
HISTÓRIA DA CIÊNCIA E NATUREZA DA CIÊNCIA: DEBATES E CONSENSOS⁺*

Anderson Vilas Boas

Instituto de Física – Universidade Federal de Alagoas
Maceió – AL

Marcos Rodrigues da Silva

Departamento de Filosofia – Universidade Estadual de Londrina

Marinez Meneghello Passos

Departamento de Matemática – Universidade Estadual de Londrina

Sergio de Mello Arruda

Departamento de Física – Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR

Resumo

*Desde pelo menos a década de sessenta do século passado, tem-se debatido acerca da necessidade da inserção de história da ciência nos currículos de disciplinas científicas. O ponto principal do debate dizia respeito à formação técnica dos cientistas, e ele chegou a um impasse argumentativo na década seguinte, em que tanto favoráveis quanto contrários à inserção pareciam ter bons argumentos para defender sua posição. Porém, desde o surgimento de *Science Teaching*, de Michael Matthews, em 1994, a argumentação a favor da inserção de história da ciência no ensino de disciplinas científicas tem sido conduzida a partir da importância conferida ao esclarecimento da natureza da ciência. Esta alteração do nível de debate permitiu aos defensores da inserção de história da ciência mostrar que a discussão não diz respeito apenas à forma-*

⁺ History of Science and Nature of Science: controversies and agreements

^{*} *Recebido: novembro de 2012.
Aceito: maio de 2013.*

ção técnica do cientista, mas ao entendimento de ciência por parte dos cientistas. Este artigo pretende, em primeiro lugar, apresentar um resumo desta discussão. Em seguida, temos por objetivo mostrar que o desfecho desta discussão promoveu na literatura sobre ensino de ciências no Brasil, no período entre 1996 e 2010, um consenso acerca da importância da inserção da história da ciência. Para isso apresentamos um levantamento bibliográfico de alguns periódicos nacionais, levantamento este que nos permite concluir acerca da inexistência de argumentação contrária à importância da discussão sobre a natureza da ciência. Por fim, retomamos a discussão inicial e mostramos, a partir do levantamento bibliográfico, que, ao contrário da discussão inicial sobre inserção de história no ensino – que abrigava tanto defensores quanto adversários –, a discussão sobre a natureza da ciência é marcada pelo consenso a respeito de sua importância.

Palavras-chave: *História da Ciência. Natureza da ciência. Thomas Kuhn. Michael Matthews.*

Abstract

*Since at least the sixties of last century, there has been an on-going debate about the need to insert the History of Science in the curriculum of scientific subjects. The main point in the debate was related to the scientists' technical formation, and an argumentative dilemma was raised in the following decade presenting a result in which both those for and those against the insertion had good argumentation to support their opinion. Nevertheless, since the appearance of *Science Teaching*, by Michael Matthews, in 1994, the argumentation in favor of the insertion of the History of Science in the teaching of scientific subjects has been conducted based on the importance given to the clarification of the Nature of Science. Such alteration on the level of the debate allowed the defenders of the insertion of the History of Science to show that the discussion does not relate only to the scientist's technical formation, but also to the understanding of Science by scientists. The present article aims, firstly, at presenting a summary of the discussion mentioned. Then, our goal is to show that the closing of*

the discussion promoted in the literature on the teaching of Science in Brazil, between 1996 to 2010, a consensus about the importance of the insertion of the History of Science. So, we are presenting a bibliographical survey on some national journals; such survey allows us to conclude on the inexistence of argumentation against the importance of the discussion on the Nature of Science. Finally, we retake the initial discussion and show that, based on the bibliographical survey, contrary to the initial discussion about the insertion of the History of Science in teaching, which held both defenders and oppositionists, the discussion about the Nature of Science is marked by the consensus concerning its importance.

Keywords: *History of Science. Nature of Science. Thomas Kuhn. Michael Matthews.*

I. Introdução

Um subtítulo representativo para essa introdução seria: ‘*Um argumento contra a inserção de história da ciência no currículo de ciências*’. É ligeiramente perturbador o fato de que Thomas Kuhn, emérito defensor do estudo da história da ciência para a compreensão das ciências, tenha se revelado um intransigente opositor do uso da história da ciência em cursos de formação científica (SIEGEL, 1979, p. 111). Então é importante, desde já, estabelecer com cuidado a relação de Kuhn com a história da ciência e com suas possíveis adoções.

Em primeiro lugar, e partindo de vários estudos sobre a importância da história da ciência, Kuhn enfatizou uma forma de estudos históricos sobre a ciência: a história não seria simplesmente um registro de fatos científicos. Para que tivesse a função de nos auxiliar a compreender o desenvolvimento científico, a história deveria ser escrita a partir de uma estrutura categorial que apontaria as complexidades da produção científica. Os tradicionais relatos de experiências cruciais, de momentos de genialidade teórica etc., deveriam ceder espaço para outros relatos que focariam, por exemplo, não no experimento, mas no laboratório que sediou o experimento, e por que o fez. Do mesmo modo, deixa-se de lado o cientista genial e se procura avaliar a comunidade da qual o cientista fazia parte: se era uma comunidade generosa ou hostil etc. Assim, Kuhn tornou (em conjunto com outros pensadores) a história da ciência um campo importante, porém complexo – uma especialidade enfim.

Em segundo lugar, por conta da natureza de especialidade antes referida, Kuhn defendeu a autonomia dos estudos historiográficos a respeito da ciência.

Em terceiro lugar, a história da ciência deve ser parte de qualquer tentativa de compreensão filosófica ou sociológica acerca da ciência. Em suma, entender a ciência – sua dinâmica, seu desenvolvimento – é uma atividade intelectual que exige a presença de uma história da ciência.

Dados estes três elementos, voltamos ao parágrafo que abre esta seção: de que modo um autor que enfatizou tanto a importância da história da ciência pôde ser tão categórico em sua contrariedade quanto ao seu uso no ensino de ciências?

Para compreender esta contrariedade não podemos nos esquecer da relação entre a pedagogia da ciência de Kuhn e um aspecto fundamental da concepção de ciência de Kuhn. É bem conhecido o fato de que Kuhn defende uma forma de dogmatismo na prática da ciência; isto se deve, principalmente, ao fato de que a compreensão da natureza é uma tarefa altamente complexa e exige um exercício de seletividade – compreender os fenômenos a partir de um enfoque em detrimento de outros possíveis (KUHN, 1995, p. 45). Sendo assim, a este dogmatismo prático deve corresponder uma forma de dogmatismo pedagógico: o ensino não deve privilegiar outros enfoques, especificamente aqueles já descartados pelos cientistas ao longo da história (KUHN, 1995, p. 176). O treinamento dos cientistas exige o esquecimento de práticas científicas descartadas ao longo da história.

Antes de prosseguirmos, vamos apurar, do que já foi discutido, um primeiro resultado: a história da ciência, na forma defendida por Kuhn (expressa em uma historiografia sofisticada), é *para* historiadores da ciência, filósofos da ciência e sociólogos da ciência. Não é a história para cientistas.

