

A procura da excelência na aprendizagem

Antonio F. Cachapuz

Universidade de Aveiro / Portugal

E-mail: cachapuz@dte.ua.pt

(The present paper was presented, in conference form, at the 3rd International Assembly on Significant Learning in Peniche/Portugal in September 2000, at the time that, in a prospective vision, the learning ausebeliana proposal was analyzed).

Resumo

Ao sujeitar a aprendizagem significativa (na visão ausubeliana) à reflexão crítica e construtiva, este estudo tem por finalidade apoiar a reflexão sobre uma outra visão de aprendizagem educacionalmente mais relevante, em particular, em esclarecer aspectos da epistemologia da aprendizagem que podem interessar à construção epistemológica da educação em ciência. O que está em jogo é a construção de uma nova epistemologia da aprendizagem que seja marcada por novas dimensões, em que a aprendizagem seja agora entendida (ou numa formulação menos comprometida, *também* entendida) como um processo social e culturalmente mediado. Não seja visto apenas com um processo estrutural, lógico cognitivo.

Palavras-chave:

Aprendizagem; epistemologia; educação; ciências.

Abstract

When submitting significant learning (in the ausubeliana vision) to a critical and constructive reflection, this study has the purpose of supporting the reflection on another vision of educational learning more important, in particular, on clearing epistemology learning aspects that may be of interest to the epistemology construction of education in science. What is at stake is the construction of a new epistemology of learning that is marked by new dimensions, that the learning may be understood now (or in a less committed formulation, *also* understood) as in a social and culturally mediated process. It should not be seen as just a cognitive structural, logical process.

Key words

Learning; epistemology; learning; education; sciences.

*"Je préfère l'insomnie à l'insomnie à l'anesthésie.
La faculté de douter est très important chez l'homme.
Si nous cessons de douter, nous sommes perdus!"* (Antonio Tabucchi, 1999)

1. Das limitações da aprendizagem significativa

Na sua obra *"Os sete saberes necessários à educação do futuro"*, Edgar Morin (2000) referiu que *"necessitamos civilizar nossas teorias, desenvolver uma nova geração de teorias abertas, racionais, críticas, reflexivas, auto-críticas, aptas a se auto-reformar"*. Esse é também o sentido inconformista revelado pelo escritor italiano na citação em epígrafe, metáfora que alimentou o desconforto sobre as limitações atuais da teoria da aprendizagem significativa na sua versão tradicional ausubeliana (1968).

Aliás, tal posicionamento não é igualmente partilhado por outros investigadores, razão adicional para melhor dar a conhecer sobre esta problemática. Ao sujeitar a aprendizagem significativa a uma reflexão crítica e construtiva, este estudo tem por finalidade apoiar uma reflexão sobre uma visão de aprendizagem educacionalmente mais relevante, em particular, em esclarecer aspectos da epistemologia da aprendizagem que podem interessar à construção epistemológica da educação em ciência.

Não é demais salientar a importância atual de uma reflexão educacional (e não só de índole psicológica) conjunta sobre o

tema (ainda por cima no quadro de um simpósio sobre a aprendizagem significativa) já que o aprofundar de bases teóricas sobre a aprendizagem (território que continuamos a saber bem pouco) poderá ajudar a orientar políticas, modelos e práticas de ensino e de formação, tendo em vista a excelência da aprendizagem.

A tônica no educacional não é fortuita. Registro, aliás, de antemão, que os contextos de reflexão que semeiam este discurso são, no essencial, *educacionais*. Na verdade, é no âmbito da educação, em particular da educação em ciência, que vem se desenvolvendo nossa atividade profissional (e não no terreno da psicologia). Mas não só por razões de ordem pragmática. Também as de ordem teórica, nomeadamente, o considerar que de algum modo toda a aprendizagem é contextualmente dependente. Dito de outra maneira, o desenvolvimento de leis universais de aprendizagem não faz parte dos interesses imediatos (nem convicções).

Assim, e num primeiro tempo, esclarece-se algumas razões essenciais para melhor compreender as limitações da aprendizagem significativa, incluindo suas modalidades mais recentes.

Está fora de questão a importância histórica do conceito de aprendizagem significativa (Ausubel, 1968), nomeadamente, ao deslocar o nosso olhar para o aluno como sujeito de aprendizagem, em particular, para os conceitos pré-existentes do aluno como reguladores da sua própria aprendizagem, uma perspectiva claramente em ruptura com concepções behavioristas então prevalecentes. Este, porventura, é o

mais importante legado que Ausubel e seus colaboradores nos deixaram, e que já não é pouco. Acrescente que os conceitos centrais da teoria da aprendizagem significativa continuaram a alimentar com assinalável pujança, nos anos 80 e 90, vários estudos nomeadamente no âmbito do ensino das ciências (ver por exemplo, Novak e Gowin, 1984; Novak e Musonda, 1991).

A reflexão crítica sobre o conceito de aprendizagem significativa que aqui entendo trazer diz respeito essencialmente a quatro importantes limitações, que remetem para outros aspectos a ter necessariamente em conta, tendo em vista outro quadro de referências sobre a aprendizagem.

A primeira limitação tem a ver com a sobrevalorização dos saberes conceituais. Ficam por esclarecer aspectos essenciais relativos a outras dimensões da aprendizagem e de que os valores são um exemplo bem atual. Esta visão da aprendizagem, embora compreensível, já que surge historicamente como alternativa às perspectivas behavioristas para as quais o pensar faz parte de "caixas pretas", remete, no entanto, para um quadro epistemológico da disjunção e, portanto, não sistêmico da aprendizagem.

