

TEORIAS DE APRENDIZAGEM E O ENSINO/APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS: DA INSTRUÇÃO À APRENDIZAGEM

Clara Vasconcelos¹
João Félix Praia²
Leandro S. Almeida³

Resumo

Uma preocupação sempre presente da investigação na área da Psicologia Educacional, é a da compreensão do processo de aprendizagem do aluno, nomeadamente em contexto formal de ensino. Nessa linha, o ensino das ciências recorre a essa área de conhecimento para fundamentar teoricamente concepções e práticas de ensino/aprendizagem, no contexto e ecologia de sala de aula específicos. Neste artigo apresenta-se o contributo das diversas teorias de aprendizagem no processo de ensino/aprendizagem das ciências, especificando a influência de algumas delas nas perspectivas de ensino que foram sendo evolutivamente assumidas. Desse modo, inicia-se uma descrição histórica, referindo perspectivas de ensino apoiadas na vertente *behaviorista* e termina-se a sua abordagem referindo teorias cognitivo-constructivistas, que deram lugar a perspectivas de ensino voltadas para o papel do aluno, como sujeito ativo na construção do conhecimento, e para o reconhecimento do valor meramente instrumental dos conteúdos curriculares.

Palavras chave: Ensino; Aprendizagem; Construção do conhecimento.

THEORY OF LEARNING AND THE TEACHING-LEARNING OF SCIENCES - FROM INSTRUCTION TO APPRENTICESHIP

Abstract

It is always a concern for research in the area of Educational Psychology, to understand the process of learning of the student, namely in a formal context of teaching. In this sense, the teaching of Sciences uses this area of knowledge in an attempt to ground theoretically conceptions of teaching/learning. Here, the authors attempt to underline the contribution of the learning theories in the process of learning/teaching of Sciences, specifying their influence in the perspectives of teaching that have been previously assumed. In this way, an historical description is started, referring perspectives of teaching supported in the behaviourist approach, and finish by referring cognitive-constructive theories that gave rise to teaching perspectives more focussed on the role of the student in the construction of knowledge, and for the recognition of the innate instrumental value of the curricular subjects.

Key words: Learning; Teaching-learning; Construction of knowledge.

INTRODUÇÃO

Todos aprendemos sem nos preocuparmos verdadeiramente com a natureza desse processo e todos ensinamos sem buscarmos um suporte teórico explicativo do processo de ensino-aprendizagem. Como professores temos alguns referenciais explicativos e, também, de forma implícita ou explícita, orientamos a nossa prática por tais referenciais. De qualquer modo, as teorias de aprendizagem, tendo surgido, possivelmente, porque

conforme salienta Bigge (1977) “o homem não só quis aprender como também, frequentemente, sua curiosidade o impeliu a tentar *aprender* como se aprende” (p.3), são diversas e acompanharam de perto a evolução observada na Psicologia e na Educação em Ciências. Assim, apresentamos ao longo deste artigo diversas teorias de ensino-aprendizagem, reportando-nos sempre que possível ao ensino-aprendizagem nas ciências,

¹ Centro/Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

² Centro/Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

³ Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.

iniciando pela teoria do Ensino por Transmissão, perspectiva fortemente marcada pelas teorias *behavioristas* da aprendizagem. Após referirmos a influência de autores como Gagné (1975) ou Bandura (1977), que mantiveram latente a influência comportamentalista, referimos a Aprendizagem por Descoberta e a Aprendizagem por Mudança Conceptual. Por último, mencionamos o Ensino por Pesquisa, processo fortemente marcado pelo cognitivismo-construtivismo que realça o papel do aluno como construtor do conhecimento, movido pela curiosidade, descoberta e resolução de problemas. Esta perspectiva de ensino é referida como a mais actual ao nível da didáctica das ciências e, implicitamente, aquela que deverá ser mais valorizada na formação dos professores.

Com este artigo pretendemos listar este conjunto de perspectivas de análise e definição de processos de ensino-aprendizagem, sobretudo quando este processo ocorre nos contextos formais escolares. Sem pretendemos ser exaustivos e profundos no conjunto de tais perspectivas, procuramos, no entanto, salientar algumas implicações práticas e assumir as vantagens de uma abordagem que reconhece o aluno como tendo um papel ativo e central nas aprendizagens, entendidas como co-construções progressivas de conhecimento e destrezas.