Cientistas, em seu período de educação científica, devem receber sua educação a partir dos manuais, dos exemplares práticos ali contidos e por meio da linguagem atualizada do campo de estudos para a qual está a se preparar com a finalidade de ingressar como membro de uma comunidade. Neste período de formação, o estudante não deve ser ensinado sobre a história de seu campo, pois seria investido tempo em algo que já foi descartado por gerações inteiras de cientistas. Dada como já vista a complexidade da natureza: por que suscitar dúvidas quanto à efetividade do modo atual de se fazer ciência? Pois, se você é um *estudante de ciências* que, por alguma razão, frequentou um curso kuhniano de *história da ciência*, talvez você se pergunte: por que Lavoisier e não a química do flogisto? Por que Galileu e não Aristóteles? A situação ficará ainda pior se você não apenas frequentou o curso de história da ciência, mas estudou com profundidade as mudanças da física de Aristóteles para Galileu, e do flogisto para a nova química de

Lavoisier. Se você fez isto a partir de categorias kuhnianas, talvez você fique em dúvida acerca da legitimidade epistemológica destas mudanças.

Entretanto, argumenta Kuhn, cientistas (talvez da mesma forma que outras pessoas) gostam de saber que pertencem a uma tradição; logo, eles devem saber que fazem parte da história. Mas qual história seria esta? Para Kuhn, a história que deve ser inserida neste momento de formação dos cientistas é uma história de um tipo não kuhniano, uma história que enfatize os heróis da ciência, *porém não suas obras* (já descartadas ao longo do tempo). Além disso, prossegue Kuhn, todos precisam de heróis.

Ou seja: um físico, no início do século XX, trabalhando com teoria atômica da matéria, estaria resolvendo problemas que já haviam perturbado a mente de homens como Demócrito que, há dois mil e quinhentos anos, também se preocupava com átomos. A este físico, portanto, seria apresentada a história (de modo não kuhniano) de Demócrito, enfatizando a similaridade entre o seu problema de investigação e o problema em que trabalha o nosso físico atomista citado como exemplo.

Entretanto, prossegue Kuhn, esta aproximação só pode ser feita de uma maneira: omitindo a obra de Demócrito; pois, se o estudante do século XX fosse apresentado à obra de Demócrito, talvez ele não reconhecesse tantas similaridades; talvez, por exemplo, ele descobrisse que Demócrito não é um predecessor da teoria atomista etc. Talvez ele descobrisse, no final das contas, que esta tradição nunca existiu. Para Kuhn, ela na verdade é um mito. Mas deve existir em cursos de introdução histórica, simplesmente, pelo fato de que cumpre uma função pedagógica importante.

Mas Kuhn não se detém nesta função pedagógica inicial. Para ele, além do que foi exposto, existe uma razão adicional para a não inserção de história da ciência na formação do aprendiz de ciência. Uma das consequências da obra de Kuhn foi o questionamento (a princípio, não desejado pelo próprio Kuhn) à racionalidade do processo de desenvolvimento da ciência (HACKING, 2012, p. 68). O ponto é claro: adentrar à história da ciência é se deparar com situações reais de escolhas científicas que nem sempre obedeceram à metodologia da pesquisa científica que, de acordo com o senso comum, seria adotada pelos cientistas. A história da ciência nem sempre revela a presença de experimentos cruciais, de atendimento ao rigor do método científico etc. Considerando que a história da ciência revela a realidade da prática científica, e como esta realidade nem sempre corresponde ao ideal pretendido, uma pergunta é colocada: ainda valeria a pena inserir história da ciência em cursos de formação dos cientistas?

Stephen Brush, em um artigo de título provocante – “Should the History of Science Be Rated-X?” (1974) –, respondeu de forma taxativa à pergunta acima: diante do que a história da ciência revela, ela não deve ser inserida.

De acordo com Brush, a introdução histórica é produzida de modo a fornecer aos estudantes fatos, técnicas, atitudes corretas e uma metodologia geral (BRUSH, 1974, p. 1.164); além disso, é imprescindível enfatizar a importância da experiência, pois é nesta categoria que reside o que há de mais essencial ao cientista (BRUSH, 1974, p. 1.164). Cientistas – argumenta Brush – gostam de pensar em si próprios como empenhados em descobertas de aspectos essenciais da natureza (BRUSH, 1974, p. 1.170); gostam de pensar que estão enfrentando o dogmatismo das teorias via experimentação rigorosa; na verdade – replica Brush – estão apenas realizando operações de rotina (BRUSH, 1974, p. 1.170).

O ponto central da argumentação de Brush é a questão filosófica da precedência da teoria sobre a experimentação; ele está bastante atento (BRUSH, 1974, p. 1.166), sobretudo, aos detalhes da nova historiografia a respeito de Galileu, especialmente aos estudos de Alexandre Koiré e Paul Feyerabend. Para Brush, isto significa uma apreciação dos méritos teóricos dos empreendimentos científicos, o que resultaria em uma mudança de imagem científica: a experimentação não possuiria a autonomia desejável para poder se concluir que a ciência é objetiva (no sentido de um retrato fiel da realidade). Assim, repassar os resultados desta nova historiografia para os aprendizes teria o efeito de confundir-los, pois o Galileu retratado por Feyerabend (FEYERABEND, 2009, p. 133; FEYERABEND, 1989, p. 165) não é o mesmo Galileu heroico que aparece nos manuais historiográficos menores.

Todavia, retornemos a Kuhn. No meio de sua defesa de uma historiografia menor para a formação dos cientistas, Kuhn utiliza o termo “distorção” (KUHN, 1995, p. 176). A discussão que isto gerou e como ela foi solucionada no campo do ensino de ciências ocupam a próxima seção deste artigo.

II. Réplica ao argumento Kuhn-Brush

É quase natural, atualmente, nos inclinarmos a uma posição contrária ao argumento Kuhn-Brush. Esta inclinação recebe um suporte nada desprezível se aceitamos, por exemplo, as razões elencadas por Michael Matthews, em seu clássico *Science Teaching* (1994), para inserirmos não apenas história da ciência no ensino, mas história da ciência e filosofia da ciência. Apesar de bem conhecida, vale a pena repassar a lista de Matthews (1994, p. 49-53):

a) Promoção da compreensão acerca da natureza da ciência; aqui se alerta para a importância da filosofia da ciência na compreensão da ciência, com tópicos como: “metodologia científica”, “empirismo”, “realismo”, “caracterização de leis científicas”, “métodos de verificação”, “problema da indução”, “continuismo”, “mudança conceitual” etc.;

b) Compreensão de forma mais adequada dos conceitos e métodos científicos: diferentemente do caso para a compreensão de instituições sociais com as quais estamos mais familiarizados (partidos políticos, governos, leis etc.), a instituição social que denominamos “ciência” nem sempre é avaliada em uma perspectiva histórica; contudo, abordar o conhecimento científico a partir de sua história promoveria uma compreensão mais ampla dos conceitos e métodos científicos, uma vez que estes possuem igualmente uma biografia;

c) Ênfase da importância intrínseca da história da ciência; deveria fazer parte da formação do estudante a compreensão da história da ciência;

d) Desmascaramento do dogmatismo e cientificismo dos manuais; aqui se admitiria, por exemplo, o caráter social da ciência;

e) Humanização da ciência por intermédio da história; por exemplo, apresentando idiosincrasias pessoais dos cientistas e os embates científicos que ocorrem na sua comunidade;

f) Enfoque da interdisciplinaridade científica; a conexão entre as disciplinas científicas.

