

HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA

Alfredo Mungomba Mendes

Universidad Nacional de Tres de Febrero em Buenos Aires - Argentina.

fredsbel@hotmail.com

RESUMO

O trabalho apresenta uma revisão teórica sobre a visão consensual da natureza da ciência, estratégias instrucionais sobre a ciência no ensino de ciências em particular a questão “o que ensinar” no que diz respeito aos conteúdos metacientíficos e uma abordagem mais aberta sobre a ciência no currículo escolar de ciências postos pela transposição didática.

Palavras chave: natureza da ciência, História e Filosofia da ciência, ensino de ciências, epistemologia e currículo de ciências.

ABSTRACT

The work presents a theoretical review on the consensual view of the nature of science, instructional strategies on science in science teaching, in particular the question "what to teach" with regard to meta-scientific content and a more open approach to science in the curriculum school science posed by didactic transposition.

Key words: nature of science, History and Philosophy of science, science teaching, epistemology and science curriculum.

1. INTRODUÇÃO

Como é obtido o conhecimento científico? Como é validado o conhecimento científico? Há diferenças entre o conhecimento científico e o não científico? Qual é o método da ciência? Qual é o papel que a observação, experimentação, razão, intuição, criatividade têm na produção do conhecimento científico? Em que circunstâncias se dá o abandono, a substituição de uma teoria científica por outra? Esses e tantos outros problemas têm sido objetos de investigação da Filosofia da Ciência ou da Epistemologia. Nos últimos anos, tem sido contundentemente notada a

necessidade da educação científica, em especial o ensino das ciências naturais (Física, Química, Biologia, etc.) procurar na Filosofia da ciência uma fundamentação sólida e atualizada (CAWTHRON E ROWELL, 1979; HODSON, 1985; NUSSBAUM, 1989; MARTIN ET AL, 1990; GIL PEREZ E CARRASCOSA, 1985; CLEMINSON, 1990; BURBULES E LINN, 1991; SEGURA, 1991).

Já do ponto de vista mais prático e aplicado, a HFC pode ser pensada tanto como conteúdo (em si) das disciplinas científicas, quanto como estratégia didática facilitadora na compreensão de conceitos, modelos e teorias. Diversos autores convergem nessa direção, defendendo e expondo razões para a presença da História e Filosofia da ciência nas salas de aula dos diversos níveis de ensino (GIL PÉREZ, 1993; ZENETIC, 1990; MATTEWS, 1994; VANNUCCHI, 1996; PEDUZZI, 2001; EL-HANI, 2006; MARTINS, 2006).

Devido às implicações teóricas e práticas da HFC para o ensino de ciências, tornou-se evidente a relevância da dimensão histórica e filosófica na formação de professores de ciências (CARVAHO; GIL PÉREZ, 1998; MARANDINO, 2003; BRITO ET AL., 2004; DUARTE, 2004). Assim, a HFC surge como uma necessidade formativa do professor, na medida em que pode contribuir para: evitar visões distorcidas sobre o fazer científico; permitir uma compreensão mais refinada dos diversos aspectos envolvendo o processo de ensino e aprendizagem da ciência e proporcionar uma intervenção mais qualificada na sala de aula.

O objetivo geral é esclarecer que a imagem da ciência veiculada pelo ensino tradicional é deformada, pois corresponde a de um conhecimento acabado, autoritário e incontestável. E os objetivos específicos são (i) explicar a influência das metaciências na apreciação dos fatos históricos e sociais; (ii) perceber a importância da natureza da ciência e a educação científica; (iii) apontar os requisitos da didática da ciência no ensino de ciências.

As principais dificuldades surgem quando pensamos na utilização da HFC para fins didáticos, ou seja, quando passamos dos cursos de formação inicial para o contexto aplicado do ensino e aprendizagem das ciências como a falta de material pedagógico adequado, dificuldades de leitura, interpretação de texto por parte dos alunos e a visão consensual reconhece que todo conteúdo a ser ensinado passa por um processo de transformação para se chegar a sala de aula, o que implica em simplificações, ajustes, omissões, etc. (CHEVALLARD, 1985).

