida do processo de formação. É com base ou contra estes conhecimentos que se constroem ou reformulam conceitos e atitudes educativas inovadoras. Finalmente, um quarto pressuposto diz que uma formação de professores que se quer significante inclui uma boa compreensão conceptual em ciências e uma transformação de perspectiva sobre a aprendizagem da ciência, que passa por ser vista como processando-se ao longo de toda uma vida profissional (Fullan & Hargreaves, 1992, citado por Dana et al., 1998).

Com base nestes pressupostos, preconizamos modelos de formação de professores, inicial e contínua, de índole construtivista, integrando reflexão cooperativa, alicerçados nos seguintes seis princípios orientadores (Pereira,1994):

1. O construtivismo e a mudança conceptual precisam de ser considerados da mesma maneira para professores (e investigadores) e alunos (Gunstone & Northfield, 1986, citado por Gunstone & Northfield, 1988).
2. O professor em formação, é o sujeito da sua própria formação. Tal como afirma Ferry (1983), os professores devem ser considerados não como objecto da acção de formação, mas como sujeitos activos de formação. Os trabalhos de Dana et al. (1998) acrescentam que essa formação deve ser reflexiva e em comunidades de pares, ou do tipo investigação-acção colaborativa, como defende Feldman (1996).
3. O processo de formação deve processar-se, tanto quanto possível, através de mudanças conceptuais dos professores em formação. Por isso é necessário dar tempo e oportunidade para actividades de reflexão, conflito cognitivo e discussão entre os professores, com vista a uma desestruturação de conceitos e práticas e respectiva reestruturação (Cachapuz & Martins, 1991).
4. Numa perspectiva de modelação, os programas de formação contínua devem adoptar, na abordagem dos seus conteúdos e metodologias, o ensino que se pretende seja desenvolvido na sala de aula (Gunstone & Northfield, 1988; Fonseca & Conboy, 1994).
5. A renovação de atitudes, conhecimentos e práticas dos professores em serviço, só é possível num quadro conceptual que permita a cada professor construir, activamente, as suas próprias referências sobre os conceitos científicos, a educação e o ensino (Esteves, 1991) e sempre que possível em colaboração com colegas (Feldman, 1996; Dana et al., 1998).
6. A reflexão, a discussão, a negociação e construção de consensos, que tem lugar na aprendizagem cooperativa de alunos/aprendentes, devem igualmente constituir bases orientadoras nos processos de formação de professores (Dana et al., 1998).

Nestes modelos, os professores reflectem sobre as suas

acções pedagógicas e sobre as suas ideias respeitantes ao ensino/aprendizagem da sua disciplina. Confrontam umas e outras com as dos outros professores em formação, avaliando e analisando criticamente com construção de novos saberes e competências. Deste modo, as competências e saberes individuais são utilizadas em benefício do colectivo, permitindo, ao mesmo tempo, uma posição crítica sobre as experiências de cada um (Feldman, 1996). Este modelo de trabalho pressupõe, por sua vez, uma auto-avaliação permanente numa dinâmica de investigação-acção reflexiva, colaborativa e de construção por parte do aprendente. O que acabámos de referir transporta-nos para uma concepção de formação flexível, orientada para as necessidades e motivações individuais, numa perspectiva de desenvolvimento profissional e pessoal.

MODELOS CONSTRUTIVISTAS NA FORMAÇÃO CONTÍNUA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Muitos autores têm identificado razões que apontam para a conveniência da utilização de modelos construtivistas na formação de professores. Umas dessas razões tem a ver com um isomorfismo de princípios e práticas entre a formação de professores e a formação que devem proporcionar aos seus alunos (Fonseca & Conboy, 1994; National Research Council, 1996; Dana et al., 1998). Já em 1977, Freyberg (em Alves, 1991) afirmava que "um modelo para o desenvolvimento eficaz do professor necessita de proporcionar um ambiente de aprendizagem que possa ser reproduzido na sala de aula" (p.35). Além disso, os modelos construtivistas permitem explorar o facto dos professores poderem possuir concepções alternativas sobre tópicos científicos curriculares. Caso esta situação se verifique, promovem a discussão e reflexão cooperativa dessas concepções com o objectivo de ajudar os professores a superá-las, de modo a evitar que estes, na sua prática pedagógica, criem ou reforcem concepções alternativas nos seus alunos. Os modelos construtivistas têm em conta as concepções que os professores possuem sobre o ensino/aprendizagem e, através de actividades específicas, facultam uma reflexão sobre as práticas (Schön, 1987), bem como um confronto e permuta de ideias de modo a provocar conflito conceptual. Tais modelos partem da experiência dos professores envolvidos como base para a construção ou reconstrução dos novos conhecimentos e competências, através de uma participação activa, e atitude crítica e construtiva, desses professores (Dana et al., 1998).

Ainda uma outra razão para a aplicação dos modelos construtivistas na formação contínua de professores de ciências será a de que os mesmos facilitam a consciencialização, por parte dos professores, da existência de concepções alternativas nos alunos e da importância destas na aprendizagem. Neste sentido, tais modelos podem servir para informar sobre as concepções alternativas já identificadas, os materiais elaborados para as diagnosticar e sobre eventuais estratégias de mudança conceptual. Assim, permitem a regulação de todo o processo de ensino através da utilização, discussão e avaliação das estratégias de mudança conceptual.

Central ao problema de formação de professores são as estratégias de mudança conceptual. Alguns autores defendem estratégias baseadas no "confronto ideacional" (Champagne, Gunstone & Klopfer, 1985, citado por Smith, Blakeslee & Anderson, 1993). Entre as estratégias propostas salientam-se (Pereira,1994):

- uma análise crítica das práticas e do material didáctico utilizado habitualmente pelos professores e uma consciencializaçao e reflexão sobre concepções alternativas dos alunos e, por vezes, sobre as próprias concepções do professor;
- o recurso ao trabalho de grupo que permita uma reflexão, um confronto e um debate de ideias entre colegas, bem como constitua um auxiliar para gerar conflito cognitivo necessário ao processo de mudança conceptual (Pérez, 1991; Wheatly, 1991; Gunstone et al., 1993; Constable & Long , 1991; Dana et al., 1998);
- a introdução de exposições orais que apresentem resultados de investigações recentes sobre os assuntos a abordar e proporcionem o confronto entre as perspectivas dos professores sobre os assuntos em causa e a versão cientificamente aceite.

