

A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Viviane Briccia do Nascimento¹, Anna Maria Pessoa de Carvalho²

1 Universidade Estadual de Santa Cruz/Departamento de Ciências da Educação, viviane@uesc.br

2 Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo, ampdcarv@usp.br

Resumo

Este trabalho apresenta o resultado de uma ação de pesquisa em escolas públicas da grande São Paulo, através do uso de diversas metodologias de Ensino inovadoras envolvendo o conteúdo de termodinâmica, inclusive textos de história da Ciência, com a intenção de trabalharmos de maneira implícita aspectos de Filosofia da Ciência. A opção por este tipo de ensino se deu pela necessidade de uma alfabetização científica, no sentido de que não é apenas necessário conhecermos conceitos científicos, mas também, de se ter um conhecimento sobre a Natureza da Ciência. Através da aplicação de um texto Histórico sobre calor, obtivemos indícios de que os alunos passam a compreender alguns aspectos importantes sobre o conhecimento científico, sendo eles: A Ciência como Atividade Humana; O Caráter Provisório do mesmo e a construção de uma visão histórica e problemática da Ciência.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Ensino por investigação; Metodologia de Ensino; História e Filosofia da Ciência.

CONTEXTUALIZANDO NOSSA PESQUISA

Professores da escola pública, insatisfeitos com os resultados alcançados com os seus estudantes, passaram a se reunir na Universidade de São Paulo, com a orientação e apoio pedagógico da equipe do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física (LaPEF) e apoio financeiro da FAPESP. Esses professores tinham como objetivo desenvolver um projeto de pesquisa, analisando e refletindo sobre alguns elementos e estratégias de ensino que levassem os alunos a obterem melhores resultados na aprendizagem destes conteúdos.

Tal insatisfação é explicitada pelo grupo de professores em Carvalho et. Al. (1999):

Como professores do Ensino Médio, estávamos insatisfeitos com os resultados em nossos cursos: alunos com dificuldades, que não entendiam a matéria, que não relacionavam com o seu dia-a-dia, que procuravam apenas que fórmula usar para acertar o problema. Buscávamos um modo de, mudando nossa prática, atingir melhores resultados em relação à aprendizagem. (pág. 09)

Os elementos reunidos, analisados e desenvolvidos pelos professores desse grupo, estruturaram inicialmente um curso de termodinâmica para o ensino médio, baseado nas seguintes atividades de ensino:

- a) textos históricos, com a intenção de demonstrar que a Física, como outras Ciências, desenvolveu-se relacionada às diferentes épocas e situações sócio-culturais;
- b) experiências de demonstração investigativa: demonstração de fenômenos envolvendo uma análise investigativa, fazendo que o aluno participe da elaboração do conceito, a partir da investigação e da reflexão (Carvalho et. al; 1999);
- c) atividades de laboratório aberto: um tipo de laboratório em que o aluno participa de todas as etapas: elaboração de hipóteses, plano de trabalho, até elaboração da conclusão, junto com o professor;
- d) questões e problemas abertos: são questões sem respostas “fechadas” onde o grupo de alunos discute e apresenta suas respostas, sempre com base na teoria em questão;
- e) vídeos e *softwares*: uso de novas tecnologias em sala de aula.

Todo esse ensino, esteve idealizado na argumentação, na colocação de problemas, discussões e do trabalho do aluno como ser ativo no seu processo de aprendizagem. Era intenção dos professores, portanto, aproximar tal aprendizagem de um processo de investigação.

A História da Ciência foi introduzida no curso elaborado pelo grupo com a intenção de que os estudantes que participassem desse curso pudessem compreender aspectos importantes sobre o conhecimento científico e, dessa maneira, construísem uma visão mais realista sobre a natureza desse conhecimento. Entre os problemas de ensino encontrados por esses professores, era de conhecimento de todos que as concepções que os estudantes geralmente possuem ou constroem sobre a natureza do conhecimento científico são inadequadas, o que é indicado por um grande número de pesquisas na área de ensino de Ciências (Khalick e Lederman, 2000; Lederman, 1992; Gil-Pérez et al., Gil-Pérez, 1993). Para o grupo:

Não queríamos que o nosso curso tratasse a ciência de uma maneira positivista, como é comumente ensinada nas escolas...procuramos em nossas discussões, na Universidade, e em nossas aulas, apresentar a ciência (neste caso, Termodinâmica) como um processo em que o conhecimento científico é (em sala de aula) e foi (na história da ciência) socialmente construído (Carvalho et al.,1999)

A escolha pela História da Ciência se deu, portanto, baseada nesses argumentos. Esse grupo continua agindo em suas salas e também se reunindo na Faculdade de Educação a fim de analisar os resultados do seu trabalho em sala, isto é, buscar uma reflexão contínua sobre sua prática, além de aprimorar seus saberes, tanto pedagógicos como conceituais, metodológicos e integradores de sua área de atuação (Carvalho e Gil-Pérez, 2001).

Entretanto, quando nos referimos a uma construção de aspectos mais realistas sobre a natureza do conhecimento científico, ou ainda a uma alfabetização científica no sentido de saber sobre a ciência, é necessário primeiramente que possamos responder a uma questão essencial: a que se referem as “concepções mais adequadas ou realistas a respeito da natureza da ciência?”. Para compreendermos tal questão, é necessário que possamos argumentar sobre quais são as concepções atuais da natureza da ciência e do trabalho científico.

Mediante uma investigação realizada para uma pesquisa de mestrado (Nascimento, 2003), fizemos uma análise de tais questões, tendo assim a intenção de apresentar aspectos que seriam importantes ser levados em consideração no ensino, para que estudantes de nível médio pudessem a partir de então construir uma visão fundamentada sobre a natureza da ciência.

Observamos nessa investigação que não há um consenso geral sobre o que é a ciência ou ainda: “não há uma formulação fechada para um conceito de ciência” (Borges, 1996 e Chalmers, 1993). A natureza do trabalho científico é um alvo de debates em que se manifestam divergências entre filósofos da ciência e também entre alguns autores que analisam tais filósofos.

No entanto, algumas características a respeito de tal conhecimento representam um consenso entre tais filósofos, sendo algumas delas: a ciência é uma construção histórica e humana, ou ainda, um conhecimento com perspectivas abertas.

A CIÊNCIA E O ENSINO

Com base nos trabalhos de Gil-Pérez et al. (2001 e 1993); Nascimento (2003) e outros, podemos dizer que as características apresentadas a seguir são necessárias a um ensino que tenha como objetivo o saber sobre a ciência, ou ainda a construção de concepções mais fundamentadas acerca do conhecimento científico.

- i. Não há um método científico fechado, o que vai contra uma visão rígida da ciência, que apresenta no ensino o “Método Científico” como um conjunto de etapas mecânicas.
- ii. A construção do conhecimento científico é guiada por paradigmas que influenciam a observação e a interpretação de certo fenômeno (Borges, 1996; Gil-Pérez et al., 2001; Toulmin, 1977 e Kunh, 2000);
- iii. O conhecimento científico é aberto, sujeito a mudanças e reformulações, e assim foi na história da ciência, portanto, a ciência é um produto histórico;
- iv. É um dos objetivos da ciência criar interações e relações entre teorias, o conhecimento não é construído pontualmente, o que descaracteriza uma visão analítica da ciência muito difundida entre os professores e estudantes;
- v. O desenvolvimento da ciência está relacionado a aspectos sociais, políticos; as opções feitas pelos cientistas muitas vezes refletem seus interesses. A ciência, portanto, é humana, viva. Dessa forma, é necessário que ela seja caracterizada como tal.

ALTERNATIVAS PARA O ENSINO – A HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Uma questão importante a ser analisada é: Como chegar ao ensino dos aspectos apresentados anteriormente? Podemos nos remeter a pesquisas importantes na área de Ensino de Ciências que nos mostram possíveis caminhos para que estudantes dessa disciplina possam construir concepções mais fundamentadas sobre a natureza do conhecimento científico. Trata-se de estratégias de ensino que se utilizem dessa natureza em discussões explícitas e até mesmo implícitas.

Uma tentativa implícita refere-se a um rompimento com o ensino tradicional e, como conseqüência, um rompimento com uma ciência baseada na aplicação de fórmulas, leis prontas e inalteráveis (Krasilchick, 1987).

Alguns dos autores que realizam estudos sobre as concepções dos estudantes, apresentam o uso da história e filosofia da ciência como uma forma de trabalhar explicitamente com estudantes tais concepções.