A segunda limitação é que, mesmo no que só aos saberes conceituais diz respeito, o pressuposto da organização hierárquica dos conceitos na mente do aluno, dos mais inclusivos para os menos inclusivos, é mais do que controverso. Há fundamentadas razões para pensar que não só a organização psicológica não tem necessariamente que seguir um tal padrão lógico (sobretudo nos alunos mais jovens),

mas que tal organização hierárquica é provavelmente mascarada por constrangimentos de ordem didática e que encontram sua melhor expressão nas instruções dadas aos alunos para a construção dos designados mapas de conceitos e nos exemplos geralmente propostos (domínios altamente estruturados). Tal não significa não reconhecer o interesse didático de tais instrumentos, mas tão só alertar para a confusão que freqüentemente se estabelece entre o construído e a sua representação acessível.

A terceira limitação diz respeito a não se atribuir um papel relevante para as competências cognitivas e metacognitivas do aluno, à tomada de consciência pelo aluno dos seus processos de aprendizagem. O que nos remete, em particular, para as problemáticas da metacognição. Por usar uma expressão de White (1988), haveria que completar a primeira parte do conhecido *dictum* Ausubeliano "*ascertain what the students already known and teach accordingly*" por "*ascertain what the students already know and know about their knowing and teach accordingly*".

A quarta limitação tem a ver com a ausência de problematização entre aprendizagem e desenvolvimento. O conceito de aprendizagem significativa ausubeliana não envolve a dimensão da construção social do conhecimento. O papel da relação intersubjetiva dos diferentes sujeitos sobre uma situação que lhes diz respeito, valorizando somente a relação solidária sujeito/objeto de estudo, remete nomeadamente para a função da linguagem na construção do conhecimento e não só para a comunicação. Em um plano claramente

educacional, fica por valorizar o papel da escolarização que Vygotsky (1962, 1978) apontou, em particular, a noção de zona de desenvolvimento proximal, de grande potencial heurístico para os professores. Trata-se de olhar não só para as eventuais dificuldades do aluno mas também (e sobretudo) para as suas potencialidades. É certamente a visão mais completa e otimista da aprendizagem. Apesar de tais limitações, o princípio psicopedagógico que sustenta a aprendizagem significativa, isto é, a importância que a nova informação faça sentido para o aluno, permanece atual (independentemente dos juízos de valor sobre alguns dos seus construtos, tais como conceitos âncora, organizadores prévios, diferenciação progressiva e outros). Só que, sob o ponto de vista educacional, o aluno não é uma ilha e a aprendizagem não pode se esgotar na compreensão dos processos cognitivos de como se pensa. O aluno, quer queira quer não, vive e aprende em um sistema socialmente organizado (para já não referir a organização diferencial de tais sistemas), imerso em contextos e culturas que condicionam e medeiam a sua aprendizagem. O fato da caracterização de tais contextos e culturas criar dificuldades adicionais não pode servir de razão para a ignorar. O que está em jogo é a construção da nova epistemologia da aprendizagem, marcada por tais novas dimensões, em que a aprendizagem seja entendida (ou, em uma formulação menos comprometida, *também* entendida) como um processo social e culturalmente mediado.

2. Um olhar sobre a epistemologia da aprendizagem

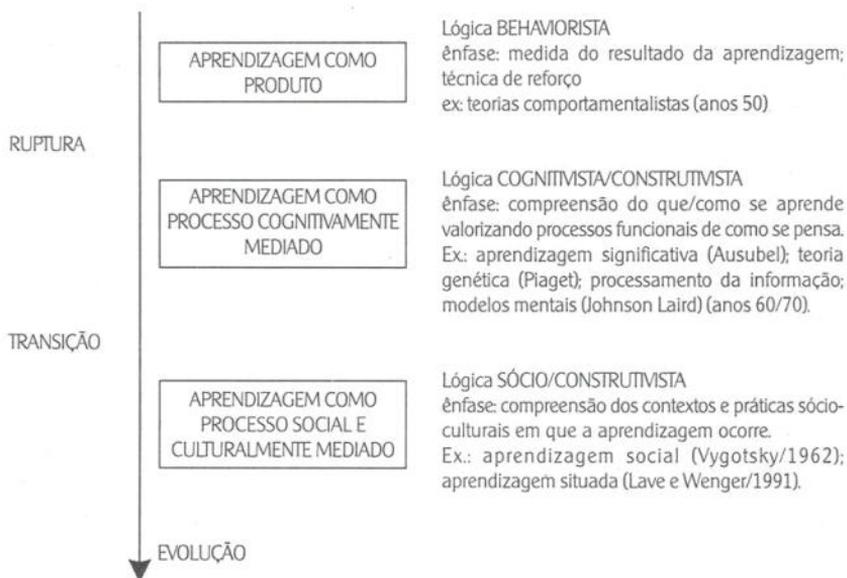
A figura 1 descreve sumariamente três perspectivas essenciais sobre a natureza da aprendizagem consideradas relevantes para a discussão em curso. Teria sido possível outra leitura da evolução da aprendizagem, nomeadamente no quadro de perspectivas de ensino das ciências (Cachapuz; Praia e Jorge, 2000a) ou, ainda, em termos dos vários *-ismos*. No entanto, a forma de olhar para a aprendizagem aqui escolhida teve em vista não só assegurar maior transdisciplinaridade, mas, sobretudo, sinalizar a evolução na esteira do argumento de Claude Bastien (1992), quando referiu que a evolução cognitiva não caminha para o estabelecimento de conhecimentos cada vez mais abstratos, mas, ao contrário, para a sua contextualização. O que equivale a dizer que *já não chega* situar a atenção sobre a compreensão do que se passa na mente do aluno quando este se confronta com o objeto de estudo, que processos cognitivos e estruturas conceituais estão envolvidas ou qual o "formato ótimo" do objeto de estudo, mas sim deslocar o olhar para as relações do aluno com o mundo e o outro e de que modo tais relações influenciam a aprendizagem. Não se trata propriamente de elaborar novas idéias, mas sim de apropriações educacionais mais recentes, sobretudo, no caso de Lave e Wenger (1991) (recordando que uma boa parte dos estudos de Vygotsky data do final dos anos 30). A primeira ruptura epistemológica em ruptura com o behaviorismo, valorizando