Em qualquer relação pedagógica, incluindo a que se estabelece no âmbito de um curso para professores, é essencial que se crie um bom clima de trabalho, particularmente quando se utilizam perspectivas construtivistas de ensino-aprendizagem. Esta condição é necessária para que haja explicitação das ideias, de problemas e de dificuldades por parte do professor em formação, fase fundamental no processo de mudança. Por isso, Gunstone e Northfield (1988) e Gunstone et al. (1993) consideram a criação de um clima de confiança entre os membros de um grupo de trabalho, e entre estes e o formador, um factor importante num processo de formação de índole construtivista.

Na presente investigação partimos da hipótese de que é possível, através de um modelo construtivista de formação, sensibilizar professores para uma melhor competência científica e didáctica no tratamento de uma área temática. Muitos professores possuem eventualmente uma estrutura cognitiva bem organizada com concepções muito enraizadas sobre conceitos científicos da sua área disciplinar e sua didáctica. Se após o curso, os professores demonstrarem alterar algumas das suas perspectivas sobre o ensino e a

aprendizagem das ciências e sobre os conceitos científicos em estudo, é porque consideraram as perpectivas abordadas mais intelegíveis, mais plausíveis e mais fecundas (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982; Gunstone & Northfield, 1988; Hewson et al., 1999).

Foi com base no modelo descrito de formação contínua de professores, e na hipótese formulada, que foi planificado, organizado, implementado e avaliado um curso de formação contínua para professores de Biologia sobre a temática *Energia nos Sistemas Biológicos: Perspectivas Científico-Didácticas para a sua Abordagem.*

Alguns objectivos que se pretendia alcançar com este curso eram os seguintes: desenvolver capacidades, conhecimentos e atitudes, nos professores de Biologia, tendo em vista a perspectiva construtivista do ensino/aprendizagem; actualizar e complementar a formação científica e didáctica dos professores de Biologia, sobre os conceitos científicos em estudo; promover uma visão interdisciplinar dos curricula de Biologia e Química.

Num modelo de formação de professores do tipo construtivista, a selecção de assuntos a tratar é de fundamental importância. Estes deverão ser reconhecidos pelos professores como interessantes e fundamentais para a sua formação e/ou implementação da reforma em curso, só assim se podendo eventualmente garantir que a aprendizagem seja significativa (Thomaz, 1990). Segundo Pérez (1991), tais assuntos deverão ser (a) relacionados com problemas de carácter profissional encontrados pelos professores na sua prática pedagógica, e (b) resultantes da problematização de conceitos e atitudes dos professores, questionados pela comunidade científica e que, por força do tempo, começaram a fazer parte do seu "senso comum".

METODOLOGIA

O estudo incidiu sobre um curso de formação contínua para professores de Biologia, dinamizado pela primeira autora, na área temática, *Energia nos Sistemas Biológicos: Perspectivas Científico-Didácticas para a sua Abordagem.* Durante três dias, foram tratados os seguintes assuntos: o Construtivismo e as Concepções Alternativas dos Alunos; a Energia e o Ensino da Biologia; o Ião ATP4- ; a Respiração Celular; a Fermentação e a Fotossíntese. É constatação corrente que existe, por parte de professores e investigadores, a percepção de que estes assuntos são difíceis de ensinar e aprender. Assim, o curso contemplou duas vertentes de formação, a vertente pedagógico-didáctica e a vertente científica. A esta última foi dado um especial destaque por se considerar que esta área tem sido esquecida nas actividades de formação contínua de professores. Estudos desenvolvidos anteriormente referem que lacunas na formação científica do professor não só não lhe permitem compreender as dificuldades de aprendizagem dos alunos como também podem, eventualmente, criar ou reforçar neles determinadas concepções alternativas.

SUJEITOS

O curso de formação teve como destinatários professores profissionalizados de Biologia do Ensino Secundário que tivessem a cargo a formação de outros professores, por se encontrarem em situação privilegiada para divulgar a acção.

O curso principal envolveu 32 professores que leccionavam em escolas da cidade do Porto e do distrito de Aveiro. Estiveram presentes em todas as sessões 24 destes professores. Dezanove (79%) possuíam idade compreendida entre os 30 e 40 anos. A caracterização da amostra engloba ainda os seguintes elementos: Licenciatura em Biologia (n=17; 71%); estágio pedagógico integrado (n=22; 92%); cargo de delegados e/ou orientadores (n=15; 62%) e tempo de serviço entre 10 e 15 anos (n=12; 50%).

PROCEDIMENTOS

O modelo de trabalho adoptado pretendia familiarizar os professores com a lógica de ensino construtivista, contribuir para sensibilizar os professores sobre dificuldades dos alunos e deles próprios a nível da formação de conceitos e, eventualmente, actualizar e complementar a formação científica e didáctica de professores de Biologia.

O curso organizou-se em cinco seminários, de três a cinco horas cada, realizados ao longo de três dias. Estes seminários tinham natureza idêntica, versando temas diferentes. O primeiro seminário incidiu sobre a perspectiva Construtivista da Aprendizagem, com vista a explicitar os fundamentos teóricos subjacentes e a lógica de funcionamento dos restantes seminários. O segundo seminário focou o tema Energia e o Ensino da Biologia; o terceiro abordou o Ião ATP4-; o quarto tratou a Respiração Celular e a Fermentação; e, finalmente, o quinto seminário versou o tema Fotosíntese. Cada seminário foi organizado em quatro etapas, Introdução, Exploração, Síntese e Desenvolvimento.

Na *Introdução* foram apresentados o assunto a abordar no seminário, os objectivos a atingir, as concepções alternativas sobre o assunto em estudo, dados históricos sobre a evolução dos conceitos e ainda as actividades a desenvolver. Foram também distribuídos aos participantes, documentos vários de informação e apoio às actividades.

