

“EPISTEMOLOGIA E ENSINO DAS CIÊNCIAS NO PÓS MUDANÇA CONCEPTUAL: ANÁLISE DE UM PERCURSO DE PESQUISA”

António Francisco Cachapuz

Universidade de Aveiro

Departamento de Didáctica

Aveiro 3810, Portugal

E – mail: cachapuz@dte.ua.pt

Para ser grande sê um todo

Fernando Pessoa

RESUMO

De acordo com Edgar Morin há uma deficiência fatal no conhecimento contemporâneo baseado num conhecimento segmentado, quantificável, unidimensional, burocratizado. Uma alternativa possível a uma tal visão mutilante e simplificadora do conhecimento é em termos do paradigma da complexidade.

No quadro da Educação em Ciência estamos ainda longe de retirar todas as consequências educativas de um tal argumento. Em particular, torna – se necessário valorizar um novo diálogo entre saberes dispersos de forma a dar sentido, unidade e coerência na abordagem de situações educacionais. A finalidade do estudo é contribuir par uma nova perspectiva de ensino das Ciências, perspectiva de pesquisa, que vá ao encontro de mudanças no próprio ethos da Ciência moderna e das novas finalidades da Educação em Ciência. Nesse sentido avança - se com uma proposta de quadro conceptual inovador para o ensino das Ciências através de apropriações epistemológicas marcadas pela Nova Filosofia da Ciência , de apropriações sobre a aprendizagem marcadas pela Psicologia Cognitiva, em particular de orientação Vigotskyana, e ainda apropriações da Ética Social, em particular a problemática dos valores.

O estudo aborda a natureza das rupturas deste novo quadro conceptual com perspectivas de Mudança Conceptual muito em voga desde os anos 80 (Posner, Hewson, Driver entre outros) para o ensino das Ciências e intimamente articuladas com o designado movimento das concepções alternativas. Apesar da sua orientação construtivista, tais perspectivas de Mudança Conceptual configuram várias limitações. Em particular: ao nível epistemológico, ao valorizar uma imagem de Ciência de sentido internalista (valorização do contexto de justificação e ignorar o contexto de descoberta); privilegiar os conteúdos enquanto fins e não enquanto meios instrucionais para, a partir deles, se atingirem metas educacionalmente mais relevantes, em particular tendo em vista o desenvolvimento pessoal e social dos jovens, por maioria de razão daqueles que não vão prosseguir estudos de Ciências para além da escolaridade obrigatória; sob o ponto de vista estritamente didáctico, os resultados da investigação não permitem fundamentar a superioridade de tais perspectivas de ensino.

O estudo desenvolve em seguida argumentos relativos a quatro condições de inovação implicadas pela perspectiva de pesquisa descrita: ao nível da formação de professores, em particular conceito de professor investigador do seu próprio ensino; do currículo, em particular a valorização de enfoques do tipo S/C/S ou A/C/S; do aluno, em particular ao nível das metodologias de trabalho e estudo; da escola, em particular a necessidade de uma nova cultura organizacional.

Finalmente apresentam – se três exemplos de como levar à prática a perspectiva de pesquisa no âmbito da Química , Física e Biologia, explorando os dois enfoques curriculares acima referidos.

LÓGICA DO ESTUDO

A finalidade deste estudo é aprofundar uma reflexão em curso sobre novas orientações do ensino das ciências baseadas em quadros teóricos inovadores provenientes quer de mudanças no próprio ethos da ciência moderna quer de novas finalidades para a Educação em Ciência.

Na gênese do estudo está a minha convicção de que o paradigma positivista que alimentou a ciência pós-Galileu está esgotado sendo necessário encontrar princípios de explicação mais ricos. O princípio da complexidade de Morin (1982) pode ser um bom ponto de partida. Trata-se agora de tentar “abrir e desenvolver por toda a parte o diálogo entre ordem, desordem e organização, para conceber na sua especificidade, a cada um dos seus níveis, os fenómenos físicos, biológicos e humanos...por obter uma visão poliocular onde as dimensões físicas, biológicas, espirituais, culturais, sociológicas, históricas daquilo que é humano deixem de ser incomunicáveis. O princípio de explicação da ciência clássica tendia a reduzir o conhecível ao manipulável. Hoje, há que insistir num conhecimento que possa servir para ser refletido, meditado, discutido, incorporado por cada um no seu saber, na sua experiência, na sua vida...” (ibidem).

