

DA NECESSIDADE DE UMA FORMAÇÃO CIENTÍFICA PARA UMA EDUCAÇÃO PARA A CIDADANIA

THE ROLE OF THE SCIENTIFIC BACKGROUND TO EDUCATION FOR THE CITIZENSHIP

A. VILCHES

*Professora Catedrática de Física e Química do Ensino Secundário
IES Sorolla de València- Espanha
<amparo.vilches@uv.es>*

L. MARQUES

*Professor Associado com Agregação
Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores. Universidade de Aveiro.
Portugal
<lmarques@dte.ua.pt>*

GIL-PÉREZ.

*D. Professor Catedrático de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universitat de València- Espanha
<daniel.gil@uv.es>*

J. PRAIA

*Professor Associado com Agregação
Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores. Universidade de Aveiro.
Portugal
<jpraia@dte.ua.pt>*

Abstract — This paper aims to contribute to the debate on the role of science and technology in science education. Particular attention is given to the citizens' preparation towards the development of decision making.

Keywords — Nature of science and technology; Scientific Literacy; Immersion in a scientific and technological culture; Science-Technology-Environment-Society (STES); Education for citizenship; Decision making

Resumo — O presente trabalho tem como propósito dar uma nova contribuição para o debate que se vem desenvolvendo há já algum tempo em volta do papel de uma formação em educação em ciência e, em particular, na formação de uma cidadania para a participação na tomada de decisões.

Palavras-chave — Natureza da ciência e da tecnologia; Alfabetização científica; Imersão na cultura científica e tecnológica; Relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA); Educação para a cidadania; Tomada de decisões.

Linha temática — Formação de Professores de (Geo)Ciências.

1 Introdução

Iremos centrar a nossa intervenção em dois problemas estreitamente relacionados, que consideramos da maior importância (Gil Pérez e Vilches, 2004, 2005a e 2005b; Cachapuz et al., 2005):

Um primeiro, A formação científica para uma cidadania que permita participar em discussões tecnocientíficas e na tomada de decisões de interesse social.

E um segundo, A importância da superação das visões distorcidas da natureza da ciência na educação científica

1. Formação científica para uma cidadania que permita participar em discussões tecnocientíficas.

Existe um amplo consenso acerca da necessidade de uma alfabetização científica que permita preparar as cidadãs e os cidadãos para a tomada de decisões. Assim, na Conferência Mundial sobre a Ciência para o século XXI, sob os auspícios da UNESCO e do

Conselho Internacional para a Ciência, declara-se: “Para que um país esteja em condições de atender às necessidades fundamentais da sua população, o ensino das ciências e da tecnologia é um imperativo estratégico (...) Hoje mais do que nunca é necessário fomentar e difundir a alfabetização científica em todas as culturas e em todos os sectores da sociedade, (...) a fim de melhorar a participação dos cidadãos na adopção de decisões relativas à aplicação de novos conhecimentos” (Declaração de Budapeste, 1999).

Este argumento “democrático” é, talvez, o mais amplamente utilizado por quem reclama a alfabetização científica e tecnológica como uma componente básica de uma educação para a cidadania. (Fourez, 1997; Bybee, 1997; DeBoer, 2000).

Contudo, alguns autores têm vindo a pôr em dúvida a conveniência e inclusive a possibilidade da generalidade dos cidadãos e cidadãs adquirirem uma formação científica realmente útil para, entre outros objectivos, participar na tomada de decisões (Atkin e Helms, 1993; Shamos, 1995; Fensham 2002a e 2002b). Trata-se de trabalhos bem documentados que pretendem “abalar aparentes evidências”, como seria, na sua opinião, a necessidade de alfabetizar cientificamente toda a população, algo que Shamos classifica de autêntico mito no seu livro *The Myth Of Scientific Literacy* (Shamos, 1995). É preciso, pois, analisar cuidadosamente os seus argumentos (Gil-Pérez e Vilches, 2004 e 2005a).

Na opinião de Fensham (2002b), pensar que uma sociedade cientificamente alfabetizada está em melhor situação para actuar racionalmente frente aos problemas sócio-científicos constitui uma ilusão que ignora a complexidade dos conceitos científicos implicados, como sucede, por exemplo, com o problema do aquecimento global ou os relacionados com os desenvolvimentos recentes das biotecnologias.

Neste quadro, deveríamos, pois, renunciar à ideia de uma educação científica básica para todos, susceptível de tornar possível uma participação de cidadania na tomada de decisões?