A apresentação de concepções alternativas dos alunos, principalmente do ensino secundário, sobre as temáticas em estudo, teve uma dupla função: consciencializar os professores, presentes nos trabalhos, das eventuais

dificuldades dos alunos na compreensão de determinados conceitos e levar estes professores a reconhecerem como suas, algumas das concepções alternativas apresentadas.

Os dados históricos sobre a evolução de cada conceito foram apresentados para salientar o paralelismo que por vezes se pode estabelecer entre concepções alternativas e ideias históricas na Ciência. Este paralelismo poderá ser utilizado para uma melhor consciencialização e ultrapassagem de concepções alternativas.

Após consciencialização do grupo de professores sobre algumas das concepções alternativas possíveis dos seus alunos e, eventualmente, das suas próprias sobre a temática em estudo, procedeu-se à realização de actividades de grupo, eventualmente geradoras de conflito de conhecimentos e de práticas e, por isso, julgadas facilitadoras do processo de desestruturação (primeiro passo para a mudança conceptual). Para a realização desta etapa de *Exploração*, foram organizados e distribuídos textos extraídos de livros, revistas da especialidade e extractos de manuais escolares, diagramas, grelhas de análise e outros. Estas actividades de grupo, de duração média de 30 minutos, visavam uma reflexão individual e conjunta e a confrontação dessa reflexão com o conteúdo de textos apropriados, para eventualmente contrastar o que o grupo defende com o que dizem os autores desses textos.

Um exemplo dessas actividades foi "Analisar criticamente os conteúdos de extractos de manuais escolares do 10° ano de escolaridade (sobre o ião ATP4-), tendo em consideração (a) incorrecções científicas, (b) aspecto do texto e ilustrações que poderão ser um reforço de concepções alternativas, e (c) aspectos omissos ou ambíguos."

Foi dada especial atenção à constituição dos grupos de trabalho no sentido de criar um lugar que fornece um espaço físico e mental para a reconstrução de ideias (Constable & Long, 1991, p.415). Os grupos foram constituídos por seis a oito elementos, para todos poderem manifestar a sua opinião e poder surgir discussão e confronto entre as opiniões dos vários elementos do grupo. Foram, além disso, constituídos por elementos heterogéneos ou seja, incluíam professores de diferentes escolas, com variados anos de serviço e com distinta experiência profissional.

Na terceira etapa, *Síntese*, os resultados das discussões realizadas em cada grupo, na fase anterior, foram apresentados e discutidos em plenário entre todos. Após esta discussão, a dinamizadora do curso apresentou um resumo das ideias principais.

Para uma melhor sistematização e organização das ideias, e dadas as limitações de tempo, foi previamente preparada, para cada actividade, uma síntese de eventuais opiniões a suscitar por esta. Esta síntese foi completada nesta etapa com ideias sugeridas pelos participantes e que não tinham sido previstas. A súmula apresentada foi discutida com os professores presentes.

Numa perspectiva construtivista, actividades como as indicadas anteriormente poderão gerar conflito e fazer surgir a versão científica. No entanto, nem sempre assim acontece, e dadas as limitações de tempo isso já era previsível. Assim foi prevista uma fase de formalização de conceitos, ou *Desenvolvimento*, consistindo numa dissertação apresentada pela primeira autora, sobre alguns tópicos do assunto em estudo em cada seminário. Consistiu principalmente, na apresentação da versão científica em confronto com concepções mais frequentes e na abordagem de alguns conceitos considerados mais pertinentes e de mais difícil compreensão, para alunos e professores (Gayford, 1986). Esta fase de trabalho teve como objectivos principais proporcionar uma actualização científica no âmbito de alguns conteúdos programáticos, de grande centralidade curricular, e procurar contribuir para a reestruturação do conhecimento do professor.

Todos os trabalhos do curso foram registados em cassetes vídeo e audio.

Com o fim de divulgar informação científico-pedagógica actualizada, foi organizada uma exposição de livros e revistas da especialidade durante os três dias de duração do curso.

MATERIAL E FORMAS DE AVALIAÇÃO

A avaliação do curso teve por base quatro componentes: a) diferenças pré/pós teste de concepções científicas e pedagógico-didácticas; b) diagnóstico de expectativas sobre os tópicos a abordar no curso; c) percepções a respeito do curso no final deste; e d) observação por especialistas.

A análise dos dados da avaliação da consecução dos participantes ao longo do curso, em termos de concepções pedagógicas e científicas, processou-se com base no preenchimento de questionários no início (pré-teste) e no final do curso (pós-teste). O pré-teste e o pós-teste eram constituídos por um conjunto de questões abertas de carácter científico e pedagógico-didáctico sobre alguns dos assuntos a abordar no curso. Dois exemplos de questões colocadas nestes questionários são:

- Relativamente a uma abordagem do tema fotossíntese para alunos do 10° ano de escolaridade, que considere adequada, explicite, tão claramente quanto possível, as fases de iniciação dessa abordagem.
- Considere a afirmação: O ATP é uma molécula com grande quantidade de energia armazenada nas «ligações de alta energia». Essa energia é libertada, quando estas ligações químicas são quebradas. Discuta a correcção científica e as implicações didácticas em termos de aprendizagem, da afirmação, para alunos do 10° ano de escolaridade.

Adicionalmente, no início da abordagem de cada tópico, foi aplicado um questionário de diagnóstico de expectativas sobre os assuntos a tratar.

No final do curso pediu-se também aos participantes que se pronunciassem, através de um questionário, sobre aspectos relacionados com a organização do curso e eventuais benefícios para os participantes (perguntas de resposta fechada). Pediam-se também as percepções globais dos participantes e sugestões para futuros cursos (perguntas de resposta aberta). Foi ainda dada oportunidade aos participantes de se pronunciarem oralmente, em grupo plenário, sobre aspectos diversos do curso, por vezes não contemplados no questionário. Estas intervenções foram registadas em cassetes de vídeo e audio.

Uma observação não-sistemática foi realizada por dois observadores, ambos especialistas em Ciências e Educação em Ciências. A presença destes observadores destinou-se a recolher informações, para posterior avaliação, sobre o desenrolar do curso. Um dos observadores era interno e outro externo ao processo de desenvolvimento e implementação do curso.