De fato, a lista de Matthews foi pretendida como uma réplica a argumentos tipo Kuhn-Brush. Ou seja: os problemas colocados por Kuhn e Brush seriam, no cálculo, menos importantes do que aquilo que se obteria ao introduzir história da ciência no ensino. Não seria necessário distorcermos a história da ciência, uma vez que contar aos iniciantes a história real faria com que compreendêssemos de modo ainda mais adequado a ciência. Assim, contar a história real faria com que nos deparássemos com a *natureza da ciência*: aquilo que a ciência é.

O que nos importa assinalar aqui é que Matthews *não* responde aos argumentos Kuhn-Brush; ele se restringe a mostrar a pertinência da inserção de história da ciência em função dos dividendos extraídos da inserção; mais do que isso: Matthews *pressupõe* a existência desses dividendos. Nada é dito a respeito dos fundamentos desse pressuposto. Claro, como vimos, há uma lista. Porém, os itens da lista não recebem, igualmente, fundamentação. Não se sabe, por exemplo, o que Matthews entende por “dogmatismo”; do mesmo modo, não se discute o ponto do dogmatismo de modo mais aprofundado – o que talvez fizesse o autor revelar que alguma dose de dogmatismo na ciência é sempre necessária etc.

Na seção seguinte apresentamos um levantamento bibliográfico da literatura brasileira sobre o tema ‘natureza da ciência’. Este levantamento cobriu também um exame sobre o tema da inserção de história da ciência. Notaremos que, após o estabelecimento das teses de Matthews, não ocorre o debate entre contrários e favoráveis à inserção de história da ciência no ensino de disciplinas científicas. As alegações favoráveis sintetizadas de forma magistral por Matthews, simplesmente, se estabeleceram paradigmaticamente e nossa função – enquanto pesquisadores em ensino de ciências preocupados com o problema da história da ciência no ensino – passou a ser a de saber *como* se daria esta inserção. Contudo, por que isto ocorreu? Por que hoje em dia torna-se quase inviável recolocar o debate? Apresentamos aqui uma hipótese que será desenvolvida nas próximas duas seções deste artigo: *pelo fato de que foi assumida (como vimos), a importância da existência de discussões referentes à natureza da ciência no ensino de ciências*¹. Note-se que não é mais o caso de saber se deve ou não haver inserção de história da ciência, mas é imperativo que cientistas tenham clareza do significado de sua atividade. Ora, não é possível que esta clareza seja obtida sem alguma forma de recurso à história da ciência; logo, não é possível que o ensino de ciências seja produzido sem alguma forma de história ou, no mínimo, sem o pressuposto da história. Pois, imaginemos que, alunos de um curso de graduação aprendam, por exemplo, que a ciência é carregada de valores. De que modo este curso seria possível sem a exemplificação histórica? Visto que, se afirmamos que a ciência não é livre de valores (e com isso estamos dizendo que cientistas escolhem), precisamos instanciar tal afirmação; tais instâncias só estão presentes na história da ciência.

Não estamos argumentando aqui no nível da prática científica; permanece em aberto saber se uma abordagem histórica capacitaria o aluno a compreender de modo mais adequado conceitos, leis, experimentos, metodologia, linguagem científica etc. Ao invés, a argumentação é acionada para o nível do entendimento da natureza da ciência. Assim, a argumentação contrária não é mais a de não inserir história, mas a de não esclarecer a natureza da ciência. Esta opção não está disponível na literatura, como veremos a partir de agora.

Porém, antes de passarmos à seção seguinte, façamos mais dois esclarecimentos. Em primeiro lugar, quando se fala de “consenso”, se emprega este termo

¹ Não se pretende, é claro, sugerir que tal encaminhamento da discussão seja fruto exclusivamente das contribuições de Matthews, mas apenas situar o leitor em uma referência bastante conhecida. Como o próprio artigo de Matthews apresenta, e também como foi muito bem apontado por um parecerista anônimo, o tema da natureza da ciência é bastante antigo e seu significado epistemológico é profundo para o ensino de ciências.

apenas para referir a uma concordância a respeito da orientação geral fornecida por Matthews, e não para denotar uma concordância dos autores em todos os aspectos da discussão. O que se quer dizer aqui é que, ao contrário do debate a respeito da inserção de história, a oposição virtualmente não existe. Em segundo lugar, estamos trabalhando, neste artigo, apenas com Matthews; e isto se dá pelo fato de que não estamos, neste artigo, discutindo os fundamentos e desdobramentos do conceito de natureza da ciência; e por isso não estamos utilizando outros autores fundamentais para esta discussão.

III. A análise textual discursiva

Em levantamento recente realizado por Vilas Boas (2012), constatou-se, em periódicos nacionais de ensino de ciências, a presença da discussão sobre a natureza da ciência. Esta pesquisa realizada por Vilas Boas (2012), cujos resultados que interessam à discussão deste artigo serão apresentados a seguir, teve como base metodológica a Análise Textual Discursiva (ATD), conforme apresentada por Moraes & Galiazzi (2007).

A ATD é uma metodologia analítica que se situa entre os extremos da Análise de Discurso e da Análise de Conteúdo, diferindo-se destas apenas em grau e intensidade de suas características, mas não em qualidade². A ATD é entendida como um processo auto-organizado e não linear, cujos procedimentos formam um ciclo fechado em forma de espiral, onde cada ciclo não representa um retorno ao ponto inicial, mas sim um avanço, em profundidade, ao material analisado. A primeira etapa do ciclo, a *unitarização*, consiste em fragmentar os textos, assumidos como significantes aos quais se precisam atribuir significados³. A *categorização*,

² Não vem ao caso, para este artigo, detalhar as diferenças entre Análise de Conteúdo, Análise de Discurso e Análise Textual Discursiva. Uma comparação entre estes métodos pode ser vista no capítulo 6 da obra de Moraes & Galiazzi (2007, p. 139-161).

³ Estamos assumindo, para os vocábulos *significante* e *significado*, as mesmas definições adotadas por Passos (2009): significado – aquilo que uma língua expressa acerca do mundo em que vivemos, acepção, conceito, noção; significante – imagem acústica que é associada a um significado em uma língua, para formar o signo linguístico (signo linguístico: designação comum a qualquer objeto, forma ou fenômeno que remete para algo diferente de si mesmo e que é usado no lugar deste em uma série de situações, por exemplo, a balança, significando a justiça; uma faixa oblíqua, significando proibido). Para tais definições tomamos como fonte os dicionários eletrônicos – Houaiss 1.0 e Aurélio 3.0. (PASSOS, 2009, p. 20). E assim também estamos considerando, para o vocábulo *sentido*, à maneira como o faz Vygotsky, que enquanto o significado consiste em um *núcleo relativamente estável de*

segunda etapa do ciclo, diz respeito ao reagrupamento das unidades em grupos/categorias de sentidos, de maneira indutiva, dedutiva ou intuitiva, e à redação de textos que explicitem tais sentidos alcançados pela interpretação das unidades. A última etapa do ciclo, *captação do novo emergente*, representa o investimento do pesquisador em comunicar sua nova e renovada compreensão do fenômeno investigado, a partir da reflexão e análise crítica ao processo como um todo.

A seguir, apresentamos a parte da pesquisa de Vilas Boas (2012), que é pertinente para a discussão que este artigo se propôs a fazer. Para o leitor que desejar maiores detalhes e aprofundamento a respeito do método da ATD, sugerimos a obra de Moraes & Galiazzi (2007).