2. A NATUREZA DA CIÊNCIA

A natureza da ciência é uma linha de pesquisa dentro da área de História e Filosofia da Ciência, que, por sua vez, é um ramo da didática das ciências. A natureza da ciência descreve e

analisa articulação de disciplinas que formam a educação científica sobre a ciência em si mesma (MC COMAS; CLOUGH E ALMAZROA, 1998).

A Natureza da Ciência (cujas siglas em inglês é NOS “Nature Of Science” ou em português NdC, usada daqui por diante) é uma linha de pesquisa dentro da área de História e Filosofia da Ciência (HPS, da sigla em inglês de “History, Philosophy of Science”), que, por sua vez, é um ramo da didática das ciências. A NdC é considerada, por alguns autores, como um construto multifacetado, um campo hipotético e inseguro, construído de fora da ciência mediante a reflexão disciplinar de historiadores, filósofos e sociólogos, cuja principal dificuldade é o caráter dialético da maioria das suas afirmações (ACEVEDO, VÁSQUEZ E MANASSERO, 2001).

Mc Comas, Clough e Almazroa (1998, p.4) consideram a natureza da ciência como:

[...] uma fértil e híbrida arena que recolhe aspectos de vários estudos sociais da ciência, que incluem a História, Sociologia e Filosofia da ciência combinada com investigações derivadas das ciências cognitivas como a Psicologia, que aportam uma rica descrição do que é a ciência, como trabalha, como operam os cientistas enquanto grupo social e como a sociedade dirige e reage em direção ao esforço científico (MC COMAS, CLOUGH E ALMAZROA, 1998, p.4).

Numa concepção mais abrangente Vazquez *et al* (2007) conceituam:

A natureza da ciência inclui a reflexão sobre os métodos para validar o conhecimento científico, valores implicados nas atividades da ciência, relações com a tecnologia, natureza da comunidade científica, relações da sociedade com o sistema tecnocientífico, contribuições desta para a cultura e o progresso da sociedade. Este construto faz referência a questões como: Que é ciência? Qual o seu funcionamento interno e externo? Como se constrói e desenvolve o conhecimento produzido pela ciência? Que métodos são usados para avaliar este conhecimento? Quais os valores implícitos nas atividades científicas? Qual é a natureza da comunidade científica? Quais foram e são as relações da ciência com a tecnologia até se constituir o atual sistema tecnocientífico? Quais são as relações da sociedade com este sistema? Quais são as contribuições deste a cultura e progresso da sociedade? (Vazquez, *et al*, 2007, p.128).

O papel e importância da natureza da ciência na educação científica e notadamente, para a formação de futuros professores, é ressaltada na seguinte afirmação de Mc comas, Clough e Almazroa (1998).

A natureza da ciência é usada para descrever a interseção das questões derivadas da Filosofia, História, Sociologia e Psicologia da ciência, sua aplicação e potencial impacto no ensino e aprendizagem da ciência. Como tal, a natureza da ciência é um domínio fundamental para guiar o professorado de ciências numa correta descrição da ciência ao estudantado (MC COMAS, CLOUGH E ALMAZROA, 1998, p.5).

3. AS METACIÊNCIAS

Estudam a ciência como uma atividade humana e tem como base comum a reflexão sobre a ciência. As metaciências, como disciplinas de segunda ordem, intentam explicar e compreender o que pensam e o que fazem os cientistas quando começam uma pesquisa e que valor tem os resultados obtidos. Também se interessam pela forma de trabalhar dos cientistas, como indivíduos e como grupos e como isto afeta em seus descobrimentos. Assim, metaciências não aceitam a ciência como um conhecimento único, verdadeiro e real, e sim o entendem como um produto peculiar humano que requer um estudo particular (ZIMAN, 2003). Nesse enfoque, os documentos produzidos pelos cientistas do passado são analisados à luz de sua própria época, mediante aspectos culturais do período, considerando outras teorias alternativas propostas pelos contemporâneos, fatores políticos e sociais que podem ter interferido no desenvolvimento do conhecimento (Martins, 1995).

Segundo Echeverría (1998) a filosofia da ciência é a metaciência que tem maior influência na visão atual da natureza da ciência. Esta metaciência proporciona à Natureza da Ciência os aspectos epistemológicos relevantes do conhecimento científico, tais como os problemas relacionados com a demarcação entre o que é a ciência e a pseudociência; a reflexão sobre a metodologia científica, de como muda a ciência, os métodos e critérios de validação do conhecimento científico (racionalidade científica); o conceito de verdade, os interesses e determinantes da produção científica, o status epistemológico das teorias e leis científicas.