Esta nova maneira de pensar o conhecimento e de com ele nos relacionarmos tem implicações profundas sobre a educação e o ensino das ciências. Por certo ainda é cedo para apreender tais implicações em toda a sua extensão e riqueza. Uma das tentativas mais conhecidas tem a ver com o florescer no início dos anos 90 de perspectivas de ensino das ciências valorizando orientações do tipo C/T/S/A, em particular as variantes S/C/S e A/C/S, em que as envolventes Sociedade e Ambiente não surgem como meras “aplicações” mas, antes pelo contrário, como pontos de partida. A questão em jogo é no entanto mais profunda, nomeadamente no que respeita ao incorporar problemáticas da Ética Social, em particular o problema dos valores, tão importante quanto difícil de abordar.

O estudo pretende ter um carácter prospectivo já que procura um outro olhar e enquadramento para o ensino das ciências que, tentativamente, vá mais além do que problemáticas de mudança conceptual (ou conceitual) que, ainda ocupam muito do que se faz a nível da investigação em educação em ciência (nomeadamente no quadro das concepções alternativas dos alunos). A escolha do título em epígrafe pretendeu precisamente chamar a atenção para tal carácter prospectivo. Em última análise, o estudo ambiciona pois apoiar a construção epistemológica do campo da Didáctica das Ciências.

Pela sua pertinência, esclareça-se desde já que por mudança conceptual entende-se aqui uma orientação sobre a aprendizagem das ciências tendo como referente os trabalhos de vários autores, sobretudo nos anos 80, e de que West e Pines (1985) no seu conhecido livro “Cognitive Structure and Conceptual Change” apresentam uma extensa e representativa revisão. A mudança conceptual aparece assim como uma apropriação pela Didáctica das Ciências de quadros teóricos da Psicologia, em particular da Psicologia da Aprendizagem. No quadro de uma perspectiva construtivista do ensino das ciências (que aqui se defende), a expressão mudança conceptual será também usada aqui como uma perspectiva de ensino (*latus sensu*) visando promover a aprendizagem por mudança conceptual. A expressão de mudança conceptual não deve no entanto ser entendida no sentido epistemológico que lhe é conferido por alguns autores (ver Thagard, 1992) ou seja, como mudança revolucionária no sentido Khuniano. Embora tal autor assinala que existem pontos em comum entre mudança conceptual em cientistas (em períodos revolucionários da história da ciência) e a nível dos alunos, nem por isso deixa de reconhecer existirem diferenças de monta (p. ex. a sua frequência, grau de rejeição de ideias pré-científicas ou ainda coerência interna das elaborações teóricas).

Em termos organizativos, o estudo desdobra-se na abordagem de três teses, a saber:

Tese 1

- No âmbito da epistemologia da Didáctica das Ciências, a perspectiva de ensino por mudança conceptual (EMC) representa um avanço histórico em relação a perspectivas de ensino por aquisição conceptual, em particular o ensino por transmissão (EPT).

Tese 2

- Cerca de 15 anos de investigação didáctica sobre o EMC estamos em condições de afirmar que esta perspectiva de ensino tem limitações dificilmente ultrapassáveis. As razões de tal situação têm a ver quer com dificuldades que lhe são intrínsecas quer à sua desadequação em relação a novos objectivos da Educação em Ciência, ou seja, está fora do seu tempo.

Tese 3

- O ensino das ciências no pós-mudança conceptual significa olhar para a educação científica que não é só Educação em Ciência mas também Educação *sobre* Ciência, ou seja preocupando-se também com o desenvolvimento pessoal e social dos alunos como parte de uma educação para a cidadania. Trata-se assim de valorizar objectivos de formação de índole educacional e não objectivos meramente instrucionais. O aqui designado Ensino por Pesquisa (EPP) é uma alternativa possível.

Finalmente, e a título ilustrativo, apresentam-se exemplos de projectos de investigação e desenvolvimento fazendo parte de um programa de investigação em curso na Universidade de Aveiro reflectindo uma orientação inovadora de ensino das ciências (ensinos básico e secundário) que aqui se defende e concretamente designada por perspectiva de ensino por pesquisa (EPP).