Para Khalick e Lederman (2000), uma opção pelo uso da história é uma forma de tratarmos sobre a epistemologia da ciência em sala de aula, e ainda aparece grandemente como uma alternativa para o ensino, que visa uma construção de conceitos sobre o conhecimento científico, para os autores:

Os programas devem continuar com tentativas (de melhorar as concepções dos estudantes). Elementos de história e filosofia da ciência e/ou instrução direta sobre a natureza da ciência são mais efetivos em alcançar este fim do que os que utilizam processos fechados ou não reflexivos de atividade.

A História evidencia os períodos em que ocorrem tais crises, rupturas, ou, ainda períodos em que a ciência se desenvolve por acumulação colocando, em ambos os casos, seu caráter “aberto” de evolução. É um erro ensinar ciência como se os produtos dela resultassem de uma metodologia rígida, fossem indubitavelmente verdadeiros e definitivos, assim, pode-se aproximar a idéia de que a Ciência corresponde a uma verdade absoluta. Para Castro (1993):

Encarar a ciência como produto acabado confere ao conhecimento científico uma falsa simplicidade que se revela cada vez mais como uma barreira a qualquer construção, uma vez que contribui para a formação de uma atitude ingênua ante a ciência. Ao encararmos os conteúdos de ciência como óbvios, as diversas redes de construção, edificadas para dar suporte a teorias sofisticadas, apresentam-se como algo natural e, portanto, de compreensão imediata.

Apresentam-se assim, dessa maneira, cada vez mais, barreiras e resistências à compreensão da ciência ou obstáculos epistemológicos. Conforme as idéias de Bachelard (1996):

A evolução das ciências é dificultada por obstáculos epistemológicos, entre os quais o senso comum, os dados perceptíveis ... Para conseguir superá-los, são necessários atos epistemológicos: ruptura com os conhecimentos anteriores, seguidas por sua reestruturação (p.28).

Os textos ou episódios da história da ciência podem ser apresentados contra algumas dessas barreiras, colocando os processos de construção do conhecimento científico de maneira mais clara, favorecendo, portanto, uma ruptura com o senso comum dos estudantes a respeito da construção da ciência. Um exemplo geral e importante do uso da história da ciência está no fato de que esta história apresenta a Ciência como um produto humano e social, que tenta combater, assim, diversas visões descontextualizadas como a visão do tipo elitista, na qual os cientistas são tidos como minorias inatingíveis (Gil-Pérez, 1993).

Conhecer o passado histórico e a origem do conhecimento pode ser um fator motivante para os estudantes, pode fazer com que os estudantes percebam que a dúvida que encontrada por eles para a aprendizagem de um conceito também foi encontrada, em outro momento histórico, por um cientista hoje reconhecido, ou seja, que suas dúvidas estiveram presentes em algum momento na construção de um conceito científico, assim como na sua própria construção. A história da ciência pode ser ainda um importante elemento para levantar discussões acerca do caráter humano na ciência e relacionar a construção da ciência com diversos contextos externos: sociais, políticos, pessoais.

Para Solbes e Traver (2001), a história da ciência pode fazer como que os estudantes:

- i. Conheçam melhor os aspectos da história da ciência, antes geralmente ignorados e, conseqüentemente, mostrar uma imagem da ciência mais completa e contextualizada;
- ii. Valorizem adequadamente processos internos do trabalho científico como: os problemas abordados, o papel da descoberta, a importância dos experimentos, o formalismo matemático e a evolução dos conhecimentos (crises, controvérsias e mudanças internas);
- iii. Valorizem adequadamente aspectos externos como: o caráter coletivo do trabalho científico, as implicações sociais da ciência.

Pois ela própria pode:

- iv. Apresentar uma imagem menos tópica da ciência e dos cientistas;
- v. Melhorar o clima da aula e a participação no processo de ensino aprendizagem;

Gil-Pérez (1986) coloca que o ensino que tenha por objetivo a compreensão de aspectos da natureza da ciência está fundamentado na necessidade de mudanças, sejam elas no campo conceitual ou metodológico, dos próprios professores, para que então possa ser levado aos estudantes. O autor caracteriza esta mudança como uma inserção em um ensino denominado ensino por investigação.