As teorias de aprendizagem e o ensino-aprendizagem das ciências

A Aprendizagem por Transmissão (APT) pode associar-se às perspectivas *behavioristas* ou comportamentais da aprendizagem. O ensino por transmissão tem o seu fulcro nas exposições orais do professor, que transmite as ideias (estímulos) aos alunos, isto é, "...o professor 'dá a lição', imprime-a em arquivadores do conhecimentos e pede, em troca, que os alunos usem a sua atividade mental para acumular, armazenar e reproduzir informações" (Santos & Praia, 1992 p.13). Nessa lógica instrucional de organizar o ensino, o aluno tem um papel cognitivo passivo, sendo encarado como um mero receptáculo de informações que, mais tarde, serão úteis para a vida. Para além do professor usar técnicas que salientem novas informações e informações mais corretas, deverá recorrer também ao reforço, preferencialmente a reforços diretos e imediatos, tendo em vista produzir mudanças comportamentais dos alunos e a sua estabilidade. O papel tutelar do professor, que exerce autoridade face aos seus conhecimentos científicos, sobrepõe-se ao papel do aluno. Este, ao invés de aprender, e menos ainda aprender a aprender,

Clara Vasconcelos, João Félix Praia e Leandro S. Almeida

apenas acumula saberes que deverá ser capaz de repetir fielmente. Assim sendo, Cachapuz, Praia e Jorge (2000) observam "quase tudo se reduz ao professor injectar nos alunos as 'matérias' que centralmente são definidas e obrigatórias dar ao longo do ano, importando sobretudo os resultados finais obtidos pelos alunos nos testes sumativos - afinal quem mais ordena - enquanto produtos acabados e que são os elementos principais para a atribuição de uma classificação. Cumprir o programa e preparar para os exames é compreendido como aprender o programa" (p.7).

Enfatiza-se, aqui, o papel do professor, relegando-se para segundo plano a intervenção do aluno no seu próprio processo de aprendizagem. Se um aluno sabe falar e escrever numa dada área, subentende-se, então, que compreendeu a matéria dessa área de conhecimento. A valorização do aluno como transformador dessa informação não aparece suficientemente representada nesta abordagem

Do exposto, depreende-se que alguns princípios e práticas educativas para a escola foram elaborados de acordo com os pressupostos *behavioristas*. Falamos, então, das teorias *behavioristas* da aprendizagem escolar, tendo como objetivo principal alcançar comportamentos apropriados por parte dos alunos, basicamente entendidos como apropriação e modificação de respostas. Assim, se a resposta emitida for desejada haverá reforço, cuja natureza dependerá, necessariamente, do nível etário e do esforço dos alunos, por exemplo. Acredita-se que a ineficácia do ensino tradicional foi o fato dos professores não usarem contingências de reforço que acelerassem a aprendizagem (Skinner *apud* Bigge, 1997).

Algumas dificuldades são apontadas a esta teoria. Numa concepção *behaviorista* de aprendizagem, o aluno é passivo, acrítico e mero reproduzidor de informação e tarefas. O aluno não desenvolve a sua criatividade e, embora se possam respeitar os ritmos individuais, não se dá suficiente relevo à sua curiosidade e motivação intrínsecas. O aluno pode, inclusive, correr o risco de se tornar apático, porque excessivamente dependente do professor. Por outro lado, não há preocupação em ensinar a pensar. O ensino realça o *saber fazer* ou a aquisição e manutenção de respostas. A aula deve ser centrada no professor, que controla todo o processo, distribui as recompensas e, eventualmente, a punição. Pretende-se, acima de tudo, que haja por parte do professor uma minuciosa exatidão na determinação do que

pretende ensinar, do tempo que necessita para o fazer e uma definição específica dos objetivos comportamentais que pretende obter.

A concepção de uma *aprendizagem sem erros* tem na abordagem skinneriana forte defesa, senão o principal apoio. O erro deve ser evitado, punido e exigida nova resposta. A avaliação, centrada nos resultados e nos objetivos não alcançados, deve permitir um *feedback* preciso do que ainda falta ensinar. Os exercícios de repetição ou de demonstrações de atividades, por vezes organizados e apresentados como se o aluno tivesse que imitar, sem grandes explicações, preenchem largos espaços do tempo da aula. Tudo, no entanto, deve encontrar-se meticolosamente justificado e organizado, o que aliás condiz com a tradição do *ensino programado* nas escolas, como era defendido por esta abordagem.

Embora atualmente sejam as perspectivas cognitivo-construtivista as que mais influenciam as concepções de ensino-aprendizagem nas ciências, ainda surgem algumas formas “mascaradas” dessa pedagogia transmissiva (Praia & Marques, 1997). Por outro lado, e porque os pressupostos cognitivistas não são, de todo, incompatíveis com os *neobehavioristas*, são vários os autores que apresentam abordagens mistas, quer a nível metodológico quer a nível teórico (Pozo, 1989). Como exemplo, destacamos a teoria social cognitiva de Bandura (1977), ou a sua mais recente teoria de auto-eficácia (Bandura, 1986), ou mesmo a teoria da instrução de Gagné (1975, 1985).