a abordagem psicológica da aprendizagem (em que, por vezes, confundiu aprender com pensar) e de sentido marcadamente acadêmico, sucedeu-se em uma transição epistemológica, cuja demarcação é claramente de sentido externalista. Para existir o conceito que melhor qualifique tal transição, seria a entrada em cena do conceito de cultura e, em particular, nas suas dimensões antropológicas, epistêmicas e semânticas. Embora o conceito tenha o inconveniente da sua difícil caracterização, cultura é aqui entendida como *“o conjunto*

de saberes, fazeres, regras, normas, profissões, estratégias, crenças, idéias e valores, e mitos, que se transmite de geração em geração, se reproduz em cada indivíduo, controla a existência da sociedade e mantém a complexidade psicológica e social” (Morin, 2000).

Em termos educativos, esta transição é provavelmente bem mais complexa, já que temos de aprender a lidar com saberes distintos (e não só acadêmicos), dizendo agora respeito não só à realidade intra-escolar, mas também extra-escolar e que

Figura 1: Epistemologia da aprendizagem - síntese de perspectivas dominantes



vai mais além do tradicional conceito de epistemologia das práticas. Trata-se, porventura, de trabalhar num “período de turbulência” epistemológico do que fala B. Santos (2000), bem mais difícil para os professores, porque culturalmente situado, dificuldade que está na origem da falta de compreensão (por vezes, estupefação) perante a nova natureza dos fenómenos e situações com que se defrontam diariamente e para que, o mais das vezes, não tiveram formação. O que agora se configura é a perspectiva de aprendizagem que adquire seu sentido no quadro de uma pedagogia emancipatória e transformadora e, portanto, de sentido humanista. No diálogo instrução/educação, esta última é agora claramente o pólo mobilizador. No entender de Maldaner (2000), *“é necessário pensar na acção pedagógica que fortaleça a actividade social dos alunos, permitindo que, além da compreensão do meio físico e social, participem na sua transformação”*.

No entanto, é possível reconhecer, hoje, a coexistência do tempo, investigação e ensino/formação, que são as três perspectivas paradigmáticas acima referidas. Tenha-se em conta que se passa frequentemente no ensino superior (primeira perspectiva dominante); ou ainda, estudos recentes explorando aspectos funcionais da teoria piagetiana, na fundamentação construtivista de modelos de desenho curricular (ver, por exemplo, Aguiar Júnior e Saraiva, 1999, no âmbito dos circuitos elétricos).

Os anos 70 e 80 foram particularmente prolixos no que respeita a estudos sobre os processos cognitivos de aprendi-

zagem (não sendo a intenção deste estudo apresentar um histórico do tema, outros nomes relevantes ficaram por referir). Mas é difícil não deixar de ver, em praticamente todas essas elaborações teóricas, a influência da pedra de toque do construtivismo piagetiano (o papel ativo do sujeito na construção do conhecimento e eventual mudança de seus pontos de vista em relação ao objeto do conhecimento). Embora com elaborações diversas (e de que teorias de processamento da informação com a sua analogia do computador são exemplos de fronteira), fica a idéia do construtivismo piagetiano ter “marcado” historicamente a primeira ruptura sobre a aprendizagem como processo cognitivamente mediado. É o como se aprende que se valoriza (sobrevaloriza) no pressuposto de que o *como* se aprende é independente do *que* se aprende, *onde* se aprende. Perde-se, assim, boa parte da leitura educacional.

Sob o ponto de vista educacional, é importante realçar o estudo da psicologia, ou melhor, das psicologias (Aprendizagem, Cultura, Desenvolvimento e Psicossociologia), bem como de outras áreas do saber, que são as apropriações educacionais que ajudam a dar sentido, unidade e coerência a princípios, situações e fenómenos relativos à educação em ciência, e, em particular, à aprendizagem da ciência. Aliás, tem havido, por parte dos investigadores em educação, em particular dos investigadores em educação em ciência, pouco rigor em esclarecer qual o sentido e a natureza das contribuições da psicologia (e não só) para a sua área de estudo. Este debate está por acontecer. Não sendo esta a matéria que

se pretende aqui desenvolver, limitando-se a atenção para o fato da psicologia ser pródiga naquilo a que Erickson (1985, p. 16) chamou de *"theory driven studies (...)* *conducted by researches in a disciplinary field such as psychology or linguistics who find science concepts or the science classroom to be a convenient context contributing to the validity of their work"*. Tendo em conta que os estudos elaborados nos anos 70, segundo esta matriz, e os estudos sobre os aspectos estruturais da teoria genética de Piaget são bons exemplos. Não se trata naturalmente de desvalorizar o papel insubstituível dos enquadramentos teóricos que devem guiar a reflexão sobre a aprendizagem. O que se trata é do sentido educacional com que são marcadas as transposições desses desenvolvimentos, o que é substancialmente diferente. Há que distinguir claramente entre apropriações psicológicas (ou outras) de desenvolvimento, na área da educação e de apropriações educacionais de teorias de outras áreas disciplinares. Nestas últimas, são os contributos de outras áreas disciplinares que são integrados nos desenvolvimentos próprios, desejáveis (à luz das suas finalidades) e possíveis da educação em ciência, e não ao invés. Não creio em teorias salvadoras de importação, por vezes, intelectualmente elegantes, mas de resultados educacionais duvidosos.

Uma das conseqüências deste argumento é a impossibilidade de serem dados passos substanciais para o melhor conhecimento sobre a aprendizagem das ciências sem a participação ativa dos investigadores em educação em ciência.