Julgamos exactamente o contrário, ou seja, tentaremos mostrar que a participação na tomada fundamentada de decisões precisa dos cidadãos, mais do que de um nível de conhecimentos muito elevado, da vinculação a um mínimo de conhecimentos específicos, perfeitamente acessível para uma cidadania, com planeamentos globais e considerações éticas que não exigem qualquer especialização (Gil-Pérez e Vilches, 2004). E tentaremos mostrar, também, que a posse de profundos conhecimentos específicos, como os que possuem os especialistas num campo determinado de saber, não garante a adopção de decisões adequadas, mas exigem enfoques que contemplem os problemas numa perspectiva mais ampla, analisando as possíveis repercussões a médio e longo prazo, tanto no campo considerado como em outros campos. E isso é algo para o qual os não-especialistas podem contribuir, desde que possuam um mínimo de conhecimentos científicos sobre a problemática estudada,

sem os quais é impossível compreender as opções em jogo e participar da tomada de decisões fundamentadas.

Consideramos útil analisar, como exemplo paradigmático, o problema criado pelos fertilizantes químicos e pesticidas que, a partir da Segunda Guerra Mundial, produziram uma verdadeira revolução agrícola, incrementando de forma notável a produção. Recordemos que a utilização de produtos de síntese para combater os insectos, pragas, parasitas e fungos aumentou a produtividade num período em que um notável crescimento da população mundial o exigia. E recordamos que alguns anos depois a Comissão Mundial do Meio Ambiente e do Desenvolvimento (1988) advertia que o seu excesso constituía uma ameaça para a saúde humana, provocando desde malformações congénitas até ao cancro sendo, por sua vez, autênticos venenos para peixes, mamíferos e pássaros. As referidas substâncias que se acumulavam nos tecidos dos seres vivos, chegaram a ser denominadas conjuntamente com outras igualmente tóxicas, “Contaminantes Orgânicos Persistentes” (COP).

O que nos interessa destacar aqui é que a batalha contra o DDT foi desenvolvida por cientistas como Rachel Carson (1980) em conjunto com grupos de cidadãos que foram sensíveis às suas chamadas de atenção e argumentos. De facto, Carson é hoje recordada como “mãe do movimento ecologista”, pela enorme influência que teve o seu livro no aparecimento de grupos activistas que reivindicavam a necessidade da protecção do meio ambiente, assim como estando nas origens do denominado movimento CTS. Convém chamar a atenção sobre a influência destes “activistas ilustrados” (“Knowledge based activists”) e da sua decisiva participação na tomada de decisões ao fazerem seus os argumentos de Carson e exigirem rigorosos controles dos efeitos do DDT, que acabaram por convencer a comunidade científica e, posteriormente, os legisladores, obrigando à sua proibição.

Podemos mencionar muitos outros exemplos similares, como os relacionados com a construção de centrais nucleares e o armazenamento de resíduos radioactivos; o uso dos “aerosóis” (compostos cloro-fluorcarbonetados), destruidores da camada de ozono; o incremento do efeito de estufa, devido fundamentalmente à crescente emissão de CO₂, que ameaça com uma mudança climática global de consequências devastadoras; os alimentos manipulados geneticamente, etc., etc.

Em síntese, uma participação de cidadania na tomada de decisões é hoje um facto positivo, uma garantia de aplicação do principio da precaução, que se apoia em uma crescente sensibilidade social frente às implicações do desenvolvimento técnico-científico que podem comportar riscos para as pessoas ou para o meio ambiente. A referida participação, temos de insistir, reclama um mínimo de formação científica que torne possível a compreensão dos problemas e

das opções - que se podem e se devem expressar numa linguagem acessível - para não se ver recusada com o argumento de que problemas como a mudança climática ou a manipulação genética são de uma grande complexidade.

O que acabamos de referir constitui um argumento decisivo a favor de uma alfabetização científica dos cidadãos, cuja necessidade aparece cada vez com mais clareza perante a situação de autêntica “emergência planetária” (Bybee, 1991; Vilches e Gil-Pérez, 2003) que estamos vivendo. Assim, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, celebrada no Rio de Janeiro em 1992 e conhecida como Primeira Cimeira da Terra, se reclamou uma decidida acção dos educadores para que cidadãos e cidadãs adquiram uma correcta percepção de qual é essa situação e possam participar na tomada de decisões fundamentadas (Edwards et al., 2001; Gil-Pérez et al., 2003). Uma situação cuja gravidade levou as Nações Unidas a instituir uma Década da Educação por um Futuro Sustentável para o período 2005-2014.