Os objetivos de instrução, a que Gagné (1975) associa objetivos comportamentais (os objetivos de aprendizagem refletem alterações no comportamento dos estudantes), devem ser definidos em termos de performances humanas, bem como especificar a situação em que estas serão observadas. Operacionalmente bem definidos e mensuráveis, tais objetivos devem ser elaborados no início do processo de instrução, pois são eles que determinam qual o *input* que deve ser fornecido ao aluno. Para o professor constituem a base da instrução e o suporte de verificação dos resultados de aprendizagem. Para o aluno servem como motivação e permitem um *feedback* no final desse processo. A objetividade na definição dos objetivos torna-se notória no recurso a verbos de ação, que facilitam a compreensão do que se pretende observar na performance do aluno. Essa mesma objetividade auxilia a clarificação do tipo de aprendizagem pretendida e as condições requeridas para que estes objetivos sejam alcançados pelos alunos. Os

objetivos devem ser elaborados para cada ato de aprendizagem, situação que levará a que uma unidade programática a ensinar seja constituída por objetivos iniciais mais simples e por objetivos terminais que envolvem capacidades mais complexas.

A teoria sócio-cognitiva de Bandura (1977) preocupa-se com a aprendizagem que tem lugar no contexto de uma situação social e sugere que uma parte significativa daquilo que o sujeito aprende resulta da imitação, modelagem ou aprendizagem observacional (Cruz, 1997). Esta teoria representa uma teoria de aprendizagem com largas capacidades de adaptação e aplicação ao contexto escolar. Na sala de aula, a conduta do professor ou a ação de um colega podem facilmente originar uma aprendizagem modelada junto dos alunos. Nesta perspectiva, a aprendizagem é, essencialmente, uma atividade de processamento de informação, permitindo que condutas e eventos ambientais sejam transformados em representações simbólicas que servem como guias de ação (Bandura, 1986). Enquanto processamento de informação, a modelagem não corresponde nem a uma simples imitação, nem a uma mera identificação do observador com o modelo. Embora esse processo de aprendizagem não requeira o prêmio ou o castigo, nem para o observador nem para o modelo, a teoria reconhece que estes podem melhorar a aquisição e execução da performance. Se numa perspectiva *behaviorista*, o comportamento deve ser reforçado tendo em vista a sua aquisição e manutenção, na aprendizagem modelada, mesmo quando reforçadas, as aprendizagens pressupõem experiências prévias de observação. Porém, incentivos ou antecipação dos benefícios podem influenciar o sujeito, determinando quais as condutas a observar. A expectativa de uma resposta efetiva ou de um castigo, podem favorecer, por exemplo, o nível de atenção do aprendiz na ação do modelo. A antecipação dos benefícios pode, ainda, permitir uma melhor retenção do que foi observado, dado que o sujeito fica motivado para simbolizar e ensaiar as atividades modeladas.

Pelo exposto se depreende que as teorias de Bandura (1977) e de Gagné (1975) não marcaram uma clara distinção entre o aluno passivo, mero reprodutor de informação, e o aluno ativo, que aprende, organiza e reestrutura a informação recebida. Com efeito, só em meados dos anos 60-70, rejeitando a passividade do aluno face a essa pedagogia de base memorística, de ritmo uniforme e muito assente numa motivação extrínseca do aluno (Santos & Praia, 1992), surgem, no ensino das

ciências, pressupostos de uma pedagogia ativa que reconhece e valoriza uma maior intervenção do aluno na sua aprendizagem. Assim, opondo-se a um modelo pedagógico predominantemente marcado, ao nível psicológico, pela corrente *neobehaviorista*, surge o modelo da Aprendizagem por Descoberta (APD). Este modelo irá, progressivamente, “desinstalar” os referenciais teóricos de uma pedagogia transmissiva reinante nas práticas dos professores. De acordo com essa teoria, defende-se uma *aprendizagem ativa*, requerendo explorações e descobertas efetivas para o alcance de uma verdadeira compreensão. As relações que as crianças descobrem a partir das suas próprias explorações são mais passíveis de serem utilizadas e tendem a ser melhor retidas do que os fatos meramente memorizados. Bruner (1961) alega que a aquisição do conhecimento é menos importante do que a aquisição da capacidade para descobrir o conhecimento de forma autónoma. Assim, devem os professores promover uma aprendizagem pela descoberta por meio de atividades exploratórias por parte dos alunos. Nessa perspectiva, cabe ao professor a capacidade de lançar perguntas que despertem a curiosidade, mantenham o interesse e provoquem e desenvolvam o pensamento.