IV. A constituição do corpus⁴

Para delimitar o conjunto de revistas que foram analisadas, foi utilizada a classificação do Qualis – o sistema de avaliação e qualificação de periódicos – utilizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

No momento em que esta pesquisa teve início (no segundo semestre de 2010), a última listagem de avaliação do Qualis era a do ano de 2008. O critério de seleção foi o seguinte: a) revistas nacionais; b) da área de Ensino de Ciências; c) cuja avaliação no Qualis da área 46 da Capes (Ensino de Ciências e Educação Matemática) fosse igual ou superior ao conceito B1 (ou seja, revistas avaliadas com os conceitos A1, A2 e B1).

Levando em consideração esses critérios, nosso acervo inicial foi constituído por 9 (nove) periódicos, relacionados na sequência juntamente com os códigos que atribuímos a cada um deles: *Ciência & Educação* (cujo código dado foi C&E); *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências* (EPEC); *Investigações em Ensino de Ciências* (IENCI); *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* (RBPEC); *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (CBEF); *Cadernos de Pesquisa* (CdP); *Química Nova na Escola* (QNE); *Revista Brasileira de Ensino de Física*

compreensão da palavra, compartilhado por um grupo grande de pessoas, o sentido é particular, dependente do contexto do uso da palavra e remete às *vivências afetivas do indivíduo*, ou seja: *o sentido da palavra liga seu significado objetivo ao contexto de uso da língua e aos motivos afetivos e pessoais de seus usuários* (OLIVEIRA, 1993, p. 50, *apud* PASSOS, 2009, p. 20, assinalamentos da autora).

⁴ É o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos (BARDIN, 2004, p. 90).

(RBEF) e *Revista Brasileira de História da Ciência* (cujo nome, até 2008, era *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, motivo que nos levou a dar ao periódico o código SBHC).

Devido à opção metodológica de trabalhar unicamente com os volumes completos das revistas, foram selecionados os artigos publicados até o ano de 2010 (visto que a coleta foi finalizada em meados de 2011).

Por considerarmos Matthews (1995) um importante referencial sobre o tema desta pesquisa, os artigos selecionados compreendem um período iniciado em 1996, ano seguinte à publicação da versão em português de seu influente artigo. A escolha deste ano como deflagrador do limitante de busca também nos permite trabalhar com um período de 15 anos, o que torna possível algumas acomodações e agrupamentos, quando pensamos em interpretações cronológicas distribuídas aos quinquênios ou aos triênios.

Outra consideração importante se refere ao fato de que todas as revistas pesquisadas possuíam hospedadas em seus endereços eletrônicos versões digitais (formato *pdf*) de todos os artigos publicados⁵ (para o período considerado), o que, como será visto adiante, foi fundamental para as duas primeiras etapas do processo de seleção dos artigos.

No Quadro 1, descrevemos algumas informações relativas ao acervo constituído. Nele podem ser observados nome e sigla do periódico e a quantidade de artigos presentes nesses periódicos no período considerado para a pesquisa.

Considerando os temas focados nesta investigação – Ensino de Ciências, História e Filosofia da Ciência e Natureza da Ciência – e diante de um acervo de 3164 artigos, tornou-se inviável a leitura de todos os artigos para selecionar quais abordavam um dos três temas.

Foi necessária então a criação de um sistema de seleção dos artigos que pudesse tornar ágil nossa busca. A primeira opção foi selecionar os artigos por suas palavras-chave e/ou a leitura de seus resumos, contudo, uma grande quantidade de artigos não possuía estes elementos estruturantes⁶. Diante disso, uma segunda opção foi considerada: selecionar os artigos pelo título. Porém a fragilidade desta

⁵ Com exceção dos volumes de número 1 a 4 da revista *Ciência & Educação*, que não estavam no *site* da revista e não foram encontrados em outros *sites* da internet pela ferramenta de busca *Google*, e por este motivo não fizeram parte do acervo inicial desta pesquisa.

⁶ Percebemos que, a partir de 2003, quase todas as revistas pesquisadas passaram a ter resumos e palavras-chave em seus artigos, sendo que, antes disso, apenas algumas continham tais elementos.

conduta no que diz respeito a inferir sobre o conteúdo de um artigo observando unicamente o título, nos fez desistir de antemão do movimento.

Quadro 1 – Periódicos e total de artigos publicados entre 1996 e 2010.

Nome da Revista (Sigla)	Quantidade de artigos⁷
Ciência & Educação (C&E)	339
Ensaio: Pesquisa e Educação em Ciências (EPEC)	163
Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)	229
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	197
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)	355
Cadernos de Pesquisa (CdP)	477
Química Nova na Escola (QNE)	391
Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)	911
Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC)	102
Total de artigos do acervo	3164

Após alguns ensaios metodológicos, optamos por trabalhar com filtros que não se esgotavam em uma única etapa. Aproveitando o fato de que estávamos diante de um acervo completamente digital, preferimos utilizar alguns recursos / ferramentas da informática para selecionar os artigos.

Lembrando que os temas focados eram Ensino de Ciências, História e Filosofia da Ciência e Natureza da Ciência e que as revistas eram da área de Ensino de Ciências, consideramos que esse primeiro tema poderia ficar fora da busca textual que faríamos com algumas ferramentas apropriadas. Portanto, a exploração do acervo em busca dos artigos que fizeram parte desta pesquisa teve como deflatores de busca as expressões História e Filosofia da Ciência (HFC) e Natureza da Ciência (NdC). Isso foi realizado em três etapas, que serão descritas na continuidade.

⁷ Nesta pesquisa, não fazem parte deste total os textos publicados nas seções de “comunicações”, “erratas”, “carta ao editor”, “notas”, “informes”, “resenhas”, “encartes”, “pense e responda”, e outras deste mesmo gênero, que tratam de assuntos outros que não resultados de pesquisas. Também não foi considerada, nesta contagem, a “edição especial” do volume 21 da revista CBEF, por se tratar de uma republicação de artigos já publicados anteriormente na mesma.

Na primeira delas, a ideia inicial foi procurar no texto (em *pdf*) dos artigos as expressões *história da ciência e filosofia da ciência*, de modo que todos os artigos que possuísem tais expressões seriam selecionados com este filtro. Porém, havia alguns problemas que não conseguíamos transpor, a ferramenta de busca textual dos *softwares* utilizados para abrir os arquivos em formato *pdf*, em muitos casos, não reconhecia a acentuação das palavras (prejudicando a localização de *ciência e história*); outra questão que se colocava era que as expressões poderiam estar apresentadas de várias formas, entre elas, história e filosofia da ciência; história, filosofia e sociologia da ciência; filosofia e história da ciência; a ciência e sua história etc., de modo que a busca por cada uma delas (por meio de um filtro) se tornaria muito demorada.

Somente depois de todas essas opções testadas, surgiu a determinação do que foi colocado em prática: constituir um filtro que considerasse os radicais linguísticos das palavras que compunham nossos temas – *hist* para história e *filo* para filosofia (ou *philo*, no caso de artigos em inglês). A partir do momento em que fosse localizado pelo menos um desses radicais o artigo já estaria selecionado para uma primeira leitura que nos remetia à busca de um contexto – ‘estar diretamente relacionado à *ciência*’. Caso isso fosse um fato, o artigo seria selecionado para compor o *corpus* da pesquisa.