Por restrições à extensão deste artigo consideraremos sobretudo a avaliação feita em termos da evidência de mudança de concepções pedagógicas e científicas dos professores e a avaliação do curso feita pelos professores participantes.

NOTAS SOBRE O MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS

As respostas às questões abertas constituíram, neste estudo, um conjunto de dados que foram sujeitos a análise de conteúdo. Uma análise de conteúdo é, por definição, uma tentativa de dar a conhecer algumas percepções dos dados, pelo menos para quem estiver envolvido ou sensibilizado com a investigação (Bliss, Monk & Ogborn, 1983). Através de um método de análise de conteúdo das respostas, podem-se construir conceitos sobre aquilo que se julga serem as ideias dos professores – categorias de resposta. São estas categorias de resposta que irão constituir alguns dos resultados desta investigação.

A análise dos dados insere-se na perspectiva teórica ideográfica. Assim, os dados são analisados segundo critérios e padrões que as respostas dos professores sugerem implicitamente, isto é, o analista tenta percepcionar as coisas como o próprio sujeito de investigação as percepciona (Driver & Easley, 1978).

Assim, para cada uma das questões relativas a comentários sobre aspectos globais (questionário utilizado no final do curso) analisaram-se as respostas de cada professor, procurando-se identificar e caracterizar as ideias relativas a aspectos do conteúdo das mesmas, para posterior construção de categorias de resposta a partir das ideias evidenciadas pelos professores.

O método de análise de conteúdo utilizado para as questões de carácter científico e/ou pedagógico/didáctico do pré-teste e do pós-teste, foi o método dos "inventários conceptuais", categorias de resposta, proposto por Erickson (1979). A utilização deste método pressupõe que se definam previamente os assuntos do tema a tratar. Para isso, procedeu-se a uma análise atenta dos programas e manuais de Biologia do 10° ano de escolaridade. Com base nesta análise e nos objectivos definidos para o estudo, os assuntos abordados no curso foram perspectivados em duas componentes, a componente científica e a componente pedagógico-didáctica, com mais saliência para a primeira. Estas componentes constituíram as categorias designadas de conteúdo.

O processo de construção das Categorias de Resposta (CR) tem como finalidade identificar e descrever as ideias dos professores, relativamente às questões formuladas no questionário. Trata-se de um processo indutivo, que permite obter descrições das ideias dos professores (CR) de modo a esclarecer as diferenças individuais dos professores envolvidos no estudo, quanto às explicações fornecidas e compará-las com as dos peritos.

Os procedimentos utilizados na interpretação das respostas foram os relacionados com o significado das palavras, expressões e frases. As respostas foram revistas e re-analisadas em momentos diferentes, de modo a proceder a uma certificação da interpretação atribuída.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PERCEPÇÕES DOS PARTICIPANTES A RESPEITO DO CURSO

No diagnóstico de expectativas, mais de 90% dos professores considerou de muito ou bastante interesse os assuntos seleccionados para serem objecto de reflexão durante o curso. Após o curso, e apesar do ritmo rápido de trabalho, 83.4% dos professores consideraram adequada a duração prevista para o curso. A maioria dos professores considerou a selecção dos conteúdos "muito adequada" ou "adequada" (91.6%); os assuntos seleccionados "muito úteis" ou "bastante úteis", para a sua função docente (87.5%), e igualmente "muito útil" ou "bastante útil" a contribuição do curso para a clarificação de conceitos (91.6%). A maioria dos professores considerou também o curso de "muito interesse" (66.7%), os objectivos "plenamente" atingidos (58.3%) e as suas expectativas realizadas "plenamente" (58.3%). Alguns dos aspectos mencionados, como tendo impressionado mais favoravelmente os participantes, foram: a preparação e o modo como foram desenvolvidos os temas, a organização do trabalho e atitudes dos organizadores, o modelo de trabalho,

e os benefícios da acção. Como tendo impressionado menos favoravelmente, foram salientadas as exposições longas e o ritmo de trabalho intenso.

MUDANÇA DE CONCEPÇÕES PEDAGÓGICAS

No que respeita a aspectos didácticos, verificou-se após o curso, através da análise e comparação dos resultados do pré e pós-teste, um número relevante de professores a evidenciarem mais conhecimento sobre a perspectiva construtivista do ensino e da aprendizagem e uma maior consciencialização, por parte destes, das concepções alternativas dos alunos e das suas implicações na aprendizagem. Antes do curso, a maioria dos professores (58.3%) evidenciaram práticas de ensino enquadradas por modelos de aquisição de conhecimentos. Alguns professores revelaram centrar em si todo o processo de ensino/aprendizagem, considerando o aluno como um ser onde se vão acumulando conhecimentos, por exemplo, "...Seguidamente explicava cada uma das etapas. Apresentava a equação geral". Outros professores demonstraram uma grande preocupação com os conteúdos e a sua sequência, esquecendo a maior parte das vezes as estratégias e os alunos, por exemplo: "1°-Explorar os conhecimentos obtidos durante o 7° e o 8° anos; 2°-Recapitulação destes conceitos e de outros necessários par a continuação do estudo da fotossíntese; 3°-Explorar os conceitos químicos necessários; 4°-Exploração do tema..."

Após o curso, 50% dos professores participantes evidenciaram ideias de acordo com a perspectiva construtivista da aprendizagem. Verificou-se, nas suas respostas, uma maior preocupação com eventuais concepções alternativas dos alunos e com estratégias que possam originar conflito cognitivo. Pensamos, por isso, que o curso conseguiu consciencializar alguns professores para a perspectiva construtivista de ensino/aprendizagem e para a sua problemática, como foi referido por um dos participantes, "As concepções alternativas dos alunos continuarão (e agora talvez mais) a ser objecto das minhas estratégias para uma melhor compreensão do tema".

Tal consciencialização pode ter sido resultado de factores como a reflexão dos professores sobre as suas práticas, o confronto dos resultados dessa reflexão com as novas propostas para o ensino e aprendizagem das Ciências, o visionamento de um videograma sobre a implementação de um modelo de mudança conceptual, mas principalmente o facto de se ter tentado conduzir os trabalhos do curso na perspectiva de ensino-aprendizagem que pretendíamos incrementar - a perspectiva construtivista (Gunstone & Northfield, 1988; Gunstone et al., 1993; Pereira, 1994).