A abordagem da aprendizagem de Bruner (1961) impulsionou reformas no ensino das ciências. De salientar a sua concepção de currículo em espiral na aquisição de conceitos científicos, a retomar em anos sucessivos de escolaridade num crescendo de abstracção (Cachapuz, Praia & Jorge, no prelo a). Contudo, embora implicando o aluno no processo de aprendizagem, a APD poderá exagerar ao pretender assumir a convicção de que o aluno aprende por conta própria qualquer conteúdo científico. Se por um lado, o papel central da aprendizagem é, agora, do aluno e não do professor, por outro lado, dá-se relevo à análise da estrutura do assunto científico a aprender e pouco significado é atribuída ao contexto da aprendizagem. Essa perspectiva de ensino é especialmente apropriada para a aprendizagem do método científico (como o novo conhecimento é descoberto), isto é, o método torna-se útil para certos fins pedagógicos e em certos contextos educacionais. Assume-se que ao exercitar as capacidades processuais e procedimentais, relativamente ao método científico, o aluno desenvolve o pensamento e a aprendizagem. Podemos referir que esse modelo resulta de “... uma colagem de ideias de raiz empirista e indutivista a novas ideias de índole construtivista na esteira de contribui-

ções piagetianas que haviam descolado o olhar para o aluno como sujeito de aprendizagem” (Cachapuz & cols., 2000 p.11).

Pelo exposto, depreende-se que a aprendizagem por descoberta é um processo difícil e moroso. Será um processo porventura compensado, entre outros fatores, porque ajuda o aluno a ter uma aprendizagem mais baseada na compreensão e no significado, do que na memorização. No entanto, essa atividade que é mobilizada em termos sensoriais e cinestésicos para a construção sistemática de ideias a partir de fatos, ignora que a construção ativa do conhecimento deve também ter em conta a construção de idéias a partir de idéias (Santos & Praia, 1992).

A verdadeira ênfase do aluno como construtor do seu próprio conhecimento surge com as teorias cognitivo-construtivistas da aprendizagem, que imprimem um caráter determinante às concepções prévias dos alunos. Essa perspectiva cognitivo-construtivista da aprendizagem deve-se ao modelo piagetiano e de Ausubel, Novak e Hanesian (1981). Ao contrário dos *behavioristas*, esses autores preocuparam-se com o aprender a pensar e o aprender a aprender, e não com a obtenção de comportamentos observáveis. No entanto, já não se trata de falar nos estádios de desenvolvimento piagetiano com o entusiasmo dos anos 50 e 60, mas de responsabilizar o aluno pelo seu percurso pessoal de aprendizagem e ajudá-lo a ser cognitiva e afetivamente persistente (Cachapuz & cols., 2000). Comparativamente à teoria de Bruner (1961), a teoria de Ausubel e cols. (1981) dá pouca atenção à aprendizagem por descoberta. Essa é importante, apenas, por ser o processo inicial de formação de conceitos relevantes na estrutura cognitiva. Em níveis etários baixos, a *formação de conceitos* é o principal processo de aquisição de saberes, sendo essencialmente “(...) um tipo de aprendizagem por descoberta envolvendo formulação e testagem de hipóteses” (Novak, 1981 p.59).

Duas dimensões do processo de aprendizagem, relativamente independentes, são importantes na teoria de assimilação de Ausubel e cols. (1981): (i) o modo como o conhecimento a ser aprendido é tornado disponível ao aluno (por recepção ou por descoberta); e (ii) o modo como os alunos incorporam essa informação nas suas estruturas cognitivas já existentes (mecânica ou significativa). Assim, segundo Ausubel e cols. (1981), há quatro tipos básicos de aprendizagem por *recepção mecânica*, por *recepção significativa*, por *descoberta me-*

cânica e por *descoberta significativa*. Na primeira fase, a informação torna-se disponível ao aluno numa aprendizagem por recepção e/ou por descoberta. Na segunda fase, se o aprendiz tenta reter a informação nova, relacionando-a ao que já sabe, ocorre aprendizagem significativa, se o aluno tenta meramente memorizar a informação nova, ocorre aprendizagem mecânica.

Embora referindo estes quatro tipos de aprendizagem, na teoria de Ausubel e cols. (1981) a ênfase é colocada na *aprendizagem significativa*, ou seja, um processo no qual uma nova informação é relacionada a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Segundo Moreira e Masini (1982), a *aprendizagem significativa* só ocorre quando o novo material, que apresenta uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva. Quando conceitos relevantes não existem na estrutura cognitiva do sujeito, novas informações têm que ser aprendidas mecanicamente, não se relacionando a nova informação com os conceitos já existentes. Ausubel (apud Novak, 1981) afirma: “o mais importante factor isolado que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe. Determine isto e ensine-o de acordo” (p. 9).