TESE 1 - DISCUSSÃO

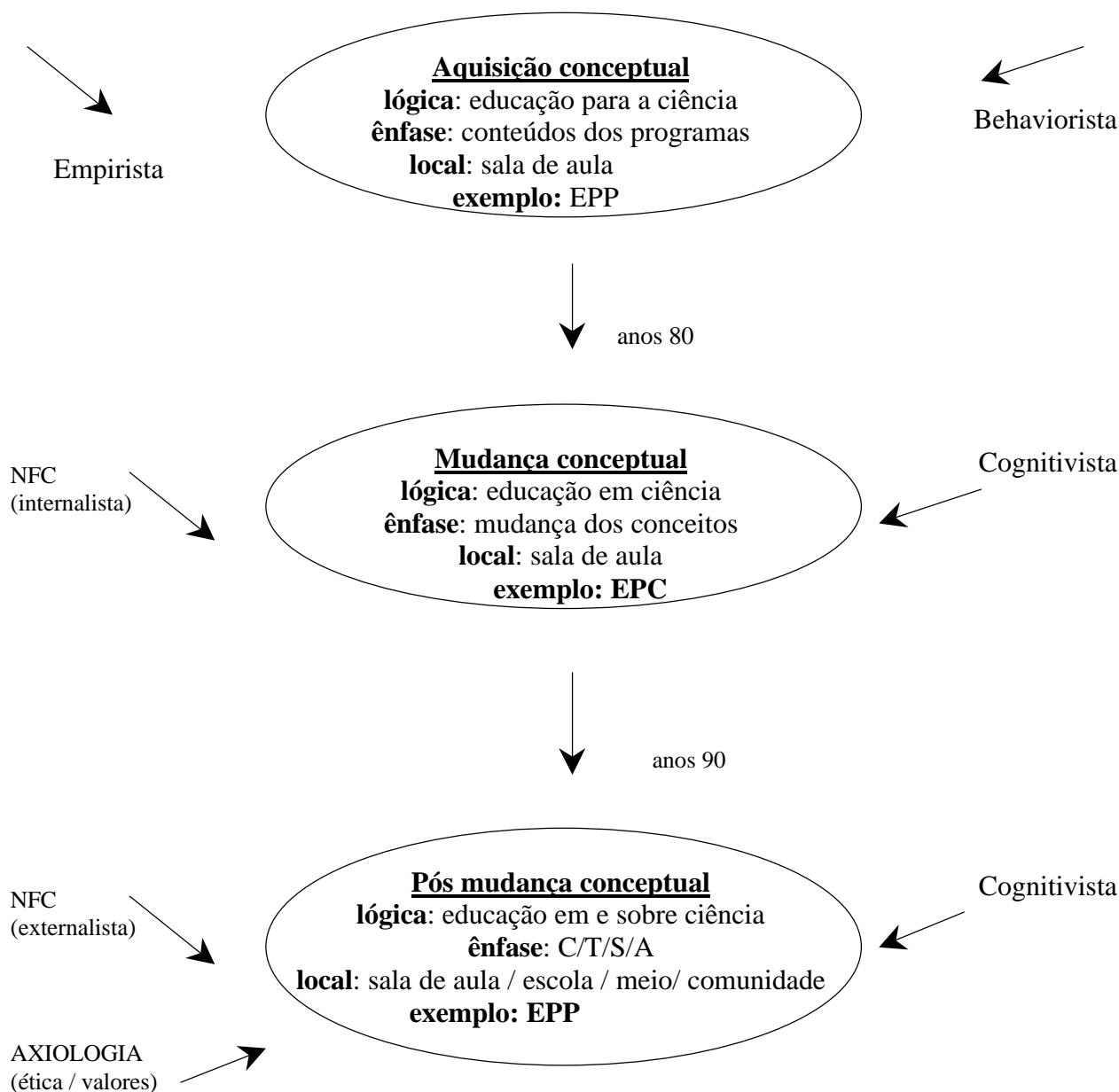
Na figura 1 apresentam-se sumariamente aspectos criteriais de três importantes orientações no ensino das ciências incluindo o sentido das apropriações didácticas feitas pela Didáctica ao campo da Epistemologia das Ciências, Psicologia da Aprendizagem e Axiologia (neste caso centradas sobre a reflexão ética). A escolha de tais orientações teve em vista marcar duas importantes rupturas epistemológicas ocorridas no âmbito da disciplina emergente da Didáctica das Ciências. Para efeito da discussão da tese 1, é sobretudo o confronto entre as orientações de aquisição conceptual e de mudança conceptual, isto é a primeira ruptura assinalada, que nos interessa analisar.

