

# As Pesquisas em Ensino Influenciando a Formação de Professores\*

(Research on teaching influencing teacher preparation)

Anna Maria Pessoa de Carvalho

Faculdade de Educação, Universidade São Paulo

Av. da Universidade 308, 05505, São Paulo, SP, Brasil

Daniel Gil Pérez

Escola Universitària de Formació del Professorat d'E.G.B.

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals, Universitat de València, Espanha

Trabalho apresentado na V RELAEF

## Resumo

O questionamento das idéias de sentido comum sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências e a aquisição de conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem de Ciências são pontos-chaves na formação de professores que merecem uma discussão mais aprofundada, pois muitas vezes são totalmente negligenciados. Este trabalho trata desses dois aspectos na formação de professores de Física.

## Abstract

The questioning of common sense ideas on the teaching and learning of sciences and the acquisition of theoretical knowledge on science learning are key points in teacher preparation which deserve a deeper discussion since they are often completely ignored. This paper deals with these two aspects of the preparation of physics teachers.

As pesquisas em ensino de Ciências, principalmente aquelas que investigam a sala de aula, têm mostrado a grande diferença existente entre o idealizado pelos organizadores de currículo e o realizado pelos professores. Esta diferença tem chamado atenção sobre o papel que estes exercem no processo de implementação de novas idéias curriculares. A questão é da maior importância num campo como o do ensino de Ciência em que se prevêem - e em parte já se estão iniciando - drásticas mudanças curriculares. Com efeito, existe um grave perigo de que as profundas alterações associadas às transformações construtivistas hoje emergentes (Gil 1991) fiquem desvirtuadas na sua aplicação concreta. Não basta fundamentar e desenhar com todo cuidado um currículo é necessário também preparar adequadamente os professores com a mesma fundamentação e o mesmo cuidado.

Para sermos coerentes com nossa visão construti-

vista do ensino, temos que ser construtivistas também na formação de professores, e isto significa romper com um tratamento ateuico e propor a formação de professores como aquisição - ou melhor, uma (re)construção do conhecimento específico sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências (Gil e Carvalho 1992).

Precisamos ter consciência de que os professores têm idéias, atitudes e comportamentos sobre o ensino, devido a uma grande formação "ambiental" durante o período em que foram alunos (Gené e Gil 1987; Hewson e Hewson 1988; Calderhead 1989). A influência desta formação incidental é enorme porque responde a experiências reiteradas que foram adquiridas de forma não reflexiva como algo natural, óbvio, "de sentido comum", escapando, assim, da crítica e convertendo-se em um verdadeiro obstáculo a uma atividade docente inovadora e criativa (Tobin e Espinet 1989).

A transformação destas concepções e práticas docentes "espontâneas" não pode ser concebida como uma simples questão de discussão pontual de aspectos do ensino tradicional. Não podemos esquecer que este ensino

\*Trabalho apresentado na V Reunião Latino-Americana sobre Educação em Física, Porto Alegre (Gramado), 24 a 28 de Agosto de 1992.

- isto é, o ensino por transmissão dos conhecimentos já elaborados - constitui um modelo coerente, que abarca todos os aspectos da aprendizagem das Ciências (Gil 1983), e, portanto, sua transformação exige tanto um conhecimento claro e preciso de suas deficiências como a elaboração de um modelo alternativo igualmente coerente e de maior eficácia geral. Com isto queremos dizer que se pretendemos que, os professores realizem uma mudança didática, temos de apresentar-lhes uma fundamentação teórica coerente, indo muito além de aquisições pontuais e dispersas. Essa fundamentação deve estar intimamente relacionada com o conteúdo a ser ensinado, de modo a apresentar claras conexões com os problemas percebidos pelos próprios professores (McDermott 1990).

É necessário também que não sejamos condutivista na formação de professores. Não nos podemos limitar a expor a teoria, mas precisamos favorecer um trabalho cooperativo no qual os professores, abordando questões de seu interesse e, principalmente, analisando o ensino tradicional, vão construindo suas concepções teóricas (Gil e Pessoa de Carvalho 1992).

A análise do ensino tradicional visando levar a uma real mudança didática em sala de aula não é uma coisa fácil de se obter. Existe uma grande diferença entre as repulsas verbais acerca do ensino tradicional, que encontramos nos cursos de formação de professores - quer em formação, quer em serviço -, quando a teoria de ensino construtivista é discutida, e o que realmente ocorre nas salas de aula (Carvalho 1989). Temos, nos cursos de formação de professores que objetivam uma mudança didática, de criar atividades que os levem a um reflexão crítica sobre o ensino e também que lhes permitam vivenciar, ao mesmo tempo, alternativas viáveis de ensino.