A alfabetização científica não só não constitui um “mito irrealizável” (Shamos, 1995), antes se impõe como uma dimensão essencial de uma cultura de cidadania, para fazer frente aos graves problemas com que há-de enfrentar-se a humanidade hoje e no futuro. Cabe-nos assinalar, por outro lado, que a reivindicação desta dimensão não é fruto de “uma ideia preconcebida” aceite acriticamente, como afirma Fensham (2002a e 2002b). Muito pelo contrário, o prejuízo tem sido e continua a ser que “a maioria da população é incapaz de aceder aos conhecimentos científicos, que exigem um alto nível cognitivo”, o que implica, obviamente, reservá-los a uma pequena elite. A recusa da alfabetização científica lembra, assim, a sistemática resistência histórica dos privilegiados a um alargamento da cultura e à generalização da educação (Gil-Pérez e Vilches, 2001). É necessário insistir, efectivamente, em que uma educação científica como a praticada até aqui, tanto no ensino secundário como na própria universidade, centrada quase exclusivamente nos aspectos conceptuais, é igualmente criticável como preparação para futuros cientistas e que dificulta, paradoxalmente, a aprendizagem conceptual. Com efeito, a investigação em didáctica das ciências tem vindo a mostrar que “os estudantes desenvolvem melhor a sua compreensão conceptual e aprendem mais acerca da natureza da ciência quando participam em investigações científicas, desde que haja suficientes oportunidades e apoio para a reflexão” (Hodson, 1992). O que a investigação está a mostrar é que a compreensão significativa dos conceitos exige superar o reducionismo conceptual e planear o ensino das ciências como uma actividade, próxima à investigação científica, que integre os aspectos conceptuais, procedimentais e axiológicos (Vilches, Solbes e Gil-Pérez, 2004).

Percebeu-se assim que, se queremos mudar o que os professores e os alunos fazem nas aulas de ciências, é preciso previamente modificar a epistemologia dos professores (Bell e Pearson, 1992), ou seja, é preciso levar em conta a importância da natureza da ciência na educação científica. Mas, embora possuir concepções válidas acerca da ciência não garanta que o comportamento docente seja coerente com as ditas concepções, isso constitui um requisito sine qua non (Hodson, 1993). O estudo das referidas concepções tem-se convertido, por essa razão, numa poderosa linha de investigação e tem colocado a necessidade de estabelecer o que pode entender-se como uma imagem adequada, não distorcida, sobre a natureza da ciência e da actividade científica, coerente com a epistemologia actual.

Estamos conscientes das dificuldades que se colocam ao falar de uma “imagem adequada” da actividade científica, que parece sugerir a existência de um suposto método universal, de um modelo único de desenvolvimento científico. É preciso evitar qualquer interpretação deste tipo, mas tal não se consegue renunciando a falar das características da actividade científica; consegue-se com um esforço consciente para evitar simplismos e deformações claramente contrárias ao que pode entender-se, em sentido amplo, como aproximação científica ao tratamento de problemas.

Como a literatura tem mostrado, diversos estudos têm evidenciado, de forma convergente, a existência de um conjunto de distorções, estreitamente relacionadas, cuja superação pode servir de base a um consenso acerca de como orientar a imersão numa cultura científica, ou melhor dito, numa cultura científica e tecnológica, pois as visões empobrecidas, distorcidas, afectam tanto a natureza da ciência como a da tecnologia e devem ser abordadas conjuntamente (Gil Pérez, 1993; Fernández et al., 2002; Gil Pérez e Vilches, 2003; Gil Pérez et al., 2005; Cachapuz et al., 2005).