À medida que o sujeito adquire conhecimento em várias áreas de conteúdo, estas organizam-se numa estrutura cognitiva relacionada com cada área. O melhor modo de se obter nova informação, a partir da estrutura cognitiva, é assimilá-la como parte da estrutura existente por um processo de conexão. Esse processo está envolvido no relacionamento de uma idéia nova com um conceito prévio e, ao mesmo tempo, na modificação de ambos, isto é, dando significado a ambos. A *aprendizagem significativa* só ocorre quando a informação nova é ligada a conceitos existentes, assumindo que “é neste processo interativo entre o material recém-aprendido e os conceitos existentes (*subsumer*) que está o cerne da teoria de assimilação de Ausubel” (Novak, 1981 p. 63).

Novak (1981), ao referir-se ao trabalho de Ausubel, menciona, ainda, o conceito de organizadores prévios e o seu valor para facilitar a aprendizagem. Esses funcionam como uma *ponte cognitiva* já que deveriam servir de ancoradouro, na estrutura cognitiva, para o novo conhecimento. Se conceitos relevantes não estiverem disponíveis na estrutura cognitiva de um aluno, os organizadores prévios serviriam para ancorar as novas aprendizagens e levar ao desenvolvimento de um *subsumer* que facilitasse a aprendizagem subsequente

(Novak, 1981). Seguindo essa perspectiva, de que os organizadores prévios são mais gerais, mais abstratos e mais inclusivos do que o material de aprendizagem subsequente, então, a nível de desenvolvimento e planificação curricular, devem ser esses elementos mais gerais a serem introduzidos em primeiro lugar, sendo o conceito progressivamente diferenciado em termos de detalhe e especificidade.

A teoria de Ausubel e cols. (1981) ocupa-se, especificamente, dos processos de ensino-aprendizagem dos conceitos científicos a partir dos conceitos previamente formados pelos alunos na sua vida quotidiana (Pozo, 1989). A aprendizagem passa a ser encarada como um processo interno e pessoal que implica o aluno na construção ativa do conhecimento e que progride no tempo de acordo com os interesses e capacidades de cada um. Aplicado ao ensino das ciências, o construtivismo surge como o fundamento epistemológico duma reação às reformas curriculares dos anos 60 e 70, e que procura concentrar as atenções para a individualidade do aprendiz, para os contextos onde aprendeu e aprende, e para o envolvimento social das aprendizagens (Osborne, 1996; Canavarro, 1999).

Os modelos pedagógicos construtivistas dão especial realce às construções prévias dos alunos na medida em que filtram, escolhem, decodificam e reelaboram informação que o indivíduo recebe do meio (Santos & Praia, 1992; Duit, 1995; Almeida, 1996; Canavarro, 1999; Cachapuz & cols., 2000). Por outras palavras, o conhecimento prévio ou as concepções pré-existentes orientam os alunos na compreensão da nova informação apresentada pelos professores ou pelos manuais. Se as concepções prévias dos alunos se articulam com a versão científica, ocorre apreensão conceptual, mas se entram em conflito com a versão científica, ocorre, então, mudança conceptual. No entanto, em ambos os processos de construção de idéias, está latente o pressuposto de que dificilmente se aprende sem integrar nas redes de conhecimento anterior a nova informação (Ausubel & cols., 1980; Almeida, 1996; Praia, 1999). O papel do conhecimento prévio do sujeito é referido em estudos que envolvem disciplinas como a física e a química (Chi, Glaser, Davies & Olton, 1982; Martins, 1993; Loureiro, 1993), a matemática (Mourão, Barros, Almeida & Fernandes, 1993), e a biologia e a geologia (Bettencourt & Amaral, 1994; Faria & Marques, 1994). No entanto, e no que se refere a trabalhos publicados sobre as concepções alternativas em alunos de ciências, todos os estudos efetuados nessa área

refletem a idéia de que a aprendizagem prévia é decisiva nas novas aprendizagens, isto é, o conhecimento prévio do sujeito e o grau com que o pode ativar nas situações de aprendizagem determina as suas novas aquisições (Almeida, 1996). Para além do diagnóstico das concepções alternativas, o professor tem à sua disposição instrumentos didáticos que promovem a atividade do sujeito na organização da informação com vista à reorganização do conhecimento (Sequeira & Freitas, 1989; Praia, 1999; Cachapuz & cols., 2000; Marques & Praia, 2000; Palmero & Moreira, 2000).