O questionamento das idéias de sentido comum sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências e a aquisição de conhecimentos teóricos são pontos chaves na formação dos professores que merecem uma discussão mais aprofundada pois muitas vezes são totalmente negligenciados.

#### **Questionar as idéias de sentido comum sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências**

Todos os professores têm idéias e opiniões formadas sobre vários aspectos do ensino e da aprendizagem das Ciências que são expostas, às vezes, sem muita reflexão, mas que realmente balizam os seus comportamentos em sala de aula e, na verdade, são as responsáveis pelos maiores obstáculos a uma mudança didática.

Existe uma gama muito variada de pesquisas que, de uma forma ou de outra, mostram e/ou discutem todo um pensamento espontâneo dos professores sobre diversos assuntos relacionados com a educação e o ensino de Ciências. Podemos a guisa de exemplo destacar:

- a) **Questionar a visão simplista de o que é ciência e trabalho científico** (Ausubel 1978, Gil 1983 e 1986, Hodson 1985, Tobin 1986, Millar e Driver 1987, Solbes e Vilches 1989, Porlan 1990). A partir da visão de Ciências precisamos questionar em particular a forma pela qual são trabalhadas em aula as três principais atividades relacionadas a esse ensino: a introdução de conceitos (Viennot 1976, Driver 1986, Gil e Carascosa 1990); os trabalhos práticos (Gil e Payá 1988) e os problemas (Gil, M-Torregrosa e Snet 1988, Gil, Dumas-Carré, Caillot, M-Torregrosa e Ramirez 1989).
- b) **Questionar a redução habitual do aprendizado das Ciências a certos conhecimentos e a (soma de) algumas destrezas, esquecendo aspectos históricos e sociais do conhecimento** (Krasilchik 1979, Gil 1985, Aikenhead 1985, Hodson 1987, Solbes e Vilches 1989, Jiménez e Otero 1990, Castro e Carvalho 1992). O conhecimento existente nos livros textos é tomado como o imprescindível a ser ensinado: precisamos porém questionar a "obrigatoriedade de cumprir o programa" (em geral enciclopédico, o que se converte em um sério obstáculo para o aprofundamento de alguns temas importantes (Piaget 1969).
- c) **Questionar o caráter natural do fracasso generalizado dos alunos nas matérias científicas; questionar o determinismo biológico (alunos espertos e burros) e o sociológico (não se pode fazer nada com alunos "marcados" por meios culturalmente desfavorecidos)** (Rosenthal e Jacobson 1968, Rivas 1986). Ser consciente, em particular, de que se tem uma atitude distinta em relação aos alunos e às alunas com respeito a "capacidade" para as ciências (Spears 1984, Alvares e Jiménez 1989, Jiménez e Alvarez 1991). É preciso a este respeito por em dúvida a suposta objetividade das avaliações, assim como seu uso quase exclusivo para julgar os alunos (Hoyat 1962). A maior parte destes preconceitos encontramos não só em professores com relação aos alunos de Ciências, mas também nos professores universitários em relação aos alunos de licenciatura.
- d) **Questionar a atribuição das atitudes negativas para com a Ciência e sua aprendizagem a causas externas (sociais, etc), ignorando o papel que as atitudes e expectativas dos professores em relação aos alunos têm nesse tipo de ensino** (Rivas 1986, Simpson e Oliver 1990).
- e) **Questionar o autoritarismo (explícito ou latente) da organização escolar e, no pólo oposto, o simples laissez-faire** (Ausubel 1978, Hodson 1987).

- f) **Questionar o clima generalizado de frustração associado à atividade docente**, que ignora as satisfações potenciais que esta atividade comporta como tarefa aberta e criativa (Gil 1985). Questionar igualmente a idéia oposta de um ensino capaz por si só de "mudar o mundo".
- g) **Questionar, em síntese, a idéia de que ensinar é fácil**, bastando alguns conhecimentos científicos, experiência, bom senso... ou encontrar a receita adequada.

É necessário levar o professor a tomar consciência da necessidade de um trabalho coletivo e de uma concepção teórica que articule as concepções didáticas. A Didática das Ciências existe já como campo de investigação e docência em rápido desenvolvimento (Alibemas, Astolfi e Develay 1989, Canal e Porlan 1988, Fdez Uria 1979, Furió e Gil 1989, Gutiérrez 1987, Lucas 1986, Moreira e Novak 1988, Serrano 1987, Shayer e Adey 1984, Tiberghien 1985, Viennot 1989,...).

#### Adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das Ciências

Ao apontarmos aqui a necessidade da aquisição, por parte dos professores, de conhecimentos teóricos sobre aprendizagem das Ciências, temos de deixar bem claro que não estamos sugerindo a transmissão de propostas didáticas, apresentadas como produtos acabados, mas sim favorecendo um trabalho de mudança didática que conduza os professores (em formação ou em serviço), a partir de suas próprias concepções, a ampliar seus recursos e modificar suas perspectivas. Partindo de suas concepções espontâneas tomadas como hipóteses de trabalho e não como evidências inquestionáveis - é possível a conexão de problemas pontuais com um corpo de conhecimento elaborado pela comunidade científica no campo da didática das Ciências.

Temos de criar atividades que favoreçam a reconstrução e a discussão dos resultados obtidos pelas pesquisas em didática das Ciências e que fundamentam as propostas construtivistas hoje emergentes. Os principais pontos são:

- a) Conhecer a existência de concepções espontâneas (e sua origem) difíceis de serem realocadas por conceitos científicos, a não ser mediante uma mudança conceitual e metodológica. A existência de esquemas conceituais espontâneos é um dos resultados mais solidamente estabelecidos pelas pesquisas em didática das Ciências (Clough e Driver 1986). Tais esquemas teriam, de certo modo, a categoria de conhecimentos pre-científicos, fruto de uma epistemologia do sentido comum (Gil e Carrascosa 1985, Hashweh 1986), próxima à que explica a constituição da Física aristotélica escolástica, vigente durante mais de 20 séculos e

cuja mudança para uma Física Clássica não foi de todo fácil. Uma mínima aproximação à história das Ciências basta para dar-se conta da dificuldade da construção dos conhecimentos científicos. A existência de pre-concepções era algo perfeitamente esperado, com o que havíamos de contar. Algo que Bachelard (1938) já havia assinalado com toda clareza 50 anos atrás: "Me surpreende sempre que os professores de Ciências, em maior frequência que os outros, não compreendam... não reflitam sobre o fato de que os adolescentes cheguem às classes de Física com conhecimentos empíricos já constituídos: se trata, pois, não de adquirir uma cultura experimental, mas de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já acumulados pela vida cotidiana". Obstáculos conceituais e sobretudo metodológicos que obrigam a conceber a aprendizagem como uma mudança conceitual e metodológica.

- b) Saber que os alunos aprendem significativamente construindo conhecimentos, o que exige aproximar o aprendizado das Ciências às características do trabalho científico. A orientação das atividades dos alunos para uma (re)construção de conhecimentos a partir, está claro, de suas concepções iniciais, que poderão ver-se modificadas - como ocorre com os próprios cientistas - conduziu ao desenvolvimento de propostas construtivistas (Resnik 1983, Driver 1986, Carvalho 1989, Abib 1988, Silva 1989...). Estas se apoiaram em pesquisas provenientes de diversos campos, entretanto parecem estar originando um consenso emergente em torno do aprendizado das Ciências.
- c) Saber que os conhecimentos são respostas a questões, o que implica planejar a aprendizagem a partir de situações problemáticas de interesse para os alunos. Como mostra Bachelard (1938), "todo conhecimento é a resposta a uma questão", e o planejamento de uma atividade de ensino que pretenda levar os alunos a construir conhecimento deve partir de uma questão, uma situação problemática que desencadeie uma investigação ao nível dos alunos (Carvalho e Gonçalves 1991).
- d) Conhecer a importância que na aprendizagem das Ciências - isto é, na construção dos conhecimentos científicos - tem o clima da aula, as expectativas do professor, seu compromisso pessoal com o progresso dos alunos, etc. A atenção aos aspectos afetivos, motivacionais, etc, é proveniente do campo da Psicopedagogia, entretanto tem escapado aos professores de Ciências a relação indissociável entre "pensar, atuar e sentir" (Moreira e Novak 1988). Tem-se constatado mesmo um certo des-caso por parte dos professores de Ciências, sempre preocupados com a aprendizagem conceitual, em levar em consideração a influência destas variáveis

no ensino (McIntosh e Zeidler 1988). Porém estes fatores determinam tanto um clima favorável para o desenvolvimento de uma investigação científica como têm um papel determinante na aprendizagem das Ciências, concebida como investigação (Rivas 1986, Krasilchik 1988).

- e) Conhecer o caráter social da construção do conhecimento e saber organizar a aprendizagem em relação a este fator. Organizar a aprendizagem como uma investigação exige levar em conta o caráter social da construção do conhecimento (Coll 1990) e, portanto, a necessidade de planejar a aprendizagem organizando grupos cooperativos e facilitando os intercâmbios entre os mesmos. O papel do professor durante estas atividades é o de "porta voz da comunidade científica", discutindo, analisando e coordenado os resultados obtidos pelos grupos (Gil et alii 1991).