MUDANÇA DE CONCEPÇÕES CIENTÍFICAS

Para os assuntos da especialidade, verificou-se também, após o curso, uma evolução das respostas, no sentido de uma maior aproximação à resposta adequada. Analisando as respostas de cada professor às questões formuladas no pré-teste e no pós-teste, verificamos que de um modo geral em quase todos eles se verificou, após o curso, um maior número de respostas adequadas ou de categorias de resposta mais próximas destas. Em alguns casos essa evolução foi maior, noutros casos a evolução foi mais pequena. Essa evolução foi mais saliente nos dois assuntos *O Ião ATP4-* e *Energia e o Ensino da Biologia*. Foi também para estes assuntos que se verificou, antes do curso, um maior número de inadequações científicas na linguagem dos professores, nos manuais escolares e noutros materiais didácticos. Assim, as ideias realçadas na sua abordagem durante o curso foram, com frequência, diferentes das habitualmente utilizadas pelos professores.

Relativamente ao Ião ATP4-, anteriormente ao curso os professores evidenciaram nas suas respostas as seguintes concepções alternativas: "o ATP é uma molécula"; "existem ligações de alta energia e ligações normais; "ruptura de ligações é um fenómeno exoenergético"; e "a energia armazena-se nas ligações fosfoanidrido (ligações químicas especiais)". Tal como mostra a literatura científica, estas concepções alternativas são idênticas às identificadas em alunos de Biologia do ensino secundário, para este assunto.

Após o curso, concepções como as referidas deixaram de ser evidenciadas, na totalidade ou parcialmente, nas respostas de 83.3% dos professores.

Pelas razões apresentadas, pensamos poder afirmar que a abordagem no curso de conteúdos relacionados com a estrutura e função do Ião ATP4- provocou, em alguns professores, aumento do conhecimento e uma alteração de conceitos sobre os mesmos. Para melhor concretizarmos, vamos transcrever as respostas de um professor, antes e após a realização do curso, relativamente a uma questão sobre o ATP4- (ver, neste artigo, a sub-secção *Material e Formas de Avaliação*):

> [Pré-teste] "... A molécula de ATP ao quebrar a sua ligação com o terceiro grupo fosfato liberta muita energia devido ao seu potencial redox".

> [Pós-teste] "... A expressão é incorrecta, enganadora e origina concepções alternativas nos alunos, porque sugere que: o ATP é uma molécula quando é um ião; a ruptura de ligações é um fenómeno exoenergético; as ligações fosfoanidrido têm uma grande quantidade de energia armazenada; a energia livre de hidrólise é a energia que

existe nestas ligações. A energia livre de hidrólise é uma propriedade do sistema reaccional no seu conjunto..... resulta do balanço entre a energia consumida na ruptura de ligações e a energia libertada na formação de ligações".

Constable e Long (1991) concluíram, após a avaliação de um curso intensivo de formação contínua de professores, com duração de dois dias, que as ideias salientadas no curso, muito diferentes das praticadas previamente pelos professores, são as que captam mais atenção destes e eventualmente, por isso, as mais realçadas nas respostas; as ideias, vistas como aparentemente familiares, podem eventualmente ser recebidas com uma menor atenção crítica. Esta posição pode justificar, em parte, os resultados obtidos após a realização do curso, sobre o *Ião ATP4-* e a *Energia e o Ensino da Biologia* e ainda sobre os restantes assuntos (*Respiração Celular, Fermentação* e *Fotossíntese*).

Não possuímos dados sobre as repercussões destas inovações na sala de aula, só temos promessas de alguns professores que vão tentar melhorar. "Pessoalmente, sentime muito mal por estas falhas, mas vou melhorar," escreveu um professor no final da resposta à questão sobre o Ião ATP4- após se ter consciencializado das inadequações que possuía e que apresentava aos alunos, sobre este assunto. Os resultados mostram uma melhoria na consciencialização dos professores para esta problemática, evidenciando igualmente que foram proporcionadas informações e propostas de trabalho que poderão ser objecto de análise e de reflexão mais profunda posteriormente. Quando um curso desta natureza termina, ficam ideias, registos, conclusões, propostas de trabalho que depois de devidamente analisados e reflectidos podem auxiliar a consciencializar novas atitudes e a ajustar e a utilizar novas estratégias.

Temos esperança que isso realmente aconteça mas também temos consciência que a mudança não é um processo fácil. Segundo Constable e Long (1991), os processos de mudança envolvem três etapas: a primeira consiste, essencialmente, em planear a mudança; a segunda, num esforço para pôr a mudança em prática; a terceira, na incorporação da mudança na instituição ou no sistema. A planificação, a concretização e a incorporação da inovação exigem uma compreensão crítica da proposta de mudança e essa compreensão é mais facilmente criada através da reflexão e da acção (Schön, 1987). Trata-se pois de um paradoxo, há necessidade de compreender a situação em ordem a actuar mas, ao mesmo tempo, há necessidade de actuar como meio de compreender a situação. Nem sempre é possível em cursos intensivos de formação contínua de professores de curta duração superar este paradoxo, porque as etapas anteriormente referidas acontecem geralmente mais tarde, fora do período de duração do curso. Pensamos, por isso, ser necessário, depois da realização do curso, acompanhar e dar apoio aos professores que queiram implementar a inovação na sua prática lectiva.

CONCLUSÕES

A análise dos resultados permite-nos derivar um conjunto de conclusões que podemos encarar como perspectivas susceptíveis de constituírem linhas orientadoras para trabalhos futuros no âmbito da formação contínua de professores. Algumas conclusões apoiam, ou até ampliam, posições construtivistas e apontam directrizes para futura investigação.