Como se sabe, na orientação do ensino por aquisição conceptual e, em particular no ensino por transmissão (EPT, perspectiva porventura ainda dominante), presume-se que o professor pode transmitir ideias pensadas por si próprio ou por outros (conteúdos) ao aluno que as armazena sequencialmente na sua mente (receptáculo). Ou seja, o professor “dá a lição”, os alunos armazenam e reproduzem a informação – uma visão claramente objectivista e instrumental do conhecimento e uma perspectiva behaviorista da aprendizagem. O EPT radica pois no pressuposto epistemológico da exterioridade dos conhecimentos em relação ao aluno e de que para aprender basta ouvir com atenção. Daí sua preocupação em que os conteúdos (input) sejam tão próximos quanto possível do output desejado. Trata-se naturalmente de uma pedagogia de cariz repetitivo e de índole memorística, de ritmo uniforme, onde a motivação é desvalorizada, o papel do erro é entendido como negativo e em que a avaliação é essencialmente de sentido sumativo.

Figura 1 – Orientações do ensino das ciências

Apropriações:
Epistemológicas

Apropriações:
Aprendizagem



NFC: Nova Filosofia da Ciência
EPT: Ensino por Transmissão
EMC: Ensino por Mudança Conceptual
EPP: Ensino Por Pesquisa

Neste quadro didático/pedagógico a exposição oral é quem mais ordena. Quando o professor usa material audio - visual é quase sempre carregado de informação e sobretudo numa óptica demonstrativa. Tal como o trabalho experimental, marcado por um sentido verificatório ou confirmatório, de grau de abertura frequentemente nulo, em que a pedra de toque são observações atentas já que o que se pretende são registos neutros e rigorosos do que se vê. Acredita-se que a repetição exaustiva das experiências e a obtenção dos mesmos resultados são um indicador de que tudo vai bem e legitima a generalização em forma de lei infalível. O manual escolar (que é feito para o aluno) é frequentemente usado como manual do professor. A comunicação é unilateral, vertical, valorizando perguntas aos alunos do tipo “que”, “quem”, “qual”, “quando”...e raramente “como” ou “porquê”. Ignoram-se diferenças individuais. O instrucional ocupa todo o tempo havendo pouco espaço para objectivos educacionais tendo em vista o desenvolvimento pessoal e social dos alunos. O espaço privilegiado é a sala de aula, isolada do mundo natural. A ciência, na perspectiva do EPT, apresenta-se como um corpo bem organizado de conhecimentos, objectiva, feita de certezas e marcada o mais das vezes por um realismo ingénuo. O conhecimento de senso comum parece deslizar sem dificuldades para o conhecimento científico, já que o primeiro só muda porque mais factos lhe são adicionados cumulativamente. As explicações para os fenómenos são aparentemente óbvias e uma boa parte das preocupações residem em gerir aspectos pedagógicos decorrentes da falta de disciplina ou de atenção.

O surgimento da perspectiva de ensino por mudança conceptual (EPC) no final dos anos 70, e sobretudo nos anos 80, representa uma primeira ruptura com orientações de ensino anteriores (Fig.1).

Tal ruptura centra-se sobretudo ao nível dos quadros epistemológicos pós – positivistas (marcados pela Nova Filosofia das Ciências) e também de perspectivas sobre a aprendizagem que ganham novo sentido em referenciais cognitivo/construtivistas. Do que se trata agora no EMC, é de contribuir para mudar os conceitos, de procurar compreender algumas das dificuldades que tal mudança exige e de explorar possíveis estratégias de ensino para ajudar os alunos a levar a cabo tal mudança. O EMC não visa apenas a alteração ou substituição de um dado conceito mas sim a transformação de estruturas conceptuais e, assim sendo, que os alunos reorganizem seus conceitos de um modo qualitativamente diferente. Já não se aceita a ideia de um sujeito pré-constituído, mas um sujeito a constituir-se, que se auto-regula e auto-transforma à medida que reconstrói e transforma os seus conceitos, que tentativamente muda seu modo de observar e pensar os fenómenos. O aluno passa a estar agora supostamente em condições de desenvolver novas atitudes a respeito dos seus próprios conceitos num diálogo entre o anterior (suas ideias prévias) e o presente (conceitos científicos a aprender), atitudes que, espera-se, o ajudem na passagem sempre problemática entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico. Estamos pois longe das perspectiva geradoras da ilusão de que os alunos podem aprender directamente das ideias do professor.