O modelo construtivista emergente se concretiza, assim, em torno de três elementos básicos: os programas de atividades (situações problemáticas suscetíveis de colocar os alunos em uma investigação dirigida), o trabalho em pequenos grupos e os intercâmbios - entre os grupos e a comunidade científica (representada pelo professor, textos históricos (Castro e Carvalho 1992), etc.).

Insistimos, para concluir este artigo, em que é preciso dar a formação do professor uma orientação teórica que vá além do conhecimento de recursos e "estilos de ensino" ou de aquisição de habilidades pontuais: a didática das Ciências constitui um corpo de conhecimentos que tem as mesmas exigências de coerência que qualquer outro domínio científico.

## Bibliografia

- ABIB M.L.V.S., 1988. Uma abordagem piagetiana para o ensino da flutuação dos corpos. Textos: Pesquisa para o ensino de Ciências no.2, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- AIKENHEAD G.S., 1985. Collective decision making in the social context of science. *Science Education* 69 (4), 453-475.
- ALIBERAS J., GUTIERREZ R. e IZQUIERDO M., 1989. La didáctica de las ciencias: una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 277-284.
- ALVAREZ M., JIMENEZ M. P. et al, 1989, Científicas en la sombra: propuestas de trabajo para una educación no sexista. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra (tomo II), 8-10.
- ASTOLFI J. P. e DEVELAY M., 1989. *La didactique des sciences*. (PUF: Paris).
- AUSUBEL D. P., 1978. *Psicología Educativa*. Un punto de vista cognoscitivo. (Trillas: México).
- BACHELARD G., 1938. *La formation de l'esprit scientifique*. (Vrin: Paris).
- CALDERHEAD J., 1986, La mejora de la práctica de la clase: aplicaciones de la investigación sobre la toma de decisiones en la formación del profesorado, *Actas del I Congreso Internacional sobre Pensamiento de los Profesores y Toma de Decisiones* (Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla).
- CANAL P. e PORLAN R., 1988. Bases para un programa de investigación en torno a un modelo didáctico de tipo sistémico e investigativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 54-60.
- CASTRO R. e CARVALHO A.M., 1992. The historic approach in teaching: analysis. *Trabalho apresentado na IV Teaching Modern Physics*, Badajoz, Espanha, 1992.
- CLOUG E.E. e DRIVER R., 1986, A study of consistency in the use of students conceptual frameworks across different task contexts, *Science Education*, 70 (4), 473-496.
- DRIVER R., 1986. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 3-15.
- FERNANDEZ URÍA E., 1979. *Estructura y didáctica de las ciencias* (MEC: Madrid).
- FURIO C. e GIL D., 1989. La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación e un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 257-265.
- GENE A e GIL D., 1987, Tres principios básicos en la formación del profesorado, *Andecha Pedagógica*, 18, 28-30.
- GIL D., 1983. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), 26-33.
- GIL D., 1985. El futuro de la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación*, 278, 27-38.
- GIL D., 1986. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), 111-121.
- GIL D., 1991. Tendencias y experiencias innovadoras en la enseñanza de las ciencias, en proyecto IBERCIMA de Enseñanza de la Ciencia y la Matemática. (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura: Madrid).