São eles que estão em melhores condições de definir, em cada momento, quais os desenvolvimentos possíveis da sua área de estudo.

Para maior precisão, a atenção e interesse recai, sobretudo, no estudo da natureza e processos de apropriação educacional da psicologia que, em conjugação com apropriações de outras áreas disciplinares conexas (epistemologia, sociologia, ciências cognitivas, antropologia, ética...), ajudam, mutuamente, na construção epistemológica da educação em ciência, como área científica e nas suas múltiplas vertentes. Esta é, em última instância, a lógica do estudo que agora se desenvolve.

3. Contributos para o enriquecimento de um quadro teórico sobre a aprendizagem

No estado atual de desenvolvimento do nosso conhecimento sobre a aprendizagem, o processo de apropriações teóricas, acima referido, tem duas importantes implicações. A primeira tem a ver com os princípios, que devemos defender, de fundamentalismos epistemológicos, tanto quanto possível, para salvaguardar o pluralismo teórico de contributos epistemologicamente compatíveis. A segunda implicação diz respeito aos critérios substantivos que devem orientar a procura da coerência nas apropriações referidas e que, portanto, demarcam os limites de possibilidade do pluralismo epistemológico referido.

Três desses critérios orientadores são: a transferibilidade pedagógica de outros contributos teóricos, em particular, a

congruência com uma pedagogia de sinal emancipatório e transformador, sob o ponto de vista pessoal, e participativo e interventivo, sob o ponto de vista social; a valorização do papel da investigação, em particular, o sucesso na resolução de problemas relativos à aprendizagem; a valorização de uma abordagem da aprendizagem que não é só de conceitos, mas também de capacidades, atitudes e valores (condição essencial para a sua excelência).

Com base nesses critérios, selecionamos quatro contributos pertinentes para a procura da excelência da aprendizagem (envolvendo as duas últimas perspectivas referidas na figura 1, apresentando breve comentário sobre o quadro teórico que envolvem, bem como exemplos necessariamente sintéticos).

a) Das partes para o todo

O primeiro contributo vem de uma linha de pesquisa da neurobiologia sobre a Teoria das Inteligências Múltiplas, TIM, (Gardner, 1984), defendendo o pluralismo da inteligência entendida *“como capacidade de resolver problemas ou de criar produtos que sejam valorizados dentro de um ou mais critérios culturais”*. Independentemente da TIM manter alguma ambiguidade sobre o construto *inteligência*, importa realçar a ruptura que ela introduz com os defensores de uma definição operacional da inteligência (perspectivas psicométricas, em particular, no uso do designado coeficiente de inteligência e, naturalmente, os principais detratores da TIM). Na verdade, a TIM vai contra o determinismo biológico da inteli-

gência e do seu reducionismo lógico-matemático, reducionismo ainda hoje muito difundido (tenha-se em conta o seu uso e abuso na avaliação dos alunos). Bem ao contrário, a TIM defende a visão multidimensional e plurifacetada desse construto, introduzindo o elemento de validação externa (de índole cultural) da inteligência.

Os desenvolvimentos teóricos da TIM são conhecidos pelo que aqui a realçaremos como três aspectos essenciais (ver sobre o assunto o livro de Nogueira, 2000, que se recomenda a professores). O primeiro é, em uma visão pluralista da mente, cada aluno aprender de forma e estilo próprios, independentemente de pertencer ou não ao mesmo contexto sócio-cultural. A TIM, na sua versão original, refere a oito tipos de capacidades: lógico/matemática, linguística, espacial, corporal/cinestésica, musical, interpessoal, intrapessoal e naturalista. Em desenvolvimentos posteriores, Smol (1996 citado por Nogueira, 2000) propôs a inteligência pictórica relacionada às manifestações da arte, do grafismo, da expressão por via do desenho e da resolução de problemas por este canal de comunicação. O segundo aspecto é que o domínio de uma capacidade pelo aluno não implica necessariamente o domínio de todo o espectro de capacidades. Por exemplo, a capacidade de nos colocarmos no lugar do outro (empatia), que define a capacidade interpessoal, pode não ter nada a ver com a inteligência lógico/matemática (basta estar atento ao que dizem alunos sobre o ensino de reputados cientistas). O terceiro aspecto é da possibilidade de interação entre as diferentes capacidades,

de tal forma a se apoiarem mutuamente. Talvez isto mesmo seja o que levou Meg Stuart, conhecida coreógrafa de ballet contemporâneo, a afirmar: *"Quando penso sobre a importância que em mim têm a racionalidade e a emoção chego a uma conclusão: tenho uma mente que dança"* (entrevista ao jornal Público, 21/8/2000).

Sob o ponto de vista educacional, o interesse da TIM é, sobretudo, a exploração da valorização da diferença. No entender de Gardner (1998), *"todos nós nos caracterizamos por termos diferentes forças e fraquezas em diferentes domínios intelectuais. A maior parte dos esforços desenvolvidos anteriormente negaram essas divergências e valorizaram apenas uma única forma de pensar, baseada na linguagem e na lógica. É exactamente o caso do espírito cartesiano, em França. Inversamente, a minha abordagem põe em relevo os diversos perfis intelectuais... Considero que passamos demasiado tempo a avaliar as crianças e pouco tempo a ajudá-las"*. A metodologia de trabalho do projeto parece ser a que melhor serve para a exploração da TIM. Nogueira (2000) sugeriu vários exemplos de atividades, no âmbito do estudo do sistema solar (nível elementar), em que várias combinações possíveis de capacidades são postas em jogo. Entre nós, o projeto Dianóia (Valente, 1989) reclamou a TIM como uma das suas bases teóricas.