Apresentamos, no Quadro 2, trechos de alguns artigos que fizeram com que fossem selecionados nesta etapa.

Esses procedimentos permitiram que dos 3164 artigos iniciais selecionássemos 698 deles, que passaram a ser o nosso *corpus* provisório para este desenvolvimento.

A segunda etapa de seleção dos artigos foi sustentada sobre a temática Natureza da Ciência (NdC) e o novo filtro foi aplicado somente sobre os 698 artigos selecionados na primeira etapa. A busca, então, fazendo uso da mesma ferramenta da fase anterior, foi feita com a palavra *natureza* (ou *nature* para os artigos em inglês, ou *naturaleza* para os artigos em espanhol), da mesma forma que antes, após a identificação do artigo, realizávamos sua leitura buscando pelo contexto – ciência.

No Quadro 3, apresentamos uma exemplificação de trechos de alguns dos artigos selecionados.

Quadro 2 – Fragmentos de artigos que exemplificam a primeira fase de seleção.

Fragmento do texto que justifica o artigo ter sido selecionado	Artigo
“Desde campos como el de la Historia y sobre todo la Sociología de la Ciencia se sostiene posiciones [...]” (p. 156)	C&Ev07n2a2001p155-168 ⁸
“[...] ensinar e aprender Física, é ao mesmo tempo adquirir conhecimentos científicos históricos e socialmente construídos [...]” (p. 185)	C&Ev07n2a2001p183-197
“[...] em conformidade com certos aspectos consensuais da moderna filosofia da ciência (Kuhn, Popper, Lakatos, Toulmin, Hansonetc.) [...]” (p. 242)	CBEFv14n3a1997p229-253
“[...] adquirir uma compreensão científica de um fenômeno ou sistema físico consiste em construir modelos, [...] frutos de uma construção histórica [...]” (p. 25)	CBEFv15n1a1998p7-31
“Há características em cada ciência, com significação bem definida em sua rede ou quadro conceitual, que não podem ser perdidas sob a pena de empobrecer a própria história de cada ciência.” (p. 155)	EPECv08n2a2006p147-160
“[...] distribuía seu conteúdo em três tópicos; filosofia da ciência, regras [...]” (p. 12)	EPECv12n1a2010p11-26
“[...] porém dentro da ciência a bem conhecida filosofia mecanicista, embasada em [...]” (p. 40)	IENCIv10n01a2005p31-46

⁸ A fim de localizarmos com agilidade cada artigo e não perdermos sua referência de origem, foi necessário criar um código de identificação, que é composto pela sigla de cada revista, seu volume (indicado pela letra v), número (n), ano (a) e intervalo de páginas da revista no qual o artigo se encontra (p). Desta forma, identifica-se o artigo C&Ev07n2a2001p155-168, por exemplo, como um artigo da revista *Ciência & Educação*, publicado em seu volume 07, número 2, no ano de 2001, que está localizado entre as páginas 155 e 168.

Quadro 3 – Fragmentos de artigos que exemplificam a segunda fase de seleção.

Fragmento do texto que justifica o artigo ter sido selecionado	Artigo
“[...] os textos tratam explicitamente da natureza da ciência [...]” (p. 35)	RBPECv10n03a2010pX02
“[...] os equívocos a respeito da própria natureza da história da ciência e seu uso [...]” (p. 2)	RBEFv31n3a2009c3601
“[...] as concepções a respeito da natureza do conhecimento científico envolvem [...]” (p. 130)	QNEa2009v31n2p123-131
“[...] uma maior compreensão da natureza do conhecimento científico [...]” (p. 7)	IENCIV01n01a1996p3-19
“[...] muitos aspectos podem ser examinados: a natureza dos conceitos científicos [...]” (p. 5)	EPECv03n1a2001p67-86
“[...] quando procuram ilustrar a natureza discursiva do conhecimento científico [...]” (p.162)	CBEFv18n2a2001p152-181

Ao final desta fase do processo de seleção, dos 698 artigos, foram selecionados 156. Contudo, o que encontramos com a aplicação desses dois filtros, não nos dava garantia de que esses realmente eram os artigos que possibilitariam um avanço em nossas reflexões. Apesar de serem artigos representativos da área de Ensino de Ciências ainda nos faltava sustentar que estavam relacionados com nossos questionamentos sobre a natureza da ciência, e que pudessem contribuir com a afirmação de que ‘a natureza da ciência não está esclarecida e disponível na literatura’ – representada pelos periódicos em que os pesquisadores da área publicam os resultados de suas investigações. Deste movimento chegamos a uma relação de 37 artigos.

No Quadro 4, podemos observar quantitativamente como as seleções foram ocorrendo e o resultado final a que chegamos.

Compreendemos que estes 37 artigos que compõem o *corpus* de nossa pesquisa podem não representar a totalidade dos artigos que abordam HFC e NdC, mas acreditamos que, com os critérios adotados para o processo seletivo, conseguimos selecionar uma amostra representativa, pois acreditamos que a quantidade de artigos pertinentes para a pesquisa que foram selecionados seja muito maior que a quantidade destes que possa ter sido excluída – que não teria sido possível com

as outras duas opções que tínhamos disponíveis (seleção pelo resumo e palavras-chave ou pelo título).

Quadro 4 – Quantidade de artigos selecionados por periódico.

Sigla da Revista	Selecionados na primeira fase	Selecionados na segunda fase	Selecionados na terceira fase
C&E	134	44	9
EPEC	50	10	2
IENCI	104	40	7
RBPEC	62	21	8
CBEF	114	24	5
CdP	5	0	0
QNE	54	10	3
RBEF	125	7	3
SBHC	50	0	0
Total geral	698	156	37

Compreendemos que estes 37 artigos que compõem o *corpus* de nossa pesquisa podem não representar a totalidade dos artigos que abordam HFC e NdC, mas acreditamos que com os critérios adotados para o processo seletivo, conseguimos selecionar uma amostra representativa, pois acreditamos que a quantidade de artigos pertinentes para a pesquisa que foram selecionados seja muito maior que a quantidade destes que possa ter sido excluída – que não teria sido possível com as outras duas opções que tínhamos disponíveis (seleção pelo resumo e palavras-chave ou pelo título).

V. Procedimentos analíticos

Com o *corpus* de análise delimitado, pudemos então iniciar o processo de interpretação dos artigos. Durante todo o processo de seleção dos artigos foram anotados os números (quantidades de artigos) que representavam cada etapa, tanto por revista, quanto por ano. Esse controle nos possibilita construir a seguinte tabela:

Tabela 1 – Distribuição por quinquênios em cada fase da seleção e cálculo dos percentuais.

PERÍODO	ACERVO	FASE 1		FASE 2		FASE 3	
		total	%	total	%	total	%
2006-2010	1309	302	23,07%	69	5,27%	20	1,53%
2001-2005	1077	264	24,51%	64	5,94%	12	1,11%
1996-2000	778	132	16,97%	23	2,96%	5	0,64%
TOTAL	3164	698	22,06%	156	4,93%	37	1,17%

Ao reorganizarmos o Quadro 4 por quinquênios e ao adicionarmos ao lado do total de artigos selecionados em cada etapa o seu percentual em relação ao total de artigos publicados naquele período, construímos a Tabela 01, que nos mostra que a relação entre o total de artigos publicados, e a quantidade de artigos que mencionam a HFC e NdC (fases 1 e 2) e que têm a NdC como algo importante nas pesquisas que relatam (fase 3), cresceu de 0,64% para 1,11% e depois para 1,53%. Isto mostra não só que a discussão sobre NdC nas pesquisas em ensino de ciências está presente na literatura, mas também que ela aumentou ao longo dos anos.