As implicações didático/pedagógicas de uma tal quadro de ruptura são consideráveis. Tenha – se em conta a atenção que tem agora de ser dada pelo professor a construções prévias do aluno (em particular às designadas concepções alternativas) o que implica não só uma nova atitude perante a ciência, o ensino e a aprendizagem mas também a construção e uso de novos instrumentos e estratégias de trabalho. Na verdade, o professor passa agora a ser um organizador de estratégias intencionais, cognitivamente mais estimulantes em que, por exemplo, se estimula a problematização, o conflito cognitivo e qual os significados que os alunos atribuem aos seus próprios saberes. Tal implica que os alunos “aprendam a pensar” já que é sobretudo através de tal actividade metacognitiva, ainda que com a mediação (no sentido Vigotskyano do termo) dos colegas e/ou professor, que se poderão dar saltos significativos na sua organização conceptual. Também o posicionamento do professor quanto à linguagem e ao seu papel é agora diferente. O que se passa a valorizar é a sua função cognitiva, e não tanto a comunicativa, de modo a fazer emergir o erro para melhor o poder

estudar, ou seja, o erro passa a ser entendido como consubstancial ao conhecimento e a linguagem, verbal ou não, um poderoso meio para o fazer emergir. Assim, por exemplo, a importância do estudo da linguagem metafórica usada pelo aluno, a defesa justificada dos argumentos que avança ou ainda a importância que passa a ter a avaliação da aprendizagem do tipo diagnóstico/formativa.

Está fora das intenções e dos limites deste trabalho o desenvolvimento das implicações didático/pedagógicas do EMC. Refira – se no entanto, ainda que brevemente, três importantes metodologias e instrumentos de trabalho, não porque sejam originais (antes pelo contrário), mas sim porque ilustram a necessária coerência que deve haver sob o ponto de vista didático/pedagógico entre perspectivas de ensino e metodologias e instrumentos de trabalho. Ou seja, novas perspectivas de ensino arrastam quer novos meios de trabalho quer usos diferentes para meios tradicionais, porque ao mudarem os objetivos de ensino mudaram também as razões para o uso de tais meios (considero a análise crítica deste argumento um aspecto fundamental a explorar na formação de professores).

Três desses meios são: mapas de conceitos (em particular no quadro da avaliação diagnóstico/formativa) que, apesar das suas limitações intrínsecas, constituem um avanço na representação estrutural do conhecimento tendo em vista o seu melhor estudo; a história da ciência, explorada não já na perspectiva meramente descritivo/heróica típica do EPT, mas sim como um “instrumento” que ajude à compreensão da metodologia científica, sugira potenciais concepções alternativas dos alunos por analogia com ideias pré – científicas conhecidas da história da ciência (sem cair num paralelismo histórico determinista), ou ainda encoraje os alunos a explicitar suas ideias; o trabalho experimental cuja finalidade deixou de ser verificatória ou confirmatória como no EPT, mas é agora sobretudo usado como um instrumento gerador de conflitos cognitivos (p.ex. através de experiências cruciais de sentido popperiano), espaço organizador da partilha e comunicação intragrupal (em particular ao nível do planeamento experimental) e intergrupala (nomeadamente no que respeita à reflexão a posteriori sobre o sentido e confiança nos resultados obtidos).

Nas suas linhas gerais, o discurso anterior fundamenta e justifica a tese 1 enunciada. Nem por isso a perspectiva de EMC está isenta de dificuldades e limitações. Delas nos ocuparemos na tese seguinte.

TESE 2 - DISCUSSÃO

De um modo sintético as dificuldades da perspectiva de EMC podem situar-se em dois grandes grupos de razões, de ordem interna e de ordem externa.

a) No que respeita a razões de ordem interna, a perspectiva de EMC ao sobrevalorizar a aprendizagem dos conceitos, desvaloriza metas educacionalmente e culturalmente relevantes mais ligadas aos valores, interesse quotidianos e pessoais dos alunos. Só assim estes mais facilmente passarão a considerar os conceitos como meios necessários ao pensar e resolver uma dada situação que para eles tem relevância e não a aprendizagem dos conceitos como fins em si. As implicações deste argumento são sobretudo sentidas ao nível da motivação dos alunos. Do que se trata pois é de romper com uma visão epistemológica internalista da ciência subjacente ao EMC que pensa quase só nos problemas no seu interior numa perspectiva que pode servir a produção científica mas dificilmente a educação em ciência. Torna-se pois necessário uma perspectiva de ensino enquadrada por numa educação que já não é só em ciência mas também sobre ciência (em particular no ensino básico), mais humanizada e orientada na promoção de culturas científicas