O uso da história da ciência por meio de uma mudança metodológica é, então, uma proposta sólida para o ensino de aspectos da natureza da Ciência.

UMA PROPOSTA PARA O ENSINO

O grupo de professores que citamos na introdução deste capítulo possuía uma intencionalidade ao usar a história da ciência como alternativa para o seu projeto de ensino e também na proposta de ensino por investigação adotada pelo grupo. Como explicitado pelo grupo:

Tínhamos a intenção de demonstrar que a física, assim como todas as Ciências, desenvolveu-se relacionada às diferentes épocas e situações socioculturais e de que forma se deram as construções do conhecimento (Carvalho et. al., 1999).

Dessa forma, os professores possuíam claramente, ao planejar seu ensino, os objetivos que pretendiam alcançar, fossem eles relacionados ao conteúdo inserido pela história, ou mesmo à contribuição da história e filosofia da ciência para tal ensino.

Além dos objetivos colocados anteriormente, para esse grupo, a história da ciência é colocada também como uma estratégia de ensino que envolve aspectos metodológicos. Ou seja, as aulas que envolviam a história da ciência possuíam o objetivo de aproximar-se de atividades de investigação, nas quais, a partir de um trabalho dialógico entre o texto e os estudantes, estabelecem-se a discussão, a argumentação sobre o texto, entre os estudantes e o professor (Carvalho et al., 1999), as aulas se davam inicialmente com a colocação de situações problemáticas abertas e do favorecimento da reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas.

Após análise e reflexão de todas as aulas que foram filmadas e também por sugestão de pesquisadores da área, no trabalho de qualificação, optamos por analisar com maior ênfase as visões de Ciências de estudantes em apenas uma das aulas. Nesta aula o professor utilizou um texto original de História da Ciência, do livro *Source book on physics* (Maggie, 1935 - p. 151-152 e 160-161).

O texto foi apresentado após uma demonstração investigativa sobre o processo de condução nos metais e introduzido com a seguinte questão: Como podemos explicar a propagação de calor que observamos na experiência de demonstração?

Procurávamos sempre iniciar a aula ou a seqüência didática através de questões problematizadoras, tinha-se como pressuposto o pensamento de Bachelard, onde: “Todo conhecimento é resposta a uma questão” (1996).

Utilizamos três métodos distintos para a análise dos dados, sendo eles: (1) a texto original de Rumford; (2) a filmagem de um grupo de estudantes, e, em alguns momentos, a filmagem da interação do professor com toda a sala, do qual selecionamos momentos da aula ou episódios de ensino¹ e (3) os relatos escritos pelos estudantes sobre questões apresentadas após a leitura do texto.

O QUE NOS DIZ A SALA DE AULA

A partir da análise dos momentos em sala, selecionamos alguns episódios de Ensino analisando neles, 3 características sobre o conhecimento científico, criadas a partir de nossa revisão de literatura, sendo elas:

- **A ciência com atividade humana**, ressaltando quais seus interesses, aspectos sociais e relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.
- **O caráter provisório do conhecimento científico**, reconhecendo a existência de crises importantes e remodelações profundas na evolução histórica dos conhecimentos científicos, as limitações dos conhecimentos atuais e as perspectivas abertas. [Chalmers (1993); Borges (1996), entre outros].
- **Visão histórica e problemática da ciência** e da construção do conhecimento, colocando quais os problemas que geraram a construção do conhecimento, as dificuldades, contextualizando-os historicamente (Gil-Pérez, 1993; Solbes e Traver, 2001).

ANALISANDO UMA DAS CATEGORIAS

Como colocado anteriormente, no trabalho que realizamos, analisamos 3 categorias, porém, neste artigo, apresentaremos a análise de apenas uma delas: A Ciência como Atividade Humana. No texto histórico que foi utilizado em sala (Maggie, 1935), Rumford o cientista em questão, apresenta alguns de seus interesses ao trabalhar com a perfuração de canhões e o que o levou a

¹ Os episódios de ensino são definidos por Carvalho (1996), como o momento em que fica evidente a situação que desejamos estudar/analisar.

trabalhar com o conceito de calor. Rumford expõe no texto que sua curiosidade para trabalhar com o conceito de calor se deu a partir do seu envolvimento com o seu trabalho. O trecho abaixo, extraído do texto nos dá evidências de tais interesses:

Estando recentemente encarregado da superintendência de perfuração de canhões, numa oficina de arsenal militar em Munique, fiquei impressionado com o considerável grau de calor que uma peça metálica adquire, em pequeno tempo, sendo perfurada; e com o calor até mais intenso (maior que o da água fervente como comprovei pela experiência) das lascas metálicas originadas pela perfuração.