- GIL D. e CARRASCOSA J., 1985. Science learning as a conceptual and methodologic change. *European Journal of Science Education*, 7 (3), 231-236.
- GIL D. e CARRASCOSA J., 1990. What to do about science misconceptions?. *Science Education*, 74 (4).
- GIL D., CARRASCOSA J., FURIO C. e MTNEZ-TORREGROSA J., 1991. La enseñanza de la ciencia en la educación secundaria. (Horsori: Barcelona).
- GIL D., DUMAS-CARRE A., CAILLOT M., MTNEZ-TORREGROSA J. e RAMIREZ L., 1989. La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación. *Investigación en la Escuela*, 6, 3-20.
- GIL D., MTNEZ TORREGROSA J. e SENENT F., 1988. El fracaso en la resolución de problemas: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de Las Ciencias*, 6 (2), 131-146.
- GIL D. e PAYA J., 1988. Los trabajos prácticos de Física y Química y la metodología científica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2 (2), 73-79.
- GIL D. e CARVALHO A.M., 1992. Tendencias y experiencias innovadoras en la formación de profesorado de ciencias. In Proyecto IBERCIMA de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Organización de Estados Ibero-americanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Madrid.
- GUTIERREZ R., 1987. La investigación en didáctica de las ciencias. Elementos para su comprensión. *Bordón*, 268, 339-362.
- HASHWEH M.Z., 1986. Towards an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8 (3), 229-249.
- HEWSON P.W. and HEWSON M.G., 1988. On appropriate conception of teaching science: a view from studies of science learning. *Science Education*, 72 (5), 597-614.
- HODSON D., 1985. Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- HODSON D., 1987. Social control as a factor in science curriculum change. *International Journal of Science Education*, 9 (5), 529-540.
- HOYAT F., 1962. Les Examens. (Institut de l'UNESCO pour l'Education. Ed. Bourrelier: Paris).
- JIMENEZ M.P. e ALVAREZ M., 1991. Género, Ciencia y Tecnología, en Moreno M (ed), *Coeducación* (Paidós: Barcelona).
- JIMENEZ M.P. e OTERO L., 1990. La ciencia como construcción social. *Cuadernos de Pedagogía*, 180, 20-22.
- KRASILCHIK M., 1979, Biology teaching in Brasil: a case of curricular transformation. *Journal of Biological Education*, 13 (4), 311-314.
- KRASILCHIK M., 1988. O papel da prática de ensino nos cursos de licenciatura. In PESSOA A (ed), *A formação do professor e a prática de ensino*. (Livraria Editora Pioneira: São Paulo).
- LUCAS AM., 1986. Tendencias en la investigación sobre la enseñanza-aprendizaje de la Biología. *Enseñanza de Las Ciencias*, 4 (3), 189-198.
- McDERMOTT L.C., 1990. A perspective on teacher preparation in physics - other sciences: the need for special science courses for teachers. *American Journal of Physics*, 58 (8), 734-742.
- MCINTOSH J.W. e ZEIDLER D.I., 1988. Teachers' conceptions of the contemporary goals of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (2), 93-102.
- MILLAR R. e DRIVER R., 1987. Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
- MOREIRA M.A. e NOVAK D.P., 1988. Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordos metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 3-18.
- CARVALHO A. M. P., 1989. Física: proposta para um ensino construtivista (EPU: São Paulo).
- CARVALHO A. M. P., 1989. Formação de professores: o discurso crítico liberal em oposição ao agir dogmático repressivo. *Ciência e Cultura*, 41 (5), 432-434.
- CARVALHO A. M. P. e GONÇALVES, M. E., 1991. O conhecimento físico nas primeiras séries. Conferência apresentada na Conferência Interamericana sobre Educação em Física, Venezuela, Caracas.
- PIAGET J., 1969. *Psicologia y pedagogía*. (Ariel: Barcelona).
- PORLAN R., 1990. Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: las concepciones epistemológicas de los profesores. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- RESNICK L.B., 1983. Mathematics and Science Learning: a new conception. *Science*, 220, 477-478.

- RIVAS M., 1986. Factores d'eficácia-escolar: una línea de investigación didáctica. *Bordón*, 264, 693-708.
- ROSENTHAL, R. e JACOBSON L., 1968. *Pigmalion in the classroom*. (Rinehart and Winston: New Jersey).
- SERRANO T., 1987. Representaciones de los alumnos en Biología: estudo de la cuestion y problemas para su investigación en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (3), 181-188.
- SHAYER M. y ADEY P., 1984. *La ciencia de enseñar ciencia*. (Narcea: Madrid).
- SILVA D., 1990. O ensino construtivista da velocidade angular, *Textos: pesquisa para o ensino de ciências*, no. 4, Faculdade de Educação, São Paulo.
- SIMPSON y OLIVER, 1990. A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. *Science Education*, 74 (1), 1-18.
- SOLBES J. y VILCHES A., 1989. Interacciones C/T/S: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de Las Ciencias*, 7 (1), 14-20.
- SPEARS M.G., 1984. Sex bias in science teachers' ratings of work and pupils characteristics. *European Journal of Science Education*, vol. 6, 369-377.
- TIBERGHEN A., 1985, Quelques éléments sur l'évolution de la recherche en didactique de la physique, *Revue Française de Pédagogie*, 72, 71-86.
- TOBIN K, 1986. Secondary science laboratory activities. *European Journal of Science Education*, 8 (2), 199-211.
- TOBIN K e ESPINET M., 1989 Impediments to change: applications of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (2), 105-120.
- VIENNOT L., 1976. *Le Raisonnement Spontané en Dynamique Élémentaire*. Tesis doctoral. Université Paris 7. (Publicada em 1979 por Herman: Paris).
- VIENNOT L., 1989. La didáctica en la enseñanza superior ¿para que?, *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 3-13.