Uma segunda limitação inerente ao EMC, agora no domínio da aprendizagem, tem a ver com a dificuldade de utilização de estratégias metacognitivas pelos alunos já que estas, por

definição estão intimamente ligadas ao exercício do pensar. O que pressupõe competências de metacognição por parte dos alunos, como se sabe de elevado nível cognitivo. Na verdade, são as estratégias metacognitivas que facilitam a desestruturação das concepções alternativas do aluno e que lhe facilitam saber o que já sabe e o que ainda não sabe. A questão, levantada por Gil Perez (1993) sob a designação de “metodologia da superficialidade”; no fundo corresponde a não se ter tido suficientemente em conta a importância da ecologia conceptual do aluno, dimensão explicitamente considerada pelos proponentes de perspectivas de EMC (ver p. ex. grupo PSHG, 1982) e por eles definida como recursos que o aluno já tem de possuir para promover a mudança conceptual. Ou seja, sem competências a mudança conceptual é problemática.

b) Mas não só a nível interno o EMC apresenta limitações substanciais.

Na verdade, um dos problemas centrais que explicam a pouca adopção desta perspectiva pelos professores tem a ver com as dificuldades de formação de professores que ela implica. Com efeito, as rupturas acima descritas (Fig. 1) quando da passagem do EPT ao EMC, também acarretam necessariamente mudanças profundas a nível dos papéis a desempenhar pelos professores (ver alguns aspectos de ordem didáctico/pedagógico acima referidos). Contudo, o sistema de formação de professores, em particular a formação contínua, não acompanhou a inovação que a perspectiva de EMC representou. O EPT continua ser dominante. Em boa parte ensina-se como se aprende, o que quer dizer falhas graves na formação de professores. Por sua vez, a filosofia e organização do sistema de ensino não favorecem a inovação. Tenha-se em conta as expectativas decorrentes da entrada no ensino superior (primado da instrução devido à preparação para os exames de acesso) ou, mais prosaicamente, os custos acrescidos que uma perspectiva de EMC comporta.

Finalmente, importa referir que a perspectiva de EMC, nascida da investigação didáctica, teve sempre dificuldade em “passar” para as práticas de ensino porque a articulação entre investigação educacional e práticas docentes é deficiente. Previsivelmente ainda é desconhecida de muitos professores. Subjacente a esta dificuldade estão razões que se prendem com os próprios modelos organizativos da investigação educacional, em particular modelos de racionalidade técnica que polarizam temporalmente e espacialmente o discurso de investigação e o discurso de ensino. Há pois que encontrar formas de conciliar a investigação “sobre” e “para” professores (ainda dominante) com investigação “com” e, se possível, “por” professores. Esta é aliás uma condição importante para o êxito da última tese que a seguir se aborda.

TESE 3 - DISCUSSÃO

A reflexão que tem vindo a ser feita à escala internacional sobre as finalidades da educação em ciência, em particular para os que não seguem estudos superiores, levou ao surgimento de perspectivas de ensino das ciências cujo objectivo primordial é a compreensão da ciência, da tecnologia, do ambiente, das relações entre umas e outras e das suas implicações sociais, e ainda de que modo conhecimentos sociais se repercutem nos objectos de estudo da ciência e da tecnologia. O aqui designado Ensino por Pesquisa (EPP) é um exemplo. Trata-se de ir mais além do que objectivos centrados nos conteúdos e processos da ciência marcados por epistemologias internalistas (ainda que de sentido epistemológico progressivo como era o caso do EMC); trata-se sim de ir ao encontro de objectivos educacionais no sentido do desenvolvimento pessoal e social dos alunos e em que os conteúdos e processos deixam de ser fins para serem meios de encontrar respostas possíveis sobre questões que ganharam sentido. A educação *em* ciência passa também a ser educação *sobre* ciência, num movimento ascendente em que a educação científica só tem sentido no quadro de uma educação para a cidadania.