A partir de uma leitura completa dos 37 artigos do *corpus*, algumas características comuns entre os artigos, começaram a ser percebidas. Um debruçar mais atento sobre eles revelou que estas características em comum, relacionadas à NdC, podiam ser consideradas como temas condutores sobre NdC, ou seja: eram tópicos potencialmente propícios para a produção de discussões aprofundadas sobre a NdC e, até mesmo, como temas geradores de questões para pesquisas em ensino de ciências. A partir de então o foco das leituras passou a ser a identificação de tais temas condutores.

Ao fim do processo, foram identificados e descritos 18 temas condutores de NdC a partir dos 37 artigos analisados. Um ponto importante a ser destacado sobre estes é que uma análise posterior de suas definições revelou que, mesmo que todos sejam temas condutores sobre NdC, eles divergem com relação ao campo/área temática a que estão mais fortemente relacionados. Conseguimos listar quatro grandes áreas temáticas (apresentadas da sequência) nas quais foi possível reorganizar os 18 temas condutores de NdC identificados.

V.1 Área 1 – Historiografia / História da Ciência

Uma das formas de se entender a Natureza da Ciência é pelo estudo de como a ciência se desenvolveu ao longo da história. Agrupamos aqui os quatro

temas condutores sobre NdC que conduzem a um conhecimento sobre a ciência cuja ênfase encontra-se em sua história.

a) *Compreensão de modos pelos quais o conhecimento científico foi historicamente construído*: artigos que apresentam elementos que proporcionam algum entendimento da ciência como um conjunto de conhecimentos que foram construídos ao longo da história, e não simplesmente surgiram abruptamente. Por exemplo: os artigos de Medeiros & Bezerra Filho (2000) e Gil-Pérez *et al.* (2001), ao apresentarem diferentes visões sobre a ciência e mostrarem como cada uma destas visões concebe o empreendimento científico, acabam por falar também sobre como o conhecimento científico foi historicamente construído; ou o artigo Medeiros & Medeiros (2001) que, além de diferenciar algumas visões de ciência, utiliza episódios da história da ciência para exemplificar e melhor compreender tais visões. Fechando esta categoria temos os artigos de Silva & Moura (2008) e Massoni (2009), que relatam episódios históricos relacionados à construção de determinados conhecimentos: o primeiro mostra a história da óptica newtoniana, e aspectos do seu desenvolvimento, aceitabilidade e popularização; o segundo fala sobre supercondutividade, constrói historicamente os conceitos desta teoria e mostra a realidade de um laboratório de pesquisa atual sobre o tema.

b) *Guia para a construção de novas narrativas históricas do desenvolvimento da ciência*: composta por um único artigo, esta categoria representa a ideia de que não importa se uma narrativa histórica em um livro didático é verdadeira ou falsa, se a história contada foi inventada ou aconteceu de fato, se é ou não um mito ou uma lenda, contanto que ela seja verossímil (possível de ser tomada como real), ela permite a discussão sobre aspectos do processo científico, sobre a ciência (e conseqüentemente sobre a NdC), ajudando no ato de ensinar sobre ciência (RIBEIRO & MARTINS, 2007, p. 304). Este artigo integrante do *corpus* é potencialmente interessante para discutir NdC via HFC.

c) *Compreensão da ciência como atividade humana e/ou socialmente construída*: por ser uma atividade de seres humanos, subjetivos e criativos, que vivem em uma sociedade repleta de valores (éticos, religiosos etc.), regida por regras, que possui um sistema político e econômico que influenciam a vida das pessoas, a ciência não pode ser considerada uma atividade neutra, uma vez que seus praticantes não o são. Esta categoria agrupa os artigos que afirmam esta característica de NdC, seja apresentando aspectos históricos e/ou filosóficos de seu desenvolvimento (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; MASSONI; MOREIRA, 2007; PRAIA *et al.*, 2007; SILVA; MOURA, 2008), seja mostrando suas similaridades

com o senso comum (OGBORN, 2006), seja assumindo esta compreensão para construir suas análises e considerações a respeito da pesquisa que apresentam (DRIVER *et al.*, 1999; GONÇALVES; MARQUES, 2006).

d) *Compreensão da atividade científica como produtora de um conhecimento passível de substituição por outro conhecimento mais abrangente e completo*: neste levantamento foi encontrado um artigo que versa sobre o caráter provisório do conhecimento científico, ou seja, como algo sem permanência, mutável, temporal, que em algum momento poderá ser substituído por outro conhecimento (científico) mais abrangente, mais completo. O artigo de Silva & Moura (2008), já mencionado em outra categoria, traz a óptica newtoniana em seu contexto histórico, como se deu seu desenvolvimento, aceitação e popularização, sendo que os autores apontam que o que pode ser aprendido com esse episódio é que o

[...] conhecimento científico é estruturado e consistente, porém, ao mesmo tempo sofreu ao longo da história modificações e alterações importantes para o seu avanço, mostrando que o conhecimento atualmente aceito não é de forma alguma definitivo, sendo as teorias aceitas atualmente passíveis de modificações, da mesma forma que as anteriormente aceitas também o foram (p. 8).

V.2 Área 2 – Concepções de Ciência

Assim como o grupo anterior, este também necessita da HFC para ser compreendido. Mas, agora, a ênfase está mais na Filosofia da Ciência do que na história, ou seja, em reflexões sobre a ciência em si ao invés de suas práticas ou conhecimentos produzidos.

a) *Análises/considerações/críticas de concepções ingênuas sobre ciência (indutivismo, empirismo, positivismo, verificacionismo etc.)*: foram identificados 9 artigos, em nosso levantamento, que trazem a caracterização de diversas visões da natureza da ciência, como o indutivismo (dentre muitas outras), várias das quais foram por eles consideradas “ingênuas” ou “inadequadas” por, dentre outros motivos, estarem limitadas a determinados aspectos que representam apenas parte do que é empreendimento científico. São eles: Medeiros & Bezerra Filho (2000), Gil-Pérez *et al.* (2001), Cunha (2001), Medeiros & Medeiros (2001), El-Hani *et al.* (2004), Reis & Galvão (2005), Massoni & Moreira (2007), PRAIA *et al.* (2007) e Oki & Moradillo (2008).

b) *Metaconhecimento: uma reflexão sobre a própria ciência e não um novo conteúdo de ciência*: um dos artigos desta pesquisa apresenta uma interessante consideração sobre a NdC, que pode ser entendida como um tema condutor para pesquisas sobre a NdC em Ensino de Ciências:

O conhecimento da NdC é em grande parte um metaconhecimento que surge da reflexão sobre a própria ciência, [...] sendo que a metacognição constitui o nível de maior complexidade no desenvolvimento cognitivo humano, [...] não se deve pretender reproduzir na escola este tipo de reflexão metacognitiva, nem tampouco entrar nos complexos problemas que ainda estão por resolver; o objetivo a perseguir não é formar filósofos nem sociólogos da ciência, mas ajudar a compreender melhor a ciência e a tecnologia contemporâneas (ACEVEDO et al., 2005, p. 2).

c) *Ênfase no pensamento divergente*: nesta categoria acomodamos dois artigos que estão relacionados entre si (GIL-PÉREZ et al., 2001 e PRAIA et al., 2007), que defendem que mesmo os pensamentos divergentes, ou seja, aquelas visões de ciência consideradas ingênuas ou inadequadas pelos artigos da categoria 2a, precisam ser enfatizados nas pesquisas em NdC:

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, em uma cultura científica e tecnológica, pois as visões empobrecidas, distorcidas, afetam tanto a natureza da ciência como a da tecnologia, e devem ser abordadas conjuntamente (PRAIA et al., 2007, p. 147).