Assim sendo, valorizando-se a atividade cognitiva do sujeito e remarcando-se a importância das concepções prévias, surge no ensino das ciências a perspectiva do Ensino por Mudança Conceptual (EMC), que não visa apenas a aquisição de novos conhecimentos pelos alunos, mas reclama a sua reorganização conceptual. Essa perspectiva tem hoje a suportá-la numerosas investigações nas aulas de ciências (Nussbaum & Novick, 1982; Osborne & Freyberg, 1985; Driver, 1988). Como referem Cachapuz e cols. (2000) na perspectiva do EMC está subjacente a utilização de estratégias metacognitivas que envolvem os alunos num exercício continuado sobre o pensar, onde o recurso a atividades que envolvem o espírito crítico e criativo ajuda a desenvolver competências de nível superior.

No EMC, outro papel é exigido ao professor, outras tarefas são reclamadas aos alunos. Numa lógica de aprendizagem por construção de conhecimento, exige-se a iniciativa do aluno e fala-se no papel mediador do professor: "... apela-se a um professor que consiga caminhar ao lado e à frente dos alunos, a uma distância adequada, servindo de mediador entre os alunos e a nova informação ou tarefa" (Almeida, 1998 p.57). O importante é centrar no aluno o processo de ensino-aprendizagem, criando condições para o envolvimento pessoal que se torna necessário (Praia, 1989; Mourão & cols., 1993; Almeida, 1998).

Ao destacar as contribuições pedagógicas do construtivismo, Champagne (1996) refere que, como referente teórico, o construtivismo pode legitimar (ou ser utilizado como tal) todo o tipo de práticas supostamente centradas no aluno e no seu contexto. Assim, passados quinze anos de intensa investigação didática na área do EMC, surge, atualmente, no ensino das ciências, a perspectiva de Ensino Por Pesquisa (EPP). Essa perspectiva visa não só a compreensão do corpo de conhecimentos e processos científicos, mas pretende

igualmente contribuir para o desenvolvimento pessoal e social dos jovens (Cachapuz & cols., 2000). O ensino por pesquisa faz apelo a conteúdos inter e transdisciplinares, cultural e educacionalmente relevantes. Nesse sentido, um dos objetivos essenciais é a compreensão das relações C-T-S-A (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), procurando garantir que as aprendizagens se tornem úteis aos alunos numa perspectiva de ação (Canavarró, 1999; Praia, 1999). Trata-se, agora, de valorizar objetivos educacionais (e não meramente instrucionais) que promovam uma avaliação formadora em detrimento da classificatória. Importa avaliar capacidades, atitudes e valores, e não apenas os conteúdos científicos sobrevalorizados no EMC. Assim, o EPP preconiza momentos avaliativos ao longo de todo o percurso, auxiliando o aluno a perceber o que faz e a saber quais as estratégias metacognitivas a utilizar em cada tarefa (Cachapuz & cols., 2000). A pesquisa partilhada e a discussão promovidas na sala de aula desviam a atenção do professor para uma avaliação mais efetiva, tendo em vista regular o processo de ensino-aprendizagem e implicando o aluno na construção do seu conhecimento. O papel ativo do sujeito aparece reclamado, a sua autonomia no ato de conhecer e o papel central dado à descoberta e à exploração são tidos como decisivos na aprendizagem.

CONCLUSÃO

A análise efetuada às abordagens comportamentais, permitiu-nos constatar que, embora de forma dissimulada, prescutam-se algumas tendências *behavioristas* em perspectivas de ensino/aprendizagem atuais. O condicionamento operante de skinneriano proliferou a nível educacional nos anos trinta e estendeu-se aos sistemas de instrução programada. Ao nível do ensino em ciências, tais abordagens teóricas serviram de suporte a uma pedagogia transmissiva, memorística, baseada no reforço e com o intuito de obter comportamentos desejáveis (Cachapuz & cols., 2000). Sendo o reforço responsável pelo fortalecimento da resposta, aumentando a probabilidade desta ocorrer, desencadeou, a nível de sala de aula, prémios e castigos com o intuito de promover o controle dos alunos e mudanças comportamentais significativas (Vasconcelos, 2000). A teoria do condicionamento realça o 'saber fazer', o comportamento exterior, observável e susceptível de

ser medido (Tavares & Alarcão, 1992). Com o comportamentalismo, os exercícios de repetição, o ensino programado e as demonstrações de atividades a imitar fielmente, foram técnicas de ensino bastante difundidas nas sala de aula.

Até ao apogeu educacional das correntes cognitivo-constructivistas da aprendizagem, vários autores mantiveram vivo o *behaviorismo*, por meio da apresentação de projetos mistos que, embora marcadamente voltados para o processamento da informação, continuavam a reflectir uma influência comportamentalista (Poza, 1989). Para este autor, as teorias de Bandura (1977) e de Gagné (1975), por exemplo, não marcaram uma clara distinção entre o aluno passivo, e memorizador de conteúdos, e o aluno ativo, capaz de reestruturar a informação.