Tal evolução na filosofia da educação implica necessariamente apropriações para o terreno educativo de visões de ciência marcadas agora por quadros epistemológicos externalistas envolvendo uma outra visão da ciência, do mundo e do homem (ver p. ex. Edgar Morin referido na introdução deste estudo). Uma tal orientação do ensino das ciências representa uma segunda ruptura (Fig. 1), porventura ainda mais profunda que a primeira, e por isso mesmo, não isenta de controvérsia e dificuldades. Que o digam os professores de Biologia quando confrontados pelos seus alunos com problemáticas de inquestionável relevância no quadro de uma educação para a cidadania, problemáticas dizendo mais respeito ao campo da Sociologia e da Ética, do que aos estreitos limites da Biologia enquanto disciplina académica. Está agora presente a necessidade de fertilizar o cognitivo com o afectivo, a razão com a emoção, contribuindo para uma visão mais completa e complexa do conhecimento científico-tecnológico-social. Parafrazeando o conhecido arquitecto Alvar Aalto, “o homem é a medida”. Numa perspectiva pós-mudança conceptual do ensino das ciências, a história da ciência não se limita a sugerir ao professor potenciais obstáculos epistemológicos dos alunos a exemplo do que aconteceu em termos históricos da produção científica. Pretende-se agora abordar e explorar o sentido didáctico da controvérsia histórica. Pretende-se ainda e sobretudo equacionar a história da ciência para a projectar nas suas consequências futuras, incorporando elementos tecnológicos, económicos, políticos, e sócio-culturais, ou seja quadros de referência de sentido externalista porque os seus limites já não são disciplinares e vão para além de controvérsias da própria comunidade científica. No que respeita à aprendizagem, a interacção social e aprendizagem cooperativa (que não têm de se restringir ao espaço físico da turma ou da escola) potenciando a partilha de significados e a intersubjectividade, a reflexão dos alunos sobre o sentido das suas aprendizagens, o envolvimento e respeito da pessoa do aluno na suas características e interesses cognitivo/afectivos (em particular na abordagem de situações dilemáticas), as actividades de síntese, passam a ser elementos essenciais a ter em conta. A comunidade próxima da escola e o meio natural passam a ser usados como recursos educativos. Nesse processo de construção, que não é apenas de conceitos, os alunos desenvolvem a criatividade e atitudes de interesse para com a aprendizagem. Mesmo ao nível dos conceitos, o que se pretende é fomentar uma visão estrutural e não parcelar de um todo que se quer uno. O ponto de partida para aprendizagens significativas devem ser situações problema de preferência relativas a contextos reais que despertem a atenção do aluno e nos quais se possam inserir as temáticas curriculares a estudar.

Em boa verdade do que se trata aqui não é só de mudar o ensino. Do que se trata verdadeiramente aqui é de mudar a Escola que temos e que já não serve. Por isso mesmo, as condições de mudança passam não só por mudanças ao nível do micro sistema de ensino, em particular uma outra formação de professores (em particular ao nível das suas epistemologias) e de um outro currículo (valorizando temáticas inter e trans disciplinares tendo em vista objectivos educacionais e não a apresentação lógica da estrutura da disciplina tendo em vista a instrução). As condições de mudança passam também por uma outra organização da própria Escola. Significa isto que é necessário uma nova cultura quer organizacional quer comunicacional, que potencie novos empenhamentos, vontades e condições de trabalho para professores e alunos. A título de exemplo, a exploração do meio natural (p. ex. um trabalho de campo) ou da comunidade envolvente de escola (p. ex. estudo de meios energéticos disponíveis e usados) como recursos de ensino das ciência, é incompatível com a organização tradicional do tempo escolar, como se sabe, consistindo num somatório de aulas em que hora a hora os alunos mudam de professor, lugar e assunto (ver Legroux, 1981, citado por Canário, R. 1996). Está fora de questão pensar que estes são aspectos fáceis de resolver. Como sempre nestas situações, vale a pena começar por definir os limites do problema, ter um modelo de trabalho e fazer alguma coisa por isso, isto é começar por algum lado. É disso que a seguir se fala.

O ENSINO POR PESQUISA – CONTRIBUTOS DA INVESTIGAÇÃO

Uma das maneiras possíveis de tentar aprofundar e concretizar o discurso apresentado na tese 3 é através de um programa de investigação cuja finalidade essencial é conceber, desenvolver e avaliar percursos de ensino da Biologia, Física, Química e Ciências da Terra, em situação de sala de aula, percursos genericamente designados por Ensino por Pesquisa (ver Fig. 1). Tal programa de investigação é, desde o início dos anos 90, uma das linhas mestras de trabalho do departamento a que pertença na Universidade de Aveiro.