Muitos dos relatos dos professores presentes no curso eram indicadores de que estes praticavam, antes do curso, formas de ensino que não estão enquadradas nas novas perspectivas de ensino-aprendizagem das ciências. Alguns professores manifestaram, sobre alguns dos assuntos abordados no curso, concepções alternativas semelhantes às identificadas em alunos de Biologia. Após o curso, detectou-se, através das respostas fornecidas sobre os vários temas abordados, um maior número de professores a evidenciar a resposta adequada, ou versões próximas dela. Houve realmente modificações nas respostas de alguns professores, aproximando-se mais da versão aceite pela comunidade científica. Mas nem sempre as respostas evoluíram para a versão cientificamente aceite. O tema "Energia nos Sistemas Biológicos" era apontado, por professores e investigadores, como difícil para os professores, e o desenrolar dos trabalhos tornou este aspecto saliente. Daí, em parte, a pertinência da sua abordagem num curso de formação contínua de professores de Biologia.

Também, após o curso, alguns professores revelaram uma maior consciencialização sobre a perspectiva construtivista de ensino-aprendizagem e a sua problemática. As respostas dos professores revelaram maiores preocupações com a) a existência de eventuais concepções alternativas nos alunos e com as suas implicações no processo ensino-aprendizagem; b) a planificação de estratégias que eventualmente possam vir a originar conflito cognitivo nos alunos; c) as possíveis origens das concepções alternativas. Muitos professores revelaram ainda nas suas respostas, após o curso, um maior conhecimento de concepções alternativas de alunos identificadas e descritas na literatura sobre os assuntos abordados.

O número elevado de professores interessados no curso — um curso realizado em épocas particularmente difíceis para os professores (próximo do início do ano lectivo – Setembro), não remunerado nem creditado — revela o reconhecimento por parte dos professores de Biologia das suas necessidades de formação científica e didáctica nos assuntos tratados no curso (Construtivismo e Concepções

Alternativas dos Alunos; Energia e o Ensino da Biologia; O Ião ATP4-; Respiração Celular; Fermentação e Fotossíntese).

A esmagadora maioria dos professores considerou serem estes assuntos, bem como os conteúdos abordados dentro de cada assunto, muito úteis ou bastante úteis, para a sua função docente. O factor principal subjacente ao interesse e à percepção de importância dos assuntos tratados é a aplicabilidade directa à prática lectiva. A selecção dos tópicos e dos conteúdos a abordar sobre cada um dos assuntos, constituiu para nós motivo de grande reflexão. O reconhecimento por parte dos professores da importância da abordagem desses tópicos e conteúdos para a sua prática lectiva é de fundamental importância para uma aprendizagem com significado. Assim, os tópicos e os conteúdos foram seleccionados com base na sua saliência e centralidade no programa de Ciências da Terra e da Vida, nos problemas sentidos pelos professores na sua prática pedagógica, diagnosticados através de questionário passado na fase preparatória do curso, e ainda em aspectos não adequados, existentes nos manuais escolares e em outros recursos didácticos, detectados através da análise destes. Deu-se especial destaque aos tópicos e conteúdos que integram muitas vezes uma docência de "senso comum", questionada pela comunidade científica.

Embora a maioria dos professores considerasse adequada a duração prevista para o tratamento dos assuntos abordados no curso, todos indicaram que este, no geral, se desenvolveu num ritmo rápido. Alguns professores referiram ainda a falta de tempo para concluir algumas actividades e para aprofundar alguns assuntos. Por exemplo, o tempo dedicado à exploração (30 minutos) mostrou-se por vezes insuficiente, devido à complexidade dos assuntos a abordar e ao grande envolvimento dos participantes nas tarefas. Pensamos, por isso, que deveria ter sido dado mais tempo para o tratamento da maioria dos assuntos, o que poderia proporcionar mais facilmente o conflito cognitivo e, eventualmente, a reestruturação de conceitos.

Em qualquer relação pedagógica, e particularmente na que se estabelece no âmbito de um curso de formação de professores, é fundamental um bom clima de trabalho que permita explicitação das ideias, de problemas e de dificuldades por parte do aprendente. Com base nas declarações de vários professores, que referiram que se sentiram "como colegas relativamente às organizadoras e promotora da acção", pode afirmar-se que a acção de formação alcançou um tal objectivo.

A exposição de livros e revistas, quer da especialidade, quer de Didáctica das Ciências, constituiu uma iniciativa interessante de divulgação de novas fontes de informação e de apoio aos professores. São muitos os livros e revistas da especialidade e de Didáctica das Ciências, que divulgam resultados de importantes investigações, e que os professores desconhecem por não terem acesso a eles. Assim sendo, a divulgação destas fontes de informação deve ser encarada como uma tarefa muito séria e esta exposição que realizámos durante o curso pretendeu dar um contributo no sentido da referida divulgação.

No estudo foi especialmente saliente, antes da realização do curso (respostas às questões do pré-teste) e durante a realização do mesmo, as dificuldades e as inadequações científicas que, de um modo geral, os professores possuíam sobre conceitos químicos necessários à compreensão dos fenómenos biológicos. Pensamos que esta situação não será muito diferente para outros professores de Biologia. O curso pretendeu contribuir, embora modestamente, para ultrapassar algumas dessas dificuldades. Por isso, foi destinado parte do seminário, "Energia e o Ensino da Biologia", à clarificação de conceitos químicos considerados fundamentais à compreensão de processos biológicos. No entanto, temos consciência de que muito ficou por fazer. Pensamos, por isso, que seria interessante a abordagem desses assuntos em outros cursos de formação contínua de professores de Biologia.

Sumarizando: o estudo da intervenção de formação contínua descrito suporta a posição contrutivista de eficácia de programas e cursos, mesmo de curta duração, que a) tomem em conta as necessidades dos professores em termos de formação científica e pedagógico-didáctica com directa aplicação à práctica lectiva; b) facultem tempo suficiente para exploração de actividades e reflexão sobre estas; c) se efectuem num clima de trabalho colegial, facilitador da confiança entre todos os intervenientes; d) se organizem na base de estratégias de "confronto de ideias", proporcionando uma análise crítica das práticas e do material didáctico utilizado habitualmente pelos professores; e) permitam uma consciencialização e uma reflexão sobre as concepções alternativas dos alunos e por vezes sobre as suas próprias concepções, questionando a docência do "senso comum"; f) se estruturem através de actividades realizadas em pequenos grupos, que permitem uma reflexão, um confronto e um debate de ideias entre colegas, constituindo assim um auxiliar no gerar o conflito cognitivo necessário ao processo de mudança conceptual; g) aproveitem das exposições orais que apresentam os resultados de investigações recentes sobre os assuntos a abordar, proporcionando assim o confronto entre as perspectivas dos professores sobre os assuntos em causa e a versão cientificamente aceite.