Em Portugal, e a nível do ensino das ciências, a concepção de aprendizagem pela descoberta de Bruner (1961) marcou os finais da década de 70 e, sobretudo, os anos 80, nomeadamente pelo acolhimento dado aos projetos Nuffield, BSCS (*Biological Science Curriculum Studies*) e ESCP (*Earth Science Curriculum Project*). Não obstante o impacto desta concepção de aprendizagem, o dinamismo pretendido e atribuído ao aluno tornou-se redutor ao centrar-se na descoberta, que resulta da observação cuidada e sistemática que supostamente faz descobrir sem pensar (Cachapuz & cols., 2000).

Deve-se, principalmente ao modelo piagetiano o reconhecimento do aluno como construtor do seu conhecimento e sujeito responsável pelas suas aprendizagens. As concepções constructivistas tiveram forte impacto ao nível do ensino das ciências, nomeadamente a noção de que as pré-concepções orientam e determinam a compreensão dos alunos. Torna-se então necessário promover a mudança conceptual, sendo a partir da concorrência entre construtos pessoais e construtos científicos que o indivíduo (re)constrói o seu conhecimento acerca dos fenómenos científicos (Ausubel & cols., 1980; Duit, 1995; Canavarro, 1999; Praia, 1999). Porém, apoiar e estimular esse processo de reconstrução de conhecimento do aluno não se afigura tarefa fácil para o professor. Sobretudo, estão em causa metodologias e estratégias que conduzam a uma aprendizagem ativa e com significado pessoal para os alunos.

Ao questionar o papel dos conteúdos do ensino, perspectivando-os, não como fins de ensino, mas como meio para atingir fins educacionalmente relevantes e não meramente instrucionais, podemos caminhar no sentido do ensino por pesquisa. Ligada a conteúdos do quotidiano e interesses pessoais do aluno, essa perspectiva implica uma mudança de atitudes, de processos e de metodologias, que cabe ao professor promover. Ao realçar, de forma explícita e fulcral o papel do aluno na construção do seu conhecimento, essa perspectiva apoia-se nos postulados do constructivismo e aposta no desenvolvimento pessoal e social dos jovens. Tal pretensão requer alterações profundas ao nível do processo de ensino-aprendizagem. Assim, a transdisciplinaridade, a abordagem de situações problema, a importância do pluralismo metodológico e a necessidade de uma avaliação formadora são aspectos a desenvolver e a mobilizar por esta nova perspectiva de ensino (Cachapuz & cols., 2000).

Finalizamos a nossa abordagem em torno das perspectivas de ensino-aprendizagem das Ciências salientando alguns aspectos essenciais da evolução havida. Em primeiro lugar, o aluno assume um papel central no processo de ensino-aprendizagem. Cabe-lhe um papel activo de construção de conhecimento e, para isso, importa que o professor conheça esse aluno e a fase desenvolvimental em que se encontra. Em segundo lugar, “aprender” deixa de ser sobretudo informar-se e passa a ser “conhecer”. Essa ideia torna o processo de ensino-aprendizagem mais ativo, mais assente na descoberta e resolução de problemas, na construção e desconstrução de significados pessoais. Finalmente, aposta-se cada vez mais na convergência e diversidade de metodologias de ensino, no papel instrumental dos conteúdos curriculares e na ação do “outro” nas nossas próprias aprendizagens. Nessa altura, o professor assume também um papel importante de “tutor” do aluno, não o substituindo mas acompanhando e modelando as suas aprendizagens. Igualmente interessante será o recurso, por parte do professor, à simulação de problemas por meio do acesso mais generalizado às novas tecnologias ou ao trabalho de grupo por parte dos alunos, estimulando-se a aprendizagem por confronto de posições individuais e cooperação dos pares.