Nos anos 1930 Karl Popper nas suas críticas ao positivismo lógico do Círculo do Viena, defendia que o conhecimento científico é falível, corrigível, consequentemente, provisório e impregnado de teoria, inclusive as nossas observações, portanto, não existem dados puros ou fatos neutros (POPPER, 1975, p.75).

A História da ciência começa a ser valorizada desde o aparecimento da obra “A estrutura das revoluções científicas” de Thomas Kuhn (1992). A partir de então se observou uma virada

importante na metodologia da ciência e os estudos históricos adquirem um papel relevante no conhecimento sobre a ciência (ECHEVERRIA, 1999).

A nova historiografia da ciência que propõe Kuhn trata de compreender as investigações, debates científicos em seu próprio contexto e não por referência a ciência atual. Deste modo, a História da ciência pode definir quais foram os conceitos estruturantes presentes no momento de profunda transformação de uma ciência e indicar em que consistiram as relações sociais, econômicas e políticas que entraram em jogo, valores subjacentes, assim como quais foram as resistências a mudança social (VILDÓSOLA-TIMBAUD, 2009).

Pesquisas em ensino de ciências e documentos internacionais de reforma da educação científica advogam a inclusão da História e Filosofia da ciência no currículo de ciências como recurso pedagógico adequado para abordagem, especialmente visando o aprendizado de conteúdos epistemológicos (FORATO; MARTINS E PIETROCOLA, 2010).

4. A NATUREZA DA CIÊNCIA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

É possível distinguir-se diferentes níveis de compreensão científica.

1. O conhecimento dos conteúdos e métodos da ciência, isto é, as chamadas leis, modelos, teorias, conceitos, técnicas experimentais e procedimentos empregados pelos cientistas. Tal “conhecimento de ciência” constitui a base dos currículos de toda ciência acadêmica.
2. O saber acerca de como os cientistas desenvolve e utiliza o saber científico, decidem o que pesquisar obtenção e interpretação dos dados científicos e como decidem a aceitação dos resultados publicados. Tal forma de saber supõe um “conhecimento sobre a ciência” (CUTRERA, 2003).

Os currículos científicos devem ser dirigidos não só ao que é conhecido em ciência, mas também devem incluir como a ciência chegou a tal conhecimento numa perspectiva mais aberta, plural e heterogênea. Ensinar o que é conhecimento em ciência supõe desenvolver o conhecimento científico. Ensinar como o empreendimento obtém suas afirmações de conhecimentos é desenvolver o conhecimento sobre a ciência.

Tal distinção entre conhecimento em ciência e conhecimento sobre ciência permite, portanto, a distinção entre dois níveis de reflexão, com objetivos diferentes.

- Ensino do conhecimento científico: supõe o ensino da ciência através dos seus produtos finais (fatos, teorias, leis, que constituem a base do conhecimento científico). Supõe melhorar o

conhecimento científico dos estudantes centrado tal processo de ensino em um relato dos êxitos científicos. (ADÚRIZ-BRAVO, IZQUIERDO E ESTANY, 2002).

- Reflexão: refere-se ao modo como ocorreram as descobertas científicas, incluindo o exame de processos que falharam, modificação de conceitos centrais, que raciocínios foram usados com o propósito de avançar na compreensão científica, lugar da ciência na vida contemporânea, seus impactos profundos nos indivíduos, na sociedade e no ambiente (CUTRERA, 2003).

Para Acevedo-Dias *et al* (2007) os currículos científicos devem ser dirigidos não só ao que é conhecido em ciência, mas também incluir como a ciência chegou a tal conhecimento numa perspectiva mais aberta, plural e heterogênea, isto é, sobre o que é a ciência, como funciona internamente, como se desenvolve, como constrói seu conhecimento, como se relaciona com a sociedade, que valores utilizam os cientistas em seu trabalho profissional, que constituem a natureza da ciência.

Como consequência, a imagem da ciência veiculada pelo ensino tradicional é deformada, pois corresponde a de um conhecimento acabado, autoritário e incontestável. A ciência escolar tende a transmitir uma imagem da ciência do passado, a que produziu os conceitos habitualmente incluídos nos currículos, porém não da ciência e da tecnologia contemporâneas, as quais são feitas hoje nos laboratórios das diversas instituições e empresas privadas (FERNÁNDEZ, *et al.*, 2002).