No entanto, como têm mostrado também estas mesmas investigações, um trabalho colectivo de reflexão crítica permite um distanciamento destas visões deformadas e a aquisição de uma visão mais adequada da actividade científica e tecnológica, a qual expressa o consenso básico de diversos epistemólogos (Popper, 1962; Khun, 1971; Bunge, 1976; Toulmin, 1977; Feyerabend, 1975; Lakatos, 1982; Laudan, 1984...), à margem das suas discrepâncias e debates pontuais. Podemos resumir este consenso nos seguintes pontos: i) a **recusa da própria ideia de “Método Científico”**, ii) há que ter em atenção a recusa do que Piaget (1970) denomina “o mito da origem sensorial dos conhecimentos científicos”, isto é, a **recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultado da inferência indutiva a partir de “dados puros”**. iii) **evidenciar o papel do pensamento divergente** na investigação, que se concretiza em aspectos fundamentais e erradamente afastados nas abordagens empiristas, como são a

criação de hipóteses e de modelos ou o próprio desenho de experiências. iv) a busca de coerência global (Chalmers, 1990). O facto de se trabalhar em termos de hipóteses introduz exigências suplementares de rigor: é preciso duvidar sistematicamente dos resultados obtidos e de todo o processo seguido para os obter, o que conduz a revisões contínuas, a tentar obter esses resultados por caminhos diversos e, particularmente, a mostrar a sua coerência com os resultados obtidos noutras situações; v) é preciso **compreender o carácter social do desenvolvimento científico**, evidente não só no facto de que o ponto de partida do paradigma teórico vigente é a cristalização dos contributos de gerações de investigadores, mas também no facto de que a investigação responde cada vez mais a estruturas institucionalizadas (Kuhn, 1971; Matthews, 1991 e 1994) onde o trabalho dos indivíduos é orientado por linhas de investigação estabelecidas, pelo trabalho da equipa a que pertencem, não fazendo praticamente sentido a ideia de investigação completamente autónoma. Além disso, o trabalho dos homens e mulheres de ciências – como qualquer outra actividade humana – não acontece à margem da sociedade em que vivem e é influenciado, logicamente, pelos problemas e circunstâncias do momento histórico, da mesma forma que a sua acção tem uma clara influência sobre o meio físico e social em que se insere. Desenha-se assim uma imagem imprecisa, nebulosa, da metodologia científica – longe de qualquer ideia de algoritmo com que frequentemente se apresenta – na qual nada garante que se chegará a um bom resultado, mas que representa, sem dúvida, a melhor forma de orientar o tratamento de um problema científico (como atestam os impressionantes edifícios teóricos construídos).

Por outro lado, é preciso ter presente que o trabalho científico exige tratamentos analíticos, simplificados, artificiais. Mas não supõe, como às vezes se critica, incorrer necessariamente em visões parciais e simplistas: na medida em que se trata de análises e de simplificações conscientes, tem-se presente a necessidade de elaborar sínteses e estudos de complexidade crescente.

Cabe aqui perguntarmo-nos se todo este esforço de clarificação “teórica” vale realmente a pena. Como Guilbert e Meloche (1993) assinalam, “Uma melhor compreensão pelos docentes dos modos de construção do conhecimento científico (...) não é unicamente um debate teórico, mas um debate eminentemente prático”.

2. Importância da superação das visões distorcidas da natureza da ciência na educação científica.

O trabalho de clarificação realizado mostra a necessidade de nos afastarmos dos habituais reducionismos e de incluir aspectos que são, não só essenciais para uma investigação científica, mas que se tornam também imprescindíveis para favorecer uma aprendizagem realmente significativa, não memorizada, das

ciências. Como já mostraram diversas linhas de investigação, uma aprendizagem significativa e duradoura é facilitada pela participação dos estudantes na construção de conhecimentos científicos e pela sua familiarização com as estratégias e as atitudes científicas (Hodson, 1992; Gil-Pérez et al., 1999; Fernández et al., 2005; Cachapuz et al., 2005).