REFERÊNCIAS

- Almeida, L. S. (1996). Cognição e aprendizagem: como a sua aproximação conceptual pode favorecer o desempenho cognitivo e a realização escolar. *Psicologia: Teoria, Investigação e Prática*, I (1), 17-32.
- Almeida, L. S. (1998). Aprendizagem escolar: dificuldades e prevenção. Em L. S. Almeida & J. Tavares (Orgs.), *Conhecer, aprender, avaliar* (pp.51-74). Porto: Porto Editora.
- Ausubel, D., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought & action: A social cognitive theory*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Bettencourt, T., & Amaral, I. (1994). A nutrição das plantas. Em F. Cachapuz (Orgs.), *Ensino das ciências e formação de professores: Projecto MUTARE 3*. (pp. 33-87). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Bigge, M. L. (1977). *Teorias da aprendizagem para professores*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.
- Bruner, J. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21-32.
- Cachapuz, A. F., Praia, J. F., & Jorge, M. P. (2000). Perspectivas de Ensino das Ciências. Em A. Cachapuz (Org.), *Formação de Professores/Ciências*. Porto: CEEC.
- Cachapuz, A., Praia, J. F., & Jorge, M. P. (no prelo). *Educação em Ciências: Contributos para uma reflexão crítica*. Lisboa: IIE.
- Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Champagne, A. B. (1996). *National Science Education Standards*, Conferência apresentada na Universidade de Coimbra. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Chi, M. T. H., Glaser, R., Davies, L., & Olton, R. M. (1982). Expertise in problem solving. Em R. Sternberg (Orgs.), *Advances in psychology of human intelligence*, I (pp.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cruz, V. (1997). Uma abordagem às teorias de aprendizagem. *Sonhar*, IV (2), 45-83.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en Ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 109-120.
- Duit, R. (1995). The constructivist view: A fashionable and fruitful paradigm for science education research and practice. Em L. P. Steffe & J. Gale (Orgs.), *Constructivism in education* (pp.) Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Clara Vasconcelos, João Félix Praia e Leandro S. Almeida
- Faria, M. A., & Marques, L. (1994). A Terra no Sistema Solar. Em F. Cachapuz (Org.), *Ensino das ciências e formação de professores: Projecto MUTARE 3* (pp. 152-34). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Gagné, R. M. (1975). *Essentials of learning for instruction*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Loureiro, M. J. (1993). Concepções Alternativas em Física: Conceitos básicos de electricidade. Em F. Cachapuz (Coord.), *Ensino das ciências e formação de professores: Projecto MUTARE 2* (pp. 39-74). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Marques, L., & Praia, J. F. (2000). Os mapas de conceitos: Instrumentos para uma aprendizagem significativa. Em *Actas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa* (pp. 343-350). Lisboa: Universidade Aberta.
- Martins, I. P. (1993). Concepções alternativas sobre a energia nas concepções químicas. Em F. Cachapuz (Coord.), *Ensino das ciências e formação de professores: Projecto MUTARE 2* (pp. 7-38). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Moreira, M. A., & Masini, E. F. S. (1982). *Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes.
- Mourão, A. P., Barros, A. M., Almeida, L. S., & Fernandes, J. A. (1993). O baixo desempenho na Matemática: Avaliação para a definição do programa. Em L. S. Almeida, J. A. Fernandes & A. P. Mourão (Orgs.), *Ensino-aprendizagem da Matemática: Recuperação de alunos com baixo desempenho* (pp.). Braga: Didáxis.
- Novak, J. D. (1981). *Uma teoria de educação*. São Paulo: Editora Pioneira.
- Nussbaum, J., & Novick, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodations: Toward a principled teaching strategy. *Instructional Science*, 11, 183-200.
- Osborne, J. (1996). Beyond constructivism. *Science Education*, 80, 53-82.
- Osborne, R. J., & Freyberg, P. (1985). *Learning in science: The implication of children's science*. London: Heinemann Publishers.
- Palmero, M. R. L., & Moreira M. A. (2000) Mapas conceptuales y representaciones mentales. Una experiencia con el concepto célula. In *Actas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*. Lisboa: Universidade Aberta, p. 175-187.
- Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.

- Praia, J. F. (1989). A formação de professores de Ciências e a didáctica específica: Uma perspectiva de mudança das concepções de ensino. *Revista Portuguesa de Educação*, 2 (3), 141-146.
- Praia, J. F. (1999). *Relatório da disciplina de Didáctica da Geologia*. Porto: Universidade do Porto.
- Praia, J. F., & Marques, L. (1997). Das práticas dos professores de Ciências (Geologia/Biologia) à mudança em torno das suas concepções de ensino. Em A. Estrela, R. Fernandes, F. A. Costa, I. Narciso & O. Valério (Orgs.), *Contributos da Investigação Científica para a qualidade do ensino* (pp. 145-154). Lisboa: SPCE II.
- Santos, M. E., & Praia, J. F. (1992). Percurso de mudança na Didáctica das Ciências: Sua fundamentação epistemológica. Em F. Cachapuz (Org.), *Ensino das Ciências e Formação de Professores: Projecto MUTARE I* (pp. 7-34). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Sequeira, M., & Freitas, M. (1989). Os “Mapas de Conceitos” e o ensino-aprendizagem das Ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, II (3), 107-116.
- Tavares, J., & Alarcão, I. (1992). *Psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem* (4ª ed.). Coimbra: Livraria Almedina.
- Vasconcelos, C. (2000). *Métodos de Estudo em Alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico: Um contributo à intervenção educativa dos professores*. Tese de Doutoramento. Braga: Universidade do Minho.

Recebido em: 29/10/02

Revisado em: 10/12/02

Aprovado em: 03/06/03