Duschl (1985) em seu conhecido trabalho “Science education and philosophy of Science” afirma que a comunidade científica ignorou o desenvolvimento da História e Filosofia da ciência e as importantes implicações dessas metaciências para a educação científica e a educação científica não estava considerando as significativas contribuições das novas visões da natureza da ciência para melhorar o ensino.

Os livros de Driver, *et al.* (1996), Irzik; Nola, (2014. p.1003) identificam dois eixos principais:

- Eixo histórico e sociológico: agruparia temas relativos ao papel do indivíduo e da comunidade científica; inter subjetividades; questões morais, éticas e políticas; influências históricas e sociais; ciência como parte da cultura; comunicação do conhecimento; objetivos da ciência e dos cientistas; comunicação do saber científico dentro da comunidade científica e em domínio público; controvérsias históricas e contemporâneas da ciência; História e outros tipos de conhecimento; ciência e tecnologia; diferenças entre as disciplinas científicas, etc.).
- Eixo epistemológico: ajuntaria tópicos referentes a sujeitos e objetos do conhecimento (experiência e razão; papel da observação, experiência, lógica e pensamento teórico; influência da teoria sobre o experimento; ciência e tecnologia; diferenças entre as áreas científicas);

métodos, práticas, procedimentos e processos da ciência (coleta, interpretação, análise e avaliação de dados; inferência, correlação e causalidade; modelagem em ciência; papel da imaginação e criatividade; natureza da explicação, conteúdo/natureza do conhecimento produzido); papel de leis e teorias; noção de modelo; semelhanças, diferenças entre ciência e outras formas de conhecimento.

As contribuições das pesquisas na área de ensino das ciências e o que os educadores praticam na sala de aula têm sido fundamentais para conhecer que a maioria do professorado sustenta ideias inadequadas sobre a natureza da ciência. Simétricas as posições predominantes no início do século passado e que estão fundamentadas em posturas empíricas indutivistas ingênuas provavelmente herdadas da própria cultura escolar. Tais pesquisas mostraram o professorado como principal mediador do currículo de ciências, com papel relevante no processo de melhoria do ensino. Isto determinou que muitos estudos estivessem centrados na influência de suas ideias sobre ciência, suas atitudes, interesses, características da instrução que desenvolvem na aula e na compreensão do tipo de conteúdo (VILDÓSOLA-TIMBALD, 2009).

5. EPISTEMOLOGIA DE BUNGE PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Ensino é um processo de apropriação de determinados conhecimentos (teóricos ou práticos), torna-se necessário, conhecer as condições sob as quais tais informações foram produzidas. Isto porque o conhecimento ensinado na sala de aula ou apresentado nos livros didáticos, não se identifica com o existente no contexto da ciência como prática profissional. Existe sempre a necessidade de uma intervenção didática na produção de conhecimento escolar, que sugere uma mudança de estatuto epistemológico (ALVES-FILHO, *et al*, 2001).

Para os autores, em geral, a construção do saber escolar passa por um processo de transposição didática que implica numa desestruturação, onde é despersonalizado, dissincretizado, desproblematizado, para em seguida ser reestruturado na forma de um novo conhecimento respeitando necessidades de distintos ambientes ligados a ciência, programabilidade (sequenciamento de conteúdos que busca viabilizar e favorecer a relação do sujeito com o conhecimento), publicidade (objetividade encontrada nos textos), textualização (construção dos manuais didáticos e demais recursos que chegarão à sala de aula) e controle social das aprendizagens.

6. REQUISITOS DA DIDÁTICA DA CIÊNCIA

A produção dos saberes escolares envolve processos complexos, ao que é filosoficamente possível na ciência, sob o ponto de vista de capacidade do conhecimento humano. Entretanto, a adequação de conhecimentos aos condicionantes e possibilidades do sistema de ensino pressupõe a necessidade de se considerar a pertinência dos saberes escolares, legitimidade cultural conferida pelo seu contexto sociocultural e as necessidades didáticas de cada disciplina, respeitando a autonomia epistemológica atribuída ao saber escolar (PIETROCOLA, 2008).