Propomos, em síntese, planear a aprendizagem como um trabalho de investigação e de inovação através do tratamento de situações problemáticas relevantes para a construção de conhecimentos científicos e a conquista de inovações tecnológicas susceptíveis de satisfazer determinadas necessidades. Isso deve ser considerado como uma actividade aberta e criativa, devidamente orientada pelo professor, que se inspira no trabalho de cientistas e de tecnólogos e que deveria incluir toda uma série de aspectos como os que passamos a enumerar (Gil-Pérez et al., 1999; Gil-Pérez e Vilches, 2004): **i) A discussão do possível interesse e da relevância das situações** propostas que dê sentido ao seu estudo e evite que os alunos se vejam submergidos no tratamento de uma situação sem terem sequer podido formar uma primeira ideia motivadora ou percebido a necessária tomada de decisões, por parte da sociedade e da comunidade científica, acerca da conveniência ou da inconveniência do referido trabalho, tendo em conta a sua possível contribuição para a compreensão e transformação do mundo, suas repercussões sociais e do meio ambiente, etc. **ii) O estudo qualitativo, significativo, das situações problemáticas** abordadas, que ajude a compreender e a precisar tais situações à luz dos conhecimentos disponíveis, dos objectivos perseguidos... e a formular perguntas operativas sobre o que se procura, o que supõe uma oportunidade para os estudantes começarem a explicitar funcionalmente as suas ‘concepções alternativas’; **iii) a invenção de conceitos e a formulação de hipóteses** fundamentadas nos conhecimentos disponíveis, capazes de focalizar e de orientar o tratamento das situações, enquanto permitem aos estudantes utilizar as suas concepções alternativas para fazer previsões susceptíveis de ser submetidas a prova; **iv) a definição e implementação de estratégias de resolução**, incluindo, se for caso disso, o plano e a realização de experiências para submeter à prova as hipóteses à luz do corpo de conhecimentos de que se dispõe, o que exige um trabalho de natureza tecnológica para a resolução dos problemas práticos que possam surgir, como, por exemplo, a redução das margens de erro nas medições; **v) a análise e comunicação dos resultados**, comparando-os com os obtidos por outros grupos de estudantes e aproximando-se da evolução conceptual e metodológica experimentada historicamente pela comunidade científica. Isso pode converter-se em **ocasião de conflito cognitivo** entre distintas concepções, tomadas todas elas como hipóteses e **favorecer a ‘auto-regulação’** dos estudantes; **vi) as sínteses e a possibilidade de outras perspectivas**: articulação dos conhecimentos construídos com outros já conhecidos, considerando a sua contribuição para a construção de corpos

coerentes de conhecimentos que se vão ampliando e modificando, com especial atenção para o estabelecimento de pontes entre distintos domínios científicos.

Devemos ainda insistir na necessidade de dirigir todo este tratamento para mostrar o carácter de corpo coerente que tem toda a ciência, valorizando, para isso, as **atividades de síntese** (esquemas, memórias, revisões, mapas conceituais...) e a **elaboração de produtos**, capazes de acabar com planos demasiado escolares, de reforçar o interesse pela tarefa e de mostrar a estreita ligação ciência-tecnologia.

Contudo é conveniente realçar que **as orientações precedentes não constituem um algoritmo** que pretenda orientar passo a passo a actividade dos alunos; são indicações genéricas que chamam a atenção sobre os aspectos essenciais a ter em conta na construção de conhecimentos científicos que, frequentemente, não são suficientemente tidos em conta na educação científica. E estamos a referir-nos tanto aos aspectos metodológicos como aos aspectos axiológicos: relações CTSA, tomada de decisões, comunicação de resultados... A aprendizagem das ciências é encarada assim como um processo de investigação orientada que permite aos alunos **participar colectivamente na aventura de enfrentar problemas relevantes e (re)construir os conhecimentos científicos** (Hodson, 1992).

Importa fomentar a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos através de uma imersão na cultura científica e tecnológica, importante para a formação de cidadãos críticos que, no futuro, participarão na tomada de decisões... e do mesmo modo para que os futuros homens e mulheres de ciência consigam uma melhor apropriação dos conhecimentos elaborados pela comunidade científica.

3 Conclusão

Nada resta senão desejar-lhe boa sorte na preparação de seu artigo. Contamos com seu trabalho e sua presença no I Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra e o III Simpósio Nacional de Ensino de Geologia em Campinas de 4 a 8 de setembro de 2007.

Referências Bibliográficas

ATKIN, J. M.; HELMS, J. Getting serious about priorities in science education. **Studies in Science Education**, 21, 1-20, 1993.
BELL, B. F.; PEARSON, J. Better Learning. **International Journal of Science Education**, 14(3), 349-361, 1992.
BUNGE, M. **Filosofia de la Física**. Barcelona: Ariel, 1976.