Quanto eu mais pensava nestes fenômenos mais eles pareciam ser para mim curiosos e interessantes. Uma completa investigação deles parecia, ao mesmo tempo, oferecer uma satisfatória interpretação para a natureza oculta do calor e nos tornar capazes de tecer algumas conjecturas razoáveis em relação à existência ou não de um fluido ígneo: um assunto que há muito tem dividido a opinião dos filósofos.

Após a leitura do texto por todos os estudantes, alguns aspectos foram ressaltados em sala de aula, inicialmente na fala do professor, em relação ao trabalho de Rumford. O professor questiona os estudantes sobre este trabalho, através das seguintes falas:

Professor: “Pessoal, o que é que o Rumford fazia? Trabalhava onde?”

Neste momento, vários estudantes respondem às questões colocadas pelo professor. Um dos alunos diz:

Aluno 3: “Perfuração de canhões”.

A partir desse momento, o professor (P) estabelece questões em que relaciona o trabalho de Rumford a suas observações.

P: E aí, o que foi que ele viu? O que ele achou curioso nesse trabalho?

A2: Que o trabalho da produção de calor...

A2: Que com altas temperaturas era possível tirar lascas do canhão...

A3: “Ele ficou impressionado que uma peça assim de metal adquire mais calor do que...”

A4: “Que o metal se aquecia... É... É que a temperatura aumentava [gesticulando]...”.

Nos diálogos apresentados anteriormente, os estudantes explicitam alguns dos interesses que se apresentam por trás do conhecimento científico, relacionando-o ao trabalho do próprio cientista: a perfuração de canhões e, a partir deste trabalho, as dúvidas e questionamentos que se apresentam. A ciência apresentada pelo texto é reconhecida

pelos estudantes em suas falas está vinculada aos interesses pessoais do próprio cientista (Matthews, 1994), ressalta o papel do inesperado, da dúvida e da criatividade (Gil-Pérez, 1993 e 2001) e também do momento histórico e social a qual este episódio está inserido, fugindo assim de uma ciência baseada em um método rígido ou um conjunto de etapas baseadas em um controle quantitativo rigoroso.

A maneira de professor e alunos apresentarem o conhecimento científico em suas falas está inserida em um contexto que pode levar ao alcance de um objetivo maior: apresentar a ciência como uma atividade humana. Descaracterizando assim uma visão elitista, inacessível ou ainda uma imagem individualista do próprio cientista que são visões de senso comum, em que o cientista aparece como um gênio isolado cujo único interesse é a ciência (Gil Pérez, 2001 e Matthews, 1994).

Temos ainda algumas evidências desse reconhecimento da ciência em seu aspecto humano, nos textos produzidos pelos estudantes, como respostas a questões colocadas pelo professor referentes ao texto. Selecionamos alguns trechos nos quais aparecem tais evidências em relação a uma questão apresentada, sendo ela: Como o trabalho com os canhões auxiliou Rumford a discordar do modelo do calórico?

“Com a perfuração dos canhões Rumford começou a observar o calor que estava contido nas lascas de metal que saía na perfuração e formulou uma tese de que aquele processo não poderia ser um calórico, porque o modelo calórico é uma substância quente que passa para mais fria ao metal utilizado ambos eram frios”.

“Vendo a furadeira perfurando o canhão surgiu a dúvida: de onde vinha o calor produzido, assim ele começou a duvidar da teoria do calórico. Já que tanto o canhão como a broca estavam a temperatura ambiente” (grifos nossos)

Tais falas evidenciam uma relação humana do trabalho do cientista. O processo de escrita destaca também o foco dos estudantes em alguns pontos importantes do texto. Mais adiante, o professor voltou a focar as dúvidas e a construção do conceito de calor, não sendo este o objetivo principal neste momento.