Adapta-se nesta análise, a perspectiva epistemológica de que os conhecimentos trazidos para o ensino, em particular para a sala de aula, sofrem processos de didatização que os transformam profundamente, que permitirá admitir patamares de saber, transpostos a partir de seu contexto original de produção até a forma como se organizam para serem objetos de ensino (CHEVALLARD, 1991; BOSCH E GASCON, 2006).

Sob a perspectiva de transposição didática, o saber sábio (com regras bem específicas ditadas pela comunidade acadêmica, tanto com relação a sua produção, quanto a sistematização e comunicação), saber a ensinar (que chega ao ambiente escolar nos materiais didáticos e programas) e o saber ensinado (efetivamente trabalhado em sala de aula) são distintos conhecimentos adequados aos requisitos de cada instância do sistema educacional. Esses processos são coerentes com os interesses sociais, políticos e econômicos do projeto formativo em que se insere um sistema de ensino, manifestados no seu projeto educacional. (CHEVALLARD, 1991, p.69).

Segundo o autor, para que esse saber seja compreendido é apropriado pelos professores, alunos e necessita possuir certo grau de publicidade. Na construção dos manuais didáticos e demais recursos que chegarão à sala de aula busca-se uma explicação discursiva objetiva, imprescindível para tomar os saberes ensináveis. Um material didático, ou programa disciplinar, traz um sequenciamento de conteúdos que busca viabilizar e favorecer a relação do sujeito com o conhecimento. Tal organização evidencia a programabilidade da aquisição dos saberes, identificados e designados mediante um projeto social de ensino e aprendizagem.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de ciências esteve, ao longo do tempo, de certa forma, atrelado ao desenvolvimento tecnológico, no sentido de formar pessoas para o mercado de trabalho. Não é de estranhar que muitos alunos não se entusiassem pelo estudo das ciências, não encontrem um terreno fértil para desenvolver a sua curiosidade natural, não percebiam sequer para que é que vale a pena estudar ciências (interessados apenas em saírem-se bem nos exames).

Aproximação de grupos diversos, tais como historiadores, educadores em ciência, filósofos, sociólogos, psicólogos, cientistas, professores e demais membros da comunidade escolar, tende a ser fundamental para a elaboração e inserção curricular da natureza da ciência no ensino de ciências em relação ao tipo de conteúdo metacientífico que faça sentido e responda às demandas sociais.

Dado que o modo como se ensina as ciências tem a ver com o modo como se concebe a ciência que se ensina, e o modo como se pensa que o outro aprende o que se ensina, torna-se pertinente aprofundar aspectos tendo em vista a formação epistemológica dos professores e a concepção da aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ALVES-FILHO, J., PINHEIRO, T., PIETROCOLA, M. Elestrostática como exemplo de transposição didática. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

BRITO, A.J.; NEVES, L.S.; MARTINS, A.F.P. A História da Ciência e da Matemática na formação de professores. In: NUNES, I.B. E RAMALHO, B.L. (Org.). **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004, P.284-296.

BOSCH, M., GASCÓN, J. Twenty-five years of didactictransposition. *ICMI Bul-letin*, v.58, 2006, p.51-64.

BURBULES, N. C., LINN, M. C. **Science education and philosophy of science: congruence or contradiction**. *International Journal of Science Education*, London, v.13, n.3, p.227-241, 1991.

ACEVEDO-Dias. J.A., VÁZQUEZ-Alonso, A., MANASSERO-Mas, M. A., e ACEVEDO-Romero, P. A. **Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica**. *Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien.*, 4(1), 2007, p.42-66.

ADÚRIZ-BRAVO, A., IZQUIERDO-AYMERICH, M., ESTANY, A. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. **Enseñanza de lasCiencias**, v.20, n.3, p.465-476, 2002.

CARVALHO, A.M.P., GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1998.

CAWTHON, E. R., ROWELL, J. A. **Epistemology and scienceeducation**. *Studies in ScienceEducation*, New York, n.5, p.31-59, 1979.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique-savoirs savants à savoir enseigné**. 2 ed. Grenoble: La Pensée sauvage, 1985.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique, 1991.

CLEMINSON, A. **Establishing a epistemological base for science teaching**. Journal of Research in Science Teaching, New York, v.27, n.5, p.429-445, 1990.