BYBEE, R. Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? **The American Biology Teacher**, 53(3), 146-153, 1991.
BYBEE, R. Towards an Understanding of Scientific Literacy. En Graeber, W. e Bolte, C. (Eds) **Scientific Literacy**. Kiel: IPN, 1997.
CACHAPUZ, A.; GIL- PÉREZ, D.; PESSOA, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez Editores, 2005.
CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. Barcelona: Grijalbo, 1980.
CHALMERS, A. F. **Science and its fabrication**. Minneapolis, MP: University of Minnesota Press, 1990.
COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO. **Nuestro Futuro Común**. Madrid: Alianza, 1988.
DeBOER, G. E. Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. **Journal of Research in Science Teaching**, 37(6), 582-601, 2000.
DECLARACIÓN DE BUDAPEST. Marco general de acción de la declaración de Budapest, 1999. Disponível em <http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>.
EDWARDS, M.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A.; PRAIA, J.; VALDÉS, P.; VITAL, M. L.; CAÑAL, P.; DEL CARMEN, L.; RUEDA, C.; TRICÁRICO, H. Una propuesta para la transformación de las percepciones docentes acerca de la situación del mundo. Primeros resultados. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, 15, 37-67, 2001.
FENSHAM, P. J. Time to change Drivers for Scientific Literacy. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, 2(1), 9-24, 2002a.
_____. De nouveaux guides pour l'alphabétisation scientifique. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, 2(2), 133-149, 2002b.
FERNÁNDEZ, I.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, J.; PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, 20(3), 477-488, 2002.
FERNÁNDEZ, I.; GIL- PÉREZ, D.; VALDÉS, P.; VILCHES, A. ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? En: Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. e Vilches, A. (Eds.). **¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años**. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO, 2005.
FEYERABEND, P. **Against Method**. Londres: Verso, 1975.
FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires: Colihue, 1997.
GIL- PÉREZ, D. Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un

- modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212, 1993.
- GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; DUMAS-CARRÉ, A.; FURIÓ, C.; GALLEGO, N.; GENÉ, A.; GONZÁLEZ, E.; GUIASOLA, J.; MARTINEZ, J.; PESSOA, A.; SALINAS, J.; TRICÁRICO, H.; VALDÉS, P. ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 503-512, 1999.
- GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37, 2001.
- _____. Technology as "applied science": a serious misconception of the nature of technology and the nature of science, 7th **International History, Philosophy of Science and Science Teaching Conference Proceedings**, p. 342-352. Winnipeg, 2003.
- _____. La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación*, 16 (3), 259-272, 2004.
- _____. Contribution of Science and technological Education to Citizens' Culture. *Canadian Journal of Science, Mathematics, & Technology Education*, 5, (2), 85-95, 2005a.
- _____. Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones. ¿Necesidad o mito? **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Vol. 2 (3) p. 302-329, 2005b.
- GIL- PÉREZ, D.; VILCHES, A.; EDWARDS, M.; PRAIA, J.; MARQUES, L.; OLIVEIRA, T. (2003). A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results. **Environmental Education Research**, 9(1), 67-90, 2003.
- GIL- PÉREZ, D.; VILCHES, A.; FERNÁNDEZ, I.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; VALDÉS, P.; SALINAS, J. Technology as 'Applied Science': a Serious misconception that Reinforces Distorted and Impoverished Views of Science. **Science & Education**, Vol. 14, (3,5), p. 309-320, 2005.
- GUILBERT, L.; MELOCHE, D. L'idée de science chez des enseignants en formation: un lieu entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions? **Didaskalia**, 2, 7-30, 1993.
- HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**, 14(5), 541-566, 1992.
- _____. Philosophy stance of secondary school science teachers, curriculum experiences and children's understanding of science: some preliminary findings. **Interchange**, 24 (1&2) 41-52, 1993.
- KUHN, T. S. **La estructura de las revoluciones científicas**. México: Fondo de cultura económica, 1971.
- LAKATOS, I. **Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales**. Madrid: Tecnos, 1982.
- LAUDAN, L. **Science and values: the aims of science and their role in the scientific debate**. Berkeley: University of California Press, 1984.
- MATTHEWS, M. R. Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias. **Comunicación, Lenguaje y Educación**, 11-12, 141-155, 1991.
- _____. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual, **Enseñanza de las Ciencias**, 12(2), 255-277, 1994.
- PIAGET, J. **La epistemología genética**. Barcelona: Redondo, 1970.
- POPPER, K. R. **La lógica de la investigación científica**. Madrid: Tecnos, 1962.
- SHAMOS, M. **The Myth of Scientific Literacy**. New Brunswick (NJ): Rutgers University Press, 1995.
- TOULMIN, S. **La comprensión humana. I: el uso colectivo y la evolución de los conceptos**. Madrid: Alianza, 1977.
- VILCHES, A.; GIL- PÉREZ, D. **Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia**. Madrid: Cambridge University Press, 2003.
- VILCHES, A.; SOLBES, J.; GIL- PÉREZ, D. Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos. **Alambique**, 41, p. 89-98, 2004.