Conclusões do trabalho

A análise da aula filmada e o uso do texto histórico, aliado aos aspectos apresentados inicialmente neste texto, nos deram evidências de que o uso de textos históricos valoriza o ensino e a aprendizagem de aspectos que caracterizamos como componentes básicos da alfabetização científica (Khalick e Lederman, 2000), pois, a utilização da história da Ciência, através de uma leitura aberta, nos fornece indícios de que os alunos reconhecem alguns dos caminhos que geraram a evolução do conceito de calor e as características próprias do conhecimento científico conforme expusemos anteriormente. Os alunos discutem com o professor e também trocam idéias em grupo, o que nos mostra que as questões trouxeram motivação: mesmo longe do professor, o grupo analisado continuou a discutir sobre o problema.

Pudemos observar também nos relatos e nas transcrições das aulas que o trabalho em grupo foi gerador de discussões, as quais são importantes no processo de socialização dos estudantes; temos nesses episódios oportunidades de conversação e argumentação que, segundo diversas pesquisas, auxiliam os procedimentos de raciocínio e habilidade dos alunos para compreenderem os temas propostos (Carvalho et. al. 1999). Houve então, uma visualização de objetivos maiores no ensino não somente relacionado a conteúdos específicos da Ciência, mas também de atitudes, métodos e habilidades tão importantes quanto os mesmos.

Finalmente, esse trabalho nos trouxe a oportunidade de discussões epistemológicas e de mudanças atitudinais em sala. Se procurarmos caminhos para um ensino de aspectos mais adequados sobre a natureza do conhecimento científico, vimos com esta pesquisa que a história da Ciência, envolvendo uma perspectiva investigativa é, sem dúvida, um deles.

Referências Bibliográficas

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: Uma contribuição para a psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BORGES, M.R.R. *Em debate: Cientificidade e Educação em Ciências*. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS: ensino médio / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC, SEMTEC, 1998.

CARVALHO, A.M.P. O Uso do Vídeo na tomada de dados: Pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula. *Pró-posições*. Vol. 7, nº 1[19], 5-13, março de 1996.

CARVALHO, A.M.P.; GIL PÉREZ, D. O Saber e Saber Fazer dos Professores. In.: Castro, A.D. e Carvalho, A.M.P *Ensinar a Ensinar: Didática para a escola fundamental e média*. São Paulo: Pioneira Thonsom Learning, 2001.

- CARVALHO, A.M.P.; SANTOS, E.I.; AZEVEDO, M.C.P.; DATE, M.P.S.; FUJII, S.R.S.; NASCIMENTO, V.B. *Termodinâmica: um Ensino por Investigação*. São Paulo: FEUSP, 1999.
- CASTRO, R.S. *História e epistemologia da ciência; Investigando suas contribuições Num Curso de Física de Segundo Grau*. Dissertação de Mestrado Apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- CHALMERS, A. F. *O Que é Ciência, Afinal?* São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.
- 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*, 11(2), p. 197-212, 1993.
- GIL-PÉREZ, D. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias*, 4(2), p. 111-121, 1986.
- GIL PÉREZ, D. et. al. Para uma Imagem Não Deformada do Trabalho Científico. *Ciência e Educação*, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.
- KHALICK, ABID-EL e LEDERMAN, N.G. Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, vol. 22, nº 7, pp. 665-701, 2000.
- KRASILCHICK, M. *O professor e o currículo de Ciências*. São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.
- KUHN, T. S. *A estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva, 2000.
- LEDERMAN, N.G. Students and Teachers Conceptions of de Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 29, nº 4, pp. 331-359, 1992.
- MAGGIE, W.F. *A Source Book on Physics*. New York and London: McGraw-Hill Book Company, 1935.
- MATTHEWS, M.R. *Science Teaching – The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge, 1994.
- MOREIRA, M.A. e OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.10, n.2, 106-117, 1993.
- NASCIMENTO, V.B. *Visões de Ciência e Ensino por Investigação*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Educação USP, 2003.
- SOLBES, J. e TRAVER, M. Resultados Obtenidos Introduciendo Historia de la Ciencia en las Clases de Física y Química: Mejora de la Imagen de la Ciencia y Desarrollo de Actitudes Positivas. *Enseñanza de las Ciencias*. 19(1), 151-162. 2001.
- TOULMIN, S.T. *La comprensión humana*. Alianza Editorial. Madrid, 1977.