CUTRERA, G.E. **La atividade científica y las génesis del conocimiento científico en los textos escolares de ciencias naturales**. Un análisis de clasificación. Revista Iberoamericana de Educación, 2003.

DRIVER, R.H., LEACH, J., MILLAR, R., SCOTT, P. **Young people's images of science**. Buckingham: Open University Press, 1996.

DUARTE, M. C. A História da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências. **Ciência e Educação**, v.10, n.3, p.317-331, 2004.

DUSCHL, R. **Science education and philosophy of Science twenty-five year soft mutually exclusive development**. Scholl science and Mathematics, 85 (7), 1985, p.541-553.

ECHEVERRÍA, J. (Ed). **Filosofía de la ciencia**. 2 ed. Madrid, España: AKAL, 1998.

ECHEVERRÍA, J. (Ed). **Introducción a la metodología de la ciencia**. La filosofía de la ciencia en el siglo XX. Madrid: Cátedra, 1999.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de História e Filosofia da Ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C (Org). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p.3-21;

FERNÁNDES, I. *et al.* Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v.20, n.3, p.477-488, 2002.

FORATO, T.C. M., MARTINS, R.A., PIETROCOLA, M. **A história e a natureza da ciência no ensino de ciências: obstáculos a superar ou contornar**. In: XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – SP, Águas de Londônia, Atas, 2010.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las ciencias**, v.11, n.2, 1993, p.197-212.

GIL-PÉREZ, D; CARRASCOSA, J. **Sciencelearning as conceptual and methodological chance**. EuropeanJournal of ScienceEducation, London, v.7. n.3, p.231-236, 1985.

HODSON, D. **Philosophy of science, science and scienceeducation**. Studies in ScienceEducation, New York, n.12, p.25-57, 1985.

IRZIK, G., NOLA, R. New directionsforNature of Scienceresearch. In: MATTHEWS, M. R (Ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and ScienceTeaching**. TheNetherlands: Springer, 2014, p.999-1021.

MAC-COMAS, W.F., CLOUGH, M., ALMAZROA, H. The role and carácter of theNature of Science in ScienceEducation. In: Mac COMAS, W. F. (Ed.). **TheNature of Science in ScienceEducation: rationales and strategies**. TheNetherlands: Kluwer, 1998b, p.3-39.

MARTIN, B. *et al.* **Authenticscience: a diversity of meanings**. ScienceEducation, New York, n.74, p.541-554, 1990.

MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org). **Estudos dehistória e filosofia das ciências: subsídeos para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora da Física, 2006, p-17-30.

MARANDINO, M. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, V.20, N.2, P.168-193, 2003.

MATTEWS, M. Vino viejo en botellas nuevas: un problema con la epistemología constructivista. **Enseñanza de las Ciencias**, v12, n.1, p.79-88, 1994.

NUSSBAUM, J. **Classroom conceptual change:Philosophycalperspectives**. International Journal of ScienceEducation, London, n.11, p.530-540, 1989.

PEDUZZI, L.O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. Cap. 7, p.151-170.

PIETROCOLA, M. a transposição da Física moderna e contemporânea para o ensino médio: superando obstáculos epistemológicos e didático-pedagógicos. In: BORGES, R. (Org.). **Propostas Interativas na Educação Científica e Tecnológica**. Porto Alegre: EDUC, 2008.

POPPER, K.R. **Conhecimento objetivo**. São Paulo: EDUSP, 1975.

ROWELL, J.A. **Piagetian Epistemology, Equilibration and the Teaching of Science**. Syn-these, v.80, 1989, p.141-162.

SEGURA, D. **Una premissa para el cambio conceptual: el cambio metodológico**. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v.9, n.2, p.175-180, 1991.

VANNUCCHI, A. I. **História e Filosofia da Ciência: da teoria para a sala de aula**. 1996. 131f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências-modalidade Física) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A., ACEVEDO, P. **Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: La comunidad tecnocientífica**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 6 (2), 2001, p.331-363.

VILDÓSOLA-TIMBAUD, X. **Las actitudes de profesores y estudiantes, y la Influencia de factores de aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria**. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona, 2009.

ZENETIC, J. **Física também é Cultura**. 1990. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZIMAN, L. **¿Qué es la ciencia?** Cambridge University Press, Madrid, 2003.