Um exemplo mais recente que cabe no âmbito da inteligência pictórica (embora explicitamente não o reconheça como um quadro teórico fundador) é o estudo levado a cabo por Amador (1994) sobre a relação das concepções estéticas de alunos (3º ciclo

do ensino básico), suscitadas por imagens científicas e os processos de aprendizagem do conhecimento geológico. Tais imagens diziam respeito a vulcões e estrutura do centro da terra. Um dos interessantes resultados desse trabalho é a leitura naturalista, feita pelos alunos, das imagens apresentadas, realçando o seu enquadramento no meio envolvente e sua opacidade. Uma das conclusões de índole educacional que a autora apresenta é o desajuste entre uma preferência abstracionista dos manuais escolares (no que respeita a imagens geológicas) e a preferência dos alunos, desajuste que não facilita a sua aprendizagem.

b) Pensar a emoção

Ainda com origem na neurobiologia, embora em um registro diferente da TIM, cabe aqui referir a potencial relevância para o ensino e para a formação de professores, nomeadamente quanto às estratégias de ensino e de aprendizagem, sobre a estreita relação entre razão e emoção e de que a face mais visível é, atualmente, o trabalho de Damásio (1995). Como se sabe, o que o autor (que não é um neuropedagogo) defendeu não é simplesmente o reconhecimento da existência das emoções (portanto, a sua co-existência com os mecanismos da razão), mas sim o papel intrínseco das emoções e da maquinaria biológica que as sustenta nos processos da razão. Não há, pois, um estádio superior da razão dominante em relação à emoção, mas sim um eixo *"intelecto-afecto em que a capacidade de emoção é indispensável ao estabelecimento de comportamentos racionais"* (Morin, 2000).

Para Damásio, não pensamos apenas com o cérebro, mas sim com todo o corpo, o que vai muito mais além do que linhas de estudo sobre o papel da motivação na aprendizagem. O conceito central de imagem (na teoria de Damásio) tem várias implicações de índole educacional e, em particular, no âmbito da aprendizagem. Entre áreas prospectivas de estudo, tem-se o estudo da criatividade ou dos processos de decisão (emocionalmente mediados por meio dos designados marcadores somáticos) e ainda sobre o processamento da informação. Assim, no âmbito das TIC, Damásio considerou que a discrepância entre a unidade de tempo em que as nossas capacidades cognitivas operam e a usada pelos processos emocionais (mais antigos em termos evolutivos) tendem, provavelmente, a aumentar devido à exposição à televisão e computadores de crianças desde tenra idade. Estas *“processam a informação visual de uma forma muito mais rápida que os adultos”* (Morin, 2000).

Entretanto, a existência de tal eixo intelecto-afecto não é propriamente novidade para os educadores (ver, por exemplo, os estudos de Vincent, 1986), para já não falar da experiência de muitos de nós sobre a tensão emocional quando da prestação de exames ou de concursos públicos, para alguns insuportável. Ou ainda, a dificuldade ou mesmo impossibilidade de controlar o medo (pânico) em situações de catástrofe natural, situações de guerra e outros. Os mais radicais consideram mesmo que *“L’émotionnel agit sur l’intellectuel; la réciproque n’est pas vraie”*

(Racle, 1983). No entanto, o suporte empírico do trabalho do casal Damásio e o prestígio científico de que gozam são fatores de registro e que podem não só ajudar a uma melhor compreensão da problemática da aprendizagem, mas também fomentar a atitude menos redutora sobre o significado de racionalidade científica.

c) Temperar o cognitivo

O terceiro contributo vem dos ainda mal conhecidos trabalhos de Vygotsky, com destaque para o papel mediador da linguagem como instrumento primordial da relação intersubjetiva por meio da qual assenta a construção do conhecimento. É um contributo particularmente pertinente no âmbito da educação em ciência, já que o autor considerou que, enquanto (na maior parte das vezes) a aprendizagem relativa a situações do dia-a-dia ocorre espontaneamente, a aprendizagem das ciências necessita de um ambiente mais estruturado. Ou seja, *“left to their own devices, students will not construct the necessary understanding for themselves”* (Hodson and Hodson, 1998). E é pela escola que o aluno pode aprender o que não pode experienciar diretamente. A linguagem tem aqui função fundamental, mas não a que lhe é predominantemente atribuída durante a escolarização, que é a de instrumento de ensino (comunicação). A função da linguagem que importa valorizar, segundo Vygotsky, é a de instrumento de aprendizagem, o que implica, desde logo, na valorização da relação intersubjetiva (necessariamente solidária) dos alunos sobre dada situação do mundo como ponto de partida para a construção do conheci-

mento. Não é difícil reconhecer que este argumento vai na esteira do relativismo semântico de Wittgenstein (último) para quem só podemos avaliar a coerência do discurso por meio de normas reconhecidas intersubjetivamente.

O seguinte extrato de protocolo referente ao diálogo entre alunos (11^o ano de escolaridade), quando da tentativa de planejamento de uma experiência capaz de resolver o problema de determinar experimentalmente a energia libertada pela combustão de uma noz (Falcão, 1998), ilustra a caráter dialógico dessa relação e o modo como a linguagem é usada pelos alunos, para dar sentido e resolver (tentativamente) uma situação problemática.

Nota: no essencial, o planejamento implicava nos alunos serem capazes de conceber e estruturar adequadamente um dispositivo experimental que permitisse medir o aumento de temperatura de certa quantidade de água (pequeno balão/sistema fechado) provocado pela transferência de energia (calor) libertada pela combustão de uma noz (colocada em plano inferior/sistema aberto). A escolha do tema foi culturalmente mediada, dado que se tratava de alunos de uma escola de Trás-os-Montes, onde a noz adquire importância no dia-a-dia para a alimentação, com conotação econômica muito particular.

(extrato)

A1 - ... e agora?

A2 - põe na lata (comentário: o aluno refere-se a colocar o caroço da noz no interior de uma lata colocada por baixo

do balão com água)

A1 - ... não sei se segura... sim... no fundo

A2 - acende o lume e deixa...