Futuras investigações e intervenções de investigação/acção deverão focar a questão de se estas acções de formação de curta duração detêm efeitos a longo prazo. Será que o professor, na posse de ferramentas básicas de uma formação construtivista, e de um conhecimento da problemática das concepções alternativas, continua a demonstrar capacidades,

conhecimentos e atitudes adequados ao seu papel, passado um período após a formação? A pergunta fundamental continua a ser, de se as capacidades, conhecimentos e atitudes, adquiridos numa acção de formação contínua, se traduzem por acções eficazes na sala de aula.

REFERÊNCIAS

Alves, M. (1991). A formação contínua dos professores. *Revista Portuguesa de Pedagogia, 25* (2), 25-42.

Ameh, C.O., & Gunstone, R. F. (1986). Science teachers' concepts in Nigeria and Australia. *Research in Science Education, 16*, 73-81.

Ameh, C.O., & Gunstone, R. F. (1988). *The understanding held by Nigerian science teachers of some science concepts.* Comunicação apresentada no Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, USA.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view.* New York: Holt Rinehart & Winston.

Bliss, J., Monk, M., & Ogborn, J. (1983). *Qualitative data analysis for educational research: A guide to uses of systemic networks.* London: Croom Helm.

Cachapuz, A., & Martins, I. P. (1991). Formação em química dos professores e ensino para a mudança conceptual: Uma estratégia inovadora. *Boletim SPQ, 46* (série II), 13-18.

Cachapuz, A, Praia, J., & Jorge, M. (2000). Reflexão em torno de perspectivas do ensino das ciências: Contributos para uma nova orientação curricular — Ensino por pesquisa. *Revista de Educação, IX* (1), 69-79.

Constable, H., & Long, A. F. (1991). Changing science teaching: Lessons from a long-term evaluation of a short in-service course. *International Journal of Science Education, 13* (4), 405-419.

Dana, T., Lunetta, V., Fonseca, J., & Campbell, L. (1998). A formação de professores de ciências e a reforma: Perspectiva internacional e realidade portuguesa. *Revista de Educação, VII* (2), 115-128.

Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education, 5*, 61-84.

Eraut, M. R. (1985). In-service teacher education. In T. Hudsen & T. Postlethwaite (Eds.), *The international encyclopedia of education, 5* (pp. 2511-2526). Oxford: Pergamon Press.

Ericson, M. R. (1979). Childrens' conceptions of heat and temperature. *Science Education, 63* (2), 221-230.

Esteves, M. (1991). Perspectivas de formação contínua de professores em Portugal. *Actas do Congresso Ciências da Educação em Portugal: Situação Actual e Perspectivas* (pp. 569-573). Porto: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.

Esteves, M. (2000). Flexibilidade curricular e formação de professores. *Revista de Educação, IX* (1), 117-123.

Feldman, A. (1996). Enhancing the practice of physics teachers: Mechanisms for the generation and sharing of knowledge and understanding in collaborative action research. *Journal of Research in Science Teaching, 33* (5), 513-540.

Ferry, G. (1983). *Le trajet de la formation: Les enseignants entre la théorie et la pratique.* Paris: Dunod.

Fonseca, J., & Conboy, J. (1994). Avaliação de um programa de formação de professores. *Revista de Educação, IV* (1/2), 91-99.

Fonseca, J., Conboy, J., Macedo, M., & Mestre, N. (1998, Novembro). *Preservice science teachers education: Student's learning and reaction.* Comunicação apresentada na NSTA Regional Conference, Birmingham, USA.

Gayford, C. (1986). *Energy and cells.* London: MacMillan.

Gunstone, R. F., & Northfield, J. R. (1988). *Inservice education: Some construtivist perspectives and examples.* Comunicação apresentada no Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, USA.

Gunstone, R. F., Slattery, M., Baird, J. R., & Northfield, J. R. (1993). A case study exploration of development in preservice science teachers. *Science Education, 77* (1), 47-73.

Hewson, P., Tabachnick, B., Zeichner, K., Blomker, K., & Toolin, R. (1992). *A conceptual change approach to science teacher education at the University of Wisconsin-Madison.* Comunicação apresentada no Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, USA.

Hewson, P., Tabachnick, B., Zeichner, K., Blomker, K., Meyer, H., Lemberger, J., Marion, R., Park, H., & Toolin, R. (1999). Educating prospective teachers of biology: Introduction and research methods. *Science Education, 83* (3), 247-273.

Losada, C. M., Barros, S. G., & Alonso, M. (1993). Las ideas de los profesores de ciencias sobre la formación docente. *Enseñanza de las Ciencias, 11*(1), 26-32.

Martins, A. C. (1991). Formação contínua de professores: Problemática e perspectivas. *Actas do Congresso Ciências da Educação em Portugal: Situação Actual e Perspectivas* (pp. 559-568). Porto: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.

Ministério da Educação (1986). Lei de bases do sistema educativo (Lei nº 46/86). *Diário da República* , 237, 3067-3081.

Ministério da Educação (1996). Regime jurídico da formação contínua de professores (Decreto-Lei nº 207/96). *Diário da República, 1ª Série A, 254*, 3879-3893.

National Research Council (1996). *National science education standards.* Washington, DC: National Academy Press.

Nogueira A., Rodrigues, C., & Ferreira, J. (1990). *Formar hoje, educar amanhã.* Coimbra: Livraria Almedina.

Nóvoa, A. (1991). Concepções e práticas de formação contínua de professores. *Actas do 1º Congresso Nacional de Formação Contínua de Professores: Realidades e Perspectivas* (pp. 15-38). Aveiro: Universidade de Aveiro.