V.3 Área 3 – Concepções de Natureza da Ciência

Aqui estão agrupadas as categorias que estão relacionadas a concepções de NdC.

a) *Análise de concepções de NdC em livros didáticos, textos de divulgação científica, artigos que descrevem experimentos, e documentos do MEC*: esta foi a categoria que agrupou a maior quantidade de artigos do nosso *corpus* de pesquisa (dez artigos). Listaram-se aqui os artigos que descrevem pesquisas que identificaram e analisaram (dentre outras coisas) as concepções de NdC presentes em: livros didáticos (CAMPOS; CACHAPUZ, 1997; MEDEIROS; MEDEIROS, 2001; SANTOS, 2004; SILVA; PIMENTEL, 2008; MARTORANO; MARCONDES,

2009; SILVA; MARTINS, 2009), textos de divulgação científica (MARTINS *et al.*, 2001; PINTO, 2009), artigos de experimentação de ensino de Química publicados em um periódico nacional (GONÇALVES; MARQUES, 2006), e nos Parâmetros Curriculares Nacionais publicados pelo MEC (PINO *et al.*, 2005).

b) *Revisão de pesquisas feitas fora do Brasil sobre concepções de NdC*: um dos artigos encontrados apresenta um trabalho que sintetiza “o estado atual da pesquisa, realizada fora do contexto brasileiro, nas Concepções sobre a Natureza da Ciência” (HARRES, 1999). É uma revisão da literatura que apresenta uma extensa lista de pesquisas realizadas em outros países a respeito das concepções de NdC, bem como os principais resultados de algumas delas.

c) *Busca de consensos sobre NdC*: o artigo de Alonso *et al.* (2008) relata uma pesquisa feita com dezesseis professores, a maioria de nível universitário, que trabalham com a formação de professores, ou em departamentos de Filosofia, ou com ensino de ciências ou ainda com pesquisas em ensino de ciências, cujo intuito foi determinar se há (por meio da análise das respostas a questionários) um consenso sobre quais crenças e atitudes são consideradas adequadas e quais crenças e atitudes são consideradas ingênuas, no que diz respeito à NdC (p. 35-36).

d) *Apurar concepções da NdC por meio de debates e da Análise de Discurso*: nossa penúltima categoria apresenta um artigo (RIBEIRO & BENITE, 2009) que relata uma pesquisa feita com os participantes do Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás, em que foram gravadas em áudio e vídeo as reuniões e discussões desse grupo, que depois de transcritas foram analisadas as concepções de NdC dos seus integrantes pelo método da análise de discurso.

e) *Aplicação de questionários para apurar as concepções docentes e/ou discentes da NdC*: foi identificado um total de 9 artigos que apresentaram pesquisas que analisaram as respostas de professores e/ou alunos a questionários aplicados com intuito de identificar, dentre outras coisas, suas concepções da NdC. Destes, três (TEIXEIRA *et al.*, 2001; EL-HANI *et al.*, 2004; TEIXEIRA *et al.*, 2009) são resultados de uma mesma linha de pesquisa, fato evidenciado por terem um autor em comum, utilizarem o mesmo questionário VNOS-C⁹, uma forma seme-

⁹ O questionário VNOS-C foi desenvolvido por Norman Lederman e consiste de questões abertas que visam levantar concepções da NdC de estudantes e exemplos de sua aplicação podem ser vistos, além dos três artigos já mencionados, em Lederman (2005). Uma versão

lhante de analisar os dados, e principalmente porque o último artigo cita os anteriores. Os outros seis artigos que compõem esta categoria são: Almeida *et al.* (2001), Köhnlein & Peduzzi (2005), Moreira *et al.* (2007), Scheid *et al.* (2007), Oki & Moradillo (2008) e Chinelli *et al.* (2010). Com relação à maneira que analisaram os dados (respostas dos questionários), um artigo (MOREIRA *et al.*, 2007) fez uma análise quantitativa, outro (SCHEID *et al.*, 2007) fez uma análise qualitativa, e todos os demais optaram por uma abordagem mista, prioritariamente qualitativa, porém fazendo considerações sobre algumas quantificações apresentadas.

V.4 Área 4 – Ensino de Ciências

Por fim, a última grande área em que foram agrupados alguns temas condutores da NdC foi a do ensino de ciências. Aqui se encontram as categorias que estão diretamente relacionadas às atividades de ensino.

a) *Alfabetização científica*: aqui se enquadram os artigos que apresentam dentre seus argumentos a favor de uma alfabetização científica, aspectos relacionados à NdC. Por exemplo: o artigo de Reis & Galvão (2005) relata um estudo de caso com três professores que reconhecem que uma alfabetização científica é imprescindível, e que faz parte desta educação o conhecimento sobre a funcionalidade da ciência e a compreensão das interações entre ciência, tecnologia e sociedade (p. 154). O artigo de Praia *et al.* (2007) já demonstra em seu título, *O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania*, que irá centrar-se na importância da NdC na educação científica (p. 142). Santos (2004) também defende uma alfabetização científica para a cidadania, sendo esta por meio da educação *sobre e pela* ciência, relacionada à “compreensão da natureza, dos propósitos, do ethos¹⁰ e da história da ciência” (p. 83). Completam esta categoria as pesquisas de Acevedo

deste questionário traduzida para o português encontra-se no anexo do artigo TEIXEIRA *et al.* (2009).

¹⁰ O termo *ethos*, tal como o adjectivo substantivado *ética*, tem origem etimológica em dois termos gregos pelo que recolhe a dupla significação por eles sugerida: *éthos* (costume, uso, maneira exterior de proceder, etc.); e *êthos* (maneira de ser, carácter, etc.) Por sua vez, a expressão *ethos da ciência* deve-se a Merton (1968) que a associa a uma estrutura normativa respeitante a regras morais de conduta dos cientistas. Posteriormente, outros autores, tais como Popper e Khun, privilegiaram a uma concepção normativa de *ethos da ciência* uma concepção descritiva. As normas morais expressas no *ethos mertoniano* foram complementadas com aspectos exteriores à história interna da ciência, com normas epistemológicas e com princípios de acção relacionados com uma *praxis exterior* ou comportamento (SANTOS, 2004, p. 83).

et al. (2005), que reconhece que “o ensino da NdC aparece cada vez mais associado à alfabetização científica e tecnológica de todas as pessoas” (p. 4) e discorre sobre o assunto e de Alonso *et al.* (2008), que coloca em suas discussões que a

[...] implicação mais óbvia, produto dos consensos obtidos empiricamente que foram mostrados neste estudo, afeta o planejamento do ensino da NdC, compreendida como um elemento importante da alfabetização científica e tecnológica para todas as pessoas (p. 44).