A3 - chega a lata para cima...

A2 - foge tudo... o termômetro não sobe (comentário: a noz em combustão estava demasiadamente longe do balão; praticamente toda a energia libertada se dissipou para o exterior; a que se transferiu para o balão não foi suficiente para elevar a temperatura da água de modo visível; seguiu-se nova tentativa).

A3 - ... se chegar muito o lume fica preto (comentário: a origem da dificuldade foi compreendida, mas agora a noz está demasiadamente perto; a base do balão não estava provavelmente limpa)

A1 - é como o carvão!

A2 - não se vê... parece carvão...

A1 - mas o termômetro sobe!

A3 - ...sim...

Este extrato revela vários aspectos da linguagem usada na sua função de aprendizagem que importa chamar a atenção: o seu caráter tentativo, permeado de hesitações, como é natural face a uma situação problemática; a falta de precisão do discurso, já que não se trata de apresentar aspectos definitórios, mas sim de explorar a relação intersubjetiva para confrontar o seu conhecimento com o dos colegas; a aparente incoerência do discurso, que só é aparente porque o contexto situacional está perfeitamente definido; o uso de terminologia do cotidiano, ainda que

para tornar inteligível uma situação que não o é de todo, estar-se-ia a pensar em uma situação científica com conceitos do quotidiano (foge tudo, lume, etc.); uso de linguagem metafórica na tentativa de estabelecer um nexa entre o familiar (o carvão) e o desconhecido.

O estudo destes exemplos e a sua cuidada exploração, na formação de professores, como exemplos da construção social do conhecimento e do papel essencial que a linguagem tem na relação dialógica, deve ser fomentado. O essencial das ideias de Vygotsky estão por melhorar, quer no ensino, quer na formação de professores.

d) Do aluno para a escola e comunidade

O quarto (e último) contributo aqui referido diz respeito à teoria da aprendizagem situada (Lave and Wenger, 1991), de inspiração vygotkiana, e que, no essencial, considera que a aprendizagem é uma função da atividade, contexto e cultura em que ocorre (por isso mesmo é situada). A aprendizagem é mediada pelas diferenças de perspectiva entre os alunos envolvidos cooperativamente na resolução de dada atividade. É a sua prática social e a cultura onde se inserem que passa agora a ser o pólo dinamizador e não o que se passa na mente de cada um (embora num registo diferente de Lave e Wenger, os estudos em curso de Nisbett, no âmbito da psicologia cultural, são elucidativos sobre o modo diferente de pensar de jovens americanos e japoneses).

O ponto de partida de Lave e Wenger

é de que a aprendizagem situada explora o caráter situado da compreensão e comunicação humana. *"It takes as its focus the relationship between learning and the social situations in which it occurs. Rather than defining it as the acquisition of propositional knowledge, Lave e Wenger situate learning in certain forms of social coparticipation"*. Um tal enfoque tem conseqüências importantes para as próprias questões de investigação. Assim, *"rather than asking what kind of processes and conceptual structures are involved, they ask what kind of social engagements provide the proper context for learning to take place"*. A tradicional separação entre "conhecer que" e "conhecer como" (conhecimento declarativo e de procedimentos) deixa de ter sentido, já que *"the individual learner is not gaining a discrete body of abstract knowledge which (s)he will then transport and reapply in later contexts. Instead, (s)he acquires the skill to perform by actually engaging in the process, under the attenuated conditions of legitimated peripheral participation"*, um conceito nuclear que denota o modo específico de participação do aluno aprendiz (possível, segundo vários níveis), como membro de uma comunidade de prática (que não tem de ser presencial e envolvendo professores) de forma a se integrar e desenvolver a sua identidade como membro dessa comunidade. Tal aprendizagem passa por um processo de aculturação em sistemas de valores, práticas, estilos de discurso próprios de uma dada comunidade (p. ex. dos educadores em ciência). O conceito de comunidade de prática é nuclear, nesta

perspectiva. Sem comunidade de prática, a aprendizagem é problemática, dado que é esta que lhe confere sentido (uma visão que é próxima da leitura Khuniana de comunidade científica).

Sob o ponto de vista educacional, o problema do acesso à comunidade de prática (que é um problema de socialização) emerge como decisivo para a aprendizagem. A info-exclusão pode ser lida como consequência da marginalização em relação a dada comunidade de prática.

O conceito de comunidades de prática é também potencialmente importante para melhor compreensão do que se passa hoje no âmbito de formas de aprendizagem cooperativa, em ambiente virtual, "chats" etc. O que se trata é o estabelecimento de cumplicidades, partilhamento de informação e visões dos participantes sobre o que estão a fazer e o significado do que fazem para as suas vidas e para as comunidades a que pertencem.

A exploração de idéias de Lave e Wenger é facilitada por meio de metodologias ativas, em particular, de trabalho de projeto, já que é aí onde se podem mais facilmente envolver os alunos em contextos próprios de autênticas atividades (p. ex. não definindo, como partida, qual é a informação relevante a ter em conta num dado problema); na aprendizagem situada, a existência de "*extra linguistic supports often dismissed as noise*" (Lave and Wenger, 1991) é importante na interpretação da comunicação, o que contrasta com a maior parte das atividades de aprendizagem propostas aos alunos, freqüentemente rotineiras, envolvendo informação descontextuali-

zada e de sentido abstrato. Tais metodologias podem também facilmente valorizar a interação social e processos de aprendizagem colaborativa que estão na base da construção social do conhecimento, pelas atividades de discussão/reflexão em grupos, análise crítica de narrativas, de simulações e outros. Claramente, aprender não se confunde com pensar. Aprender envolve outros tipos de transformações no âmbito individual, que são arrastadas pelos processos de socialização que conduzem o aluno aprendiz a pertencer agora a dada comunidade de prática e pelas novas possibilidades que esta lhe oferece. Pelas mesmas razões, a perspectiva social da aprendizagem (incluindo suas variantes mais orientadas, ver Rogoff, 1990) presta-se muito bem para a formação pós-graduada de professores de matemática. Sob o ponto de vista da investigação, Matos (1999) apontou algumas questões que importa aprofundar: melhor clarificação do conceito da relação entre a perspectiva situada da aprendizagem matemática e a natureza da matemática, como o acesso à comunidade da prática e o que está implicado na pertença a dada comunidade.