Uma importante característica de todos os projectos configurando tal programa, é de privilegiarem um modelo de investigação “com” professores (ensinos básico e secundário) e, nalguns casos investigação “por” professores (realizando teses de mestrado ou doutoramento envolvendo diversas formas de investigação/acção). Deste modo a componente estritamente didáctica fica articulada com a componente de formação (pela investigação) de professores. Uma segunda característica a realçar é de que todos os projectos fazendo parte desse programa de investigação envolvem uma estreita cooperação entre a universidade e as escolas, entre a comunidade de investigadores e a comunidade de professores do ensino não superior (muitos dos quais já foram previamente por nós formados, quer como alunos de graduação quer como alunos de pós-graduação). Tal cooperação é fundamental na construção de novos recursos didácticos e disponibilidade da escola como espaço de investigação. Uma terceira característica relevante é privilegiarmos na perspectiva de EPP estratégias de ensino que estudam problemas e não conceitos em si mesmo, estratégias que seguem, nas suas linhas gerais e de modo flexível o esquema seguinte:

Exemplo de estratégia com base na perspectiva de EPP

- a) *Problematização*: Colocar situações problemáticas valorizando contextos sociais, ambientais ou do quotidiano dos alunos de modo a suscitar o seu interesse pelo estudo e compreensão (se possível explorar como ponto de partida informação de suporte não-académico, p.ex. notícias de jornais, internet...).
- b) *Planeamento*: Propor aos alunos o estudo qualitativo de tais situações (com a mediação do professor) confrontando-os com seus conhecimentos prévios, explorando a partilha e intersubjectividade através de processos de trabalho intragrupal, na procura de informação relevante de carácter multidisciplinar e favorecendo uma abordagem científica da situação se possível envolvendo uma componente experimental (definição do objecto de estudo, elaboração de hipóteses, previsão, detalhes experimentais, erros possíveis.....).
- c) *Desenvolvimento*: Estratégias de resolução valorizando trabalho cooperativo e interacção social, eventualmente envolvendo a comunidade próxima da escola e o meio natural como recursos educativos.
- d) *Reflexão* : Actividades de síntese (p. ex. mapas de conceitos, V de Gowin) envolvendo confronto intergrupual, reflexão crítica sobre o sentido, rigor e implicações C/T/S/A dos resultados; transferência para novas situações.

Alguns dos elementos apresentados são também presentes na estratégia proposta por Gil Perez (1993); no entanto, a estratégia aqui defendida dá menos ênfase à metodologia científica e valoriza uma educação para a cidadania ao prever a incorporação e exploração das envolventes social/ambiental/ética.

Como exemplos de projectos desenvolvidos nestes últimos anos refiram-se:

Problemática de partida:
(fase (a) da estratégia)

Temática curricular:

Anticonceptivos
(envolvente S/C/S)

Reprodução humana
(ensino básico/Biologia)

Segurança rodoviária/Usos de air bag
(envolvente S/C/T/S)

Mecânica
(ensinos básico e secundário/
Física)

Disposição de lixos
(envolvente A/C/S)

Reacção química
(ensino básico/Química)

Está fora de questão descrever aqui ainda que sumariamente tais projectos. Refira-se no entanto, à guisa de conclusão, que a avaliação até agora feita sugere uma maior motivação para o estudo por parte dos alunos, uma melhor compreensão sobre o sentido das suas aprendizagens (isto é para que serve estudar ciências), imagens de ciência mais conformes com pressupostos da ciência moderna bem como uma melhor distinção entre informação e conhecimento.

Bibliografia

- Cachapuz, A. , Praia, J. , Jorge, M. , (1999). “Educação em Ciência”. Instituto de Inovação Educacional, Ministério da Educação, Lisboa (no prelo).
- Canário, R. (1996). “A escola, o local e a construção de redes de inovação”. In *Investigação e inovação para a qualidade das escolas*. Org. Bártolo Paiva Campos, IIE, Lisboa.
- Gil Perez, D. (1993). “Contribución de la Historia y de la Filosofia de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación”. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, (2), 197-212.
- Morin, E. (1982). “Science avec Conscience”. Fayard, Paris.
- Thagard, P. (1992). “Conceptual Revolutions”. Princeton Univ. Press. New Jersey, USA.
- West, L. and Pines, I. (1985). “Cognitive Structure and Conceptual Change”. Academic Press, NY.

*Este estudo teve o apoio da Fundação para a Ciência e Tecnologia/Portugal