Nóvoa, A., Alarcão, I., & Formosinho, J. (1991). Conclusões do

congresso. *Actas do 1º Congresso Nacional de Formação Contínua de Professores: Realidades e Perspectivas* (pp. 323-326). Aveiro: Universidade de Aveiro.

Pereira, M. (1994). *Formação contínua de professores de biologia: Contributos para um modelo construtivista.* Tese de Mestrado, Universidade de Aveiro (não publicada).

Pérez, G. D. (1991). Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica). *Enseñanza de las Ciencias, 9* (1), 69-77.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education, 66* (2), 211- 227.

Schön, D. (1987). *Educating the reflective practitioner toward a new design for teaching and learning in the professions.* San Francisco: Jossey Bass.

Smith, E., Blakeslee, T., & Anderson, C. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching, 63*, 415-422.

Thomaz, M. (1990). Um modelo construtivista para formação de professores. In J. Tavares & A. Moreira (Eds.), *Desenvolvimento, Aprendizagem, Currículo e Supervisão* (pp. 165-177). Aveiro: Universidade de Aveiro.

Tobin, K. (1995). Teacher change and the assessment of teacher performance. In B. J. Fraser & H. J. Walberg (Eds.), *Improving Science Education* (pp. 145-170). Chicago: National Society for the Study of Education and University of Chicago Press.

Tobin, K., Tippins, D., & Gallard, A. (1994). Research on instructional strategies for science teaching. In D. Gabel, P. Blosser & D. Butts (Eds.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 45-93). New York: Macmillan.

Wheatly, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75 (1), 9-21.

FORMAÇÃO CONTÍNUA PARA A MUDANÇA CONCEPTUAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA

RESUMO

A formação contínua de professores é considerada actualmente como uma questão prioritária na política educativa, quer a nível nacional, quer internacional. O estudo apresentado consta da planificação, organização, realização e avaliação de um curso de formação contínua de professores de Biologia, perspectivado e orientado segundo princípios de construtivismo, e subordinado ao tema *Perspectivas Científico-Didácticas para a Abordagem de Energia nos Sistemas Biológicos.* O curso visou familiarizar os professores com a lógica do ensino construtivista e contribuir para diminuir dificuldades a nível da formação de conceitos tratados no âmbito curricular. Estiveram envolvidos 32 professores profissionalizados de Biologia do Ensino Secundário que tinham a cargo a formação de outros professores. O curso teve a duração de três dias.

A avaliação do programa de formação contínua efectuada suporta a posição contrutivista da eficácia de cursos, mesmo de curta duração, que a) tomem em linha de conta a aplicação directa à prática lectiva; b) facultem tempo suficiente para exploração e reflexão; c) se efectuem num clima colegial; d) se organizem na base de estratégias de "confronto de ideias"; e) se estruturem através de actividades realizadas em pequenos grupos, permitindo reflexão e debate; f) aproveitem de exposições orais focando os resultados de investigações recentes.

Palavras-chave: Formação contínua de professores; Construtivismo; Reflexão cooperativa; Avaliação de cursos de formação; Ensino da biologia no secundário; Energia nos sistemas biológicos.

IN-SERVICE TEACHER EDUCATION AND CONCEPT CHANGE AMONG BIOLOGY TEACHERS

ABSTRACT

In-service teacher education is considered a priority in educational policy, both nationally and internationally. This study describes the planning, organization, implementation and evaluation of an in-service teacher education program for biology teachers, based on constructivist principles and centered on the topic *Pedagogical and Scientific Perspectives for the Teaching of Energy in Biological Systems*. The course aims included familiarizing the teachers with the logic of constructivist teaching and facilitating the understanding of curriculum-based concepts. Certified secondary biology teachers (N = 32), who themselves had responsabilities in teacher education, took part in a three-day program.

Results of the program evaluation support the constructivist postion of the efficacy of in-service teacher education courses, even those of short duration, that a) take in consideration a direct application to classroom practice; b) provide enough time

for exploration and reflection; c) take place in a collegial climate; d) are organized on the basis of "ideational confrontation"; e) are structured in small group activities, allowing for reflection and debate; f) take advantage of oral presentations focusing on recent research results.

Key-words: In-service teachers' education; Constructivism; Cooperative reflexion in teacher eduacation; Evaluation of in-service teachers' education programs; Biology in secondary education; Energy in biological systems.

FORMATION PERMANENTE POUR LE CHANGEMENT CONCEPTUEL DE LES ENSEIGNANTS DE BIOLOGIE

RÉSUMÉ

La formation permanente des enseignants est considérée actuellement comme une question prioritaire dans la politique d' éducation, au niveau national et aussi international. Notre étude porte sur la planification, l'organisation, l'accomplissement et l'évaluation d'un projet de formation permanente des enseignants de Biologie; cette formation, dont le thème est *Perspectives Didactiques et Scientifiques pour l'Approche de l'Énergie dans les Systèmes Biologiques*, a été réalisée à la lumiére du constructivisme. La formation avait par but de familiariser les enseignants avec la logique de la méthode constructiviste et de contribuer à réduire les difficultés relatives à l'élaboration de concepts utilisés dans le cadre de l'enseignement scolaire. Un total de 32 enseignants titulaires de Biologie, du niveau secondaire, ont participé à cette formation, qui a eu une durée de trois jours. Ces enseignants avaient à son charge la formation d'autres enseignants.

Les résultats de l'évaluation confirment la fonctionnalité de la perspective constructiviste pour l'organisation de la formation, même si elle a eu une courte durée, quand les conditions ci-dessous sont remplies: a) la formation suppose une application directe dans le contexte des classes; b) elle comporte l' exploration et la réflexion; c) se réalise dans une ambiance de coopération; d) suppose une réflexion qui aboutisse à une discussion; e) se structure à travers d'activités réalisées en petit group, permettant la réflexion et le débat; f) se serve de présentations orales qui mettent l'accent sur les résultats des recherches récentes.

Mots-clé: Formation permanente des enseignants; Constructivisme; Formation structurée dans une ambiance de coopération et de réflexion; Évaluation de la formation; Enseignment de biologie du niveau secondaire; L'énergie dans les systèmes biologiques.