4. Questões em aberto

A reflexão sobre a aprendizagem significativa deu a oportunidade de debruçar sobre a vantagem de temperar o reducionismo cognitivo com desenvolvimentos, segundo orientações sócio-construtivistas de que Vygotsky é arauto; permitiu também abordar a problemática mais geral da articulação entre a epistemologia da

aprendizagem e a construção epistemológica da área da educação em ciência. Por isso mesmo, foi a discussão sobre concepções de aprendizagem que aqui se valorizou e não problemáticas que lhe estão à jusante, em particular, sobre o processo de ensino/aprendizagem ou sobre a sua avaliação.

Em termos prospectivos, a reflexão que se apresentou deixa várias questões em aberto, que seria desejável aprofundar em debate mais específico e organizado, a saber:

a) A própria filosofia da abordagem apresentada no ponto 3, sobre o sentido e natureza dos critérios a estabelecer para as apropriações a fazer de outras áreas do saber, tendo em vista a procura de coerência no entendimento sobre a aprendizagem, em particular, no âmbito da educação em ciência.

Uma das limitações de tal enfoque é a falta de segurança que ameaça o investigador ao não trabalhar no quadro de dado "paradigma". Aqueles que fizeram percursos de formação no âmbito das chamadas "ciências duras" (Física, Química, ...) conhecem a comodidade intelectual que é trabalhar no quadro de dado paradigma, já que este define as categorias do que é inteligível e o controle do seu uso. Não se corre o risco de "transgressões" teóricas. Ao invés, trabalhar com a diversidade tem o seu preço. No entanto, ao valorizar contributos oriundos de várias áreas do saber é mais fácil reconhecer e, eventualmente, estudar a complexidade dos problemas relativos ao ensino e à

formação, que são sempre multidimensionais, multidisciplinares, contextualmente e culturalmente marcados. Naturalmente, é sempre possível formatar as próprias questões de investigação de forma a "caber" em dada teoria. Esse reducionismo conceptual é típico da abordagem académica, que tem sempre sentido para o investigador, mas que nem sempre ganha sentido educacional. E é precisamente aqui que se inscreve a problemática em aberto da relevância educacional da investigação educacional.

b) Os enquadramentos teóricos sobre a construção do conhecimento, em particular, sobre o significado atual do construtivismo, designadamente no quadro da educação em ciência, tema que tem ocupado vários estudos recentes, embora nem sempre convergentes (Matthews, 1994; Oliva, 1999; Osborne, 1996; Solomon, 1994; Suchting, 1992, entre outros).

Embora não partilhando de vários dos argumentos apontados por aqueles autores (em particular, os dois últimos), é pertinente abordar três aspectos sobre a problemática do construtivismo. Quando hoje se fala em construtivismo, não se sabe bem do que se está a falar (Kant, Piaget, Von Glasersfeld, Vygostky?), como se todas estas versões fossem equivalentes e igualmente relevantes em contexto educativo. Com a banalização do termo (não do conceito), cada vez se tem mais dificuldade em encontrar alguém que não seja construtivista! O primeiro aspecto é a necessidade da reflexão crítica sobre a pretensão do construtivismo se constituir em teoria geral, enquadrando toda a

pesquisa em educação em ciência (e com maiores reservas). O segundo é a clarificação da diferença entre operar no plano pedagógico (p. ex. como estratégia construtivista de trabalho) e os planos epistemológico e ontológico (bem mais controversos, sobretudo, o último). Em particular, o cuidado a ter com versões radicais do construtivismo (p. ex. as teses de Von Glasersfeld) que praticamente induzem à redução da aprendizagem em termos das suas dimensões psicológicas. É bom exemplo da equação "aprender=pensar" que acima se criticou, e é meio caminho andado para legitimar o relativismo pedagógico com as conseqüências que se conhecem.

O terceiro, particularmente pertinente para a educação em ciência, tem a ver com questões epistêmicas e ontológicas e o risco de, ao se criticar (justificadamente) o realismo ingênuo, promover o individualismo epistêmico e versões radicais de relativismo ontológico nos alunos. Há outras alternativas à polarização tradicional com que as categorias de realidade são supostas ser construídas pelos nossos sistemas conceituais e uma possível alternativa é o bem conhecido posicionamento filosófico de Niels Bohr (sobre argumentos a favor e contra o relativismo epistêmico, ontológico, semântico e moral, ver Harré e Krausz, 1996).

c) A índole metodológica com implicações na investigação, no ensino e na formação.

Sob o ponto de vista da investigação, a dificuldade em delinear metodologias de trabalho, incluindo metodologias de avaliação, quando o objeto de estudo se com-

plexifica (p. ex. a dimensão emocional, valores e outros). A ênfase no conceitual reflete, em parte, dificuldades de avaliar com rigor outras dimensões de aprendizagem. Há certamente um vasto trabalho a fazer neste domínio.

Sob o ponto de vista do ensino (das ciências), importa saber o que as perspectivas do pós-mudança conceitual, designadamente a perspectiva de ensino por pesquisa, já trouxeram de novo e qual a abordagem feita da aprendizagem nesses estudos. Por exemplo, como decidir entre aquilo que deve ser explicitado pelo professor (ou quem toma o seu lugar) aos alunos e o que deve ser explicitado¹.

Sob o ponto de vista da formação de professores, apesar de avanços substanciais promovidos por alguns construtos, em particular, o de "comunidade profissional" e "professor reflexivo", está quase tudo por fazer quanto ao desenho e desenvolvimento de propostas de formação de professores que promovam e apoiem a experimentação de hipóteses curriculares inovadoras, nomeadamente tendo em vista procurar dar respostas satisfatórias (aos alunos) à sua questão recorrente e com previsíveis conseqüências na sua aprendizagem: "para que é que isto me serve?".

Finalizando, uma sugestão: seria desejável conhecer, com maior profundidade, o que de fato se faz, em termos de investigação em educação em ciência, em Portugal, e, em particular sobre a aprendizagem das ciências, com que tipo de problemas os investigadores se confrontam, formas de melhorar sinergismos entre grupos de investigação e como melhorar a

articulação entre a investigação e o ensino e formação.

As questões acima suscitadas são suficientemente pertinentes para serem abordadas em tal simpósio. Aliás, uma tal forma de socializarmos a investigação seria útil a outras áreas do saber e não só à educação em ciência.

Notas:

¹ As minhas críticas às perspectivas de ensino das ciências conhecidas por mudança conceptual são

desenvolvidas algures (Cachapuz; Prais; Jorge, 2006a). Relevo aqui somente a que se refere à sua sobrevalorização dos conteúdos conceituais (na esteira aliás do movimento das concepções alternativas, quanto a mim esgotado como tal). Na verdade, em termos educacionais, a aprendizagem dos conceitos não é um fim (como no caso da instrução) mas sim um meio tendo em vista finalidades educativas envolvendo capacidades (p. ex. desenvolver uma ética de responsabilidade e de solidariedade). Estas questões, sem as quais é difícil hoje em dia conceber e desenvolver um projeto educativo, não foram respondidas nos últimos 20 anos pelas diferentes variantes da perspectiva de ensino por mudança conceptual.

Referências Bibliográficas

- AMADOR, F. *La influencia de los juicios estéticos em los procesos de aprendizaje*. Tesis doctoral (não publicada). Madrid : Universidade Complutense, 1994.
- AUSUBEL, D. *Educational Psychology*. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- BASTIEN, C. Le décalage entre logique et connaissance. Paris, *Courrir da CNRS*, Octobre, 1992.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Reflexão em torno de perspectivas de ensino das ciências: contributos para uma nova orientação curricular – Ensino por Pesquisa. *Revista de Educação*, 10 (1), 69-79, 2000a.
- _____. *Formação de professores ciências-perspectivas de ensino*. Textos de Apoio, nº 1, Porto, CEEC, 2000b.
- DAMÁSIO, A. *O erro de Descartes*. Lisboa : Europa-América, 1995.
- ERICKSON, G. Theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks, in Phillip Nagy (ed). Ontario, *Representation of cognitive structures*, p. 13-30, 1985.
- FALCÃO, A. *O trabalho experimental e o ensino de Química na perspectiva de trabalho científica*. Tese de mestrado (não publicada). Aveiro : Universidade de Aveiro. 1998.
- GARDNER, H. *Frames of mind: the theory of multiples intelligences*. New York, Basic Books, Inc. Publishers, 1984.
- HARRÉ, R.; KRAUSZ, M. *Varieties of Relativism*. Cambridge : Blackwell, 1996.
- HODSON, D.; HODSON, J. *School Science Review*, 80 (290), p. 17-24, 1998.
- JÚNIOR, A.; Saraiva, J. Modelo de ensino para mudanças cognitivas: fundamentação e

- diretrizes de pesquisa. *Ensaio*, 1 (1), p. 47-67, 1999.
- LAVE, J.; WENGER, E. *Situated Learning*. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1991.
- MALDANER, O. *A formação inicial e continuada de professores de Química*. Ijuí : Ed. Ijuí, 2000.
- MATOS, F. Relatório da disciplina Investigação Educacional II, provas de Agregação do Grupo de Educação. Lisboa : Univ. de Lisboa, 1999.
- MATTEWS, M. Vino viejo em botellas nuevas: un problema com la epistemologia constructivista. *Enseñanza de las Ciências*, 12 (1), p. 79-88, 1994.
- MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. Ed. Unesco. 2000.
- NOGUEIRA, N. *Uma prática para o desenvolvimento das Múltiplas Inteligências*. São Paulo : Érica, 2000.
- NOVAK, J.; MUSONDA, D. A twelve year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28 (1), p. 117-153, 1991.
- OLIVA, J. Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciências*, 17 (1), p. 93-107, 1994.
- OSBORNE, J. Beyond Constructivism. *Science Education*, 80 (1), p. 53-82, 1996.
- RACLE, G. *La pédagogie interactive*. Paris : Retz. 1983.
- ROGOFF, B. *Apprenticeship in thinking*. cognitive development in social context. New York : Oxford Univ. Press, 1999.
- SANTOS, B. *A crítica da razão indolente*. Porto : Afrontamento, 2000.
- SOLOMAN, J. The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education*, 23, p. 1-19, 1994.
- SUCHTING, W. Constructivism deconstructed. *Science e Education*, 1 (3), p. 223-254. 1992.
- VALENTE, O. Projecto Dianóia: uma aposta no sucesso escolar pelo reforço do pensar sobre o pensar. *Revista de Educação*, 3 (1), p. 41-51, 1989.
- VICENT, J. *Biologie des passions*. Paris : Seuil, 1986.
- VYGOTSKY, L. *Thought an Language*. Cambridge : MIT Press, 1962.
- _____. *Mind in Society*. Oxford : Oxford Blackwell, 1978.
- WHITE, R. *Learning science*. Oxford : Oxford Blackwell, s.d.