b) *Instrumento reflexivo para a tomada de decisões*: aqui estão classificadas os artigos que mostram que uma educação científica que se utilize de concepções de NdC contribui para a formação para a cidadania, por se constituir como um instrumento reflexivo para a tomada de decisões. Todos os 4 artigos que compõem esta categorização fazem parte da categoria anterior: Santos (2004); Acevedo *et al.* (2005); Reis & Galvão (2005) e Praia *et al.* (2007). Vale ressaltar que consideramos *alfabetização científica e instrumento reflexivo para tomada de decisões* como dois temas distintos, ainda que ambos sejam geradores de discussões sobre NdC, cada qual possui sua particularidade e pode gerar discussões com diferentes rumos, e por isso consideramos pertinente que sejam apresentadas separadamente.

c) *Orientação didática para as práticas docentes em ciências*: nesta categoria estão os artigos que:

- Apontam de maneira clara e direta algo que o professor pode fazer em sala de aula que possa resultar no aprendizado de HFC e/ou da NdC. Nesta classificação, está Ribeiro & Martins (2007), com sua interessante colocação:

Até que ponto descobertas como essas são meramente produtos do acaso? Ou seja, será que foi somente a observação da água que derramava da banheira que deu a Arquimedes a solução do problema que procurava? Aparentemente, pode-se pensar que sim. Mas se assim de fato foi, por que a brilhante ideia ocorreu somente a Arquimedes, e não a outra(s) pessoa(s)? Somente Arquimedes teria observado (ou percebido) que, à medida que mergulhava na banheira, um pouco de água transbordava? Todas essas perguntas podem iniciar uma discussão que obriga os alunos a pensarem um pouco sobre o processo desta descoberta. Nas narrativas analisadas, pode-se, ainda, ter a falsa ideia de que as conclusões às quais Arquimedes chegou seriam explicadas pelo fato de ele ser um gênio, sábio, inventor consagrado, de grande popularidade junto ao rei. Se não houver uma interferência do professor, no sentido de estimular e ajudar a alunos a fazerem

uma reflexão mais aprofundada sobre a história que acabaram de ler, colocando questões como as anteriormente apresentadas, esta falsa ideia acabará prevalecendo (p. 306).

- Descrevem em alguma de suas seções uma experiência didática e/ou planejamento de uma disciplina que envolva aspectos da NdC, mesmo que estas descrições possam ter sido colocadas nos artigos com intuítos outros (como exemplificar alguma situação pertinente para as considerações daquela pesquisa ou então para relatar um dos procedimentos da pesquisa, por exemplo) que não para servirem como orientações didáticas para práticas de docentes em ciências, quando contextualizadas em suas respectivas pesquisas e da forma como se encontram nos artigos, é possível que sejam interpretadas pelo leitor como uma orientação didática. Nesta classificação estão: Teixeira *et al.* (2009) com sua seção “uma experiência com uma abordagem contextual no ensino de Física” (p. 536-538); Moreira *et al.* (2007) com a seção “estratégias de ensino” (p. 128); El-Hani *et al.* (2004) com a seção “uma proposta para o ensino de história e filosofia das ciências para estudantes de ciências naturais” (p. 269-270); Massoni & Moreira (2007) com a seção “narrativa” (p. 8-50); Driver *et al.* (1999) com a seção “a aprendizagem na sala de aula de ciências” (p. 36-39);

- Contêm as características das duas classificações anteriores, como são os casos de: Köhnlein & Peduzzi (2005) com suas seções “caracterização do módulo didático” (p. 38-41) e “sobre as atividades em sala de aula” (p. 41-46), e a afirmação em sua conclusão de que

[...] torna-se imprescindível o comprometimento dos professores no sentido de abordar o processo de produção do conhecimento científico para que o aluno passe a entender a ciência como uma atividade humana historicamente contextualizada (p. 63).

e de Zimmermann & Evangelista (2007), com sua seção “desenvolvimento da disciplina e da coleta de dados” (p. 266-268) e sua conclusão, em que afirma que

[...] para ser um instrumento de mudança dos futuros professores de ciências, o professor-formador deve: a – planejar instrumentos de coleta de dados para fazer avaliações constantes sobre o conhecimento dos alunos; b – planejar debates; c – problematizar; d – desafiar os alunos; e – prestar atenção nas opiniões e ideias individuais de seus alunos; f – propor atividades diferentes que levem os alunos a aprenderem independentemente; e, g – oferecer feedback constante (p. 276).

d) *Compreensão das práticas discentes e/ou docentes*: classificam-se neste grupo 5 artigos que apresentam pesquisas que permitem uma compreensão das práticas de professores e/ou alunos com relação (dentre outros aspectos) à NdC. Dois destes artigos são estudos de caso com professores: Zimmermann (2000) buscou compreender como noções de ciência, de ensino e de aprendizagem são convertidas em ações nas salas de aula (p. 150); e Reis & Galvão (2005) pretendem “estudar o impacto das controvérsias sociocientíficas recentes, divulgadas pelos meios de comunicação social, nas concepções [...] (sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem das ciências) e na prática pedagógica dos professores” (p. 131). Um artigo (MASSONI; MOREIRA, 2007) apresenta uma “compreensão descritiva contextualizada da cultura de sala de aula de uma disciplina de História e Epistemologia da Física” (p. 7), alcançada por meio de um estudo de tipo etnográfico (observação participativa do cotidiano da sala de aula) realizada durante todo um ano letivo, descrevendo, minuciosamente, diversos aspectos relacionados às práticas dos alunos e do professor. Outro artigo (DRIVER *et al.*, 1999) traz em uma de suas seções algumas situações de sala de aula (diálogos entre professor e alunos) que envolvem a construção de conceitos científicos dentro de uma perspectiva da NdC (o conhecimento científico socialmente construído). E por último, Almeida *et al.* (2001), após analisarem um questionário aplicado a professores de 1ª a 4ª séries do ensino fundamental, concluem que “há uma correspondência entre as visões empiristas/positivistas dos professores e suas práticas pedagógicas”, e mesmo aqueles que possuem “visões mais atuais sobre a natureza das Ciências ainda mantêm suas práticas docentes influenciadas pelas crenças de que ensinar ciências necessita de desenvolver atividades de laboratório” (p. 118).

e) *Relação de NdC com a aprendizagem significativa*: um artigo de nosso levantamento (ZIMMERMANN; EVANGELISTA, 2007) citou em suas considerações introdutórias pesquisas que apontam uma relação entre concepções de NdC e aprendizagem significativa.

[...] evidências continuam mostrando que as imagens que os professores têm da natureza da ciência, do ensino-aprendizagem de ciências, assim como as suas opiniões sobre como ocorre a aprendizagem científica, têm um certo impacto no modo como eles ensinam ciências (ZIMMERMANN, 1997; AGUIRRE; HAGGERTY, 1995; ABELL; SMITH, 1994; HOLLON; ROTH, ANDERSON, 1991; AGUIRRE; HAGGERTY; LINDER, 1990; BRICHHOUSE, 1990). Pesquisas sugerem que certas opiniões sobre o que seja aprender e ensinar podem conduzir a ações pedagógicas promotoras de

aprendizagem significativa (CREVEN, 1998). Os futuros professores devem, portanto, ter tempo para explorar, analisar e articular suas ideias sobre essas questões (ZIMMERMANN; EVANGELISTA, 2007).

f) *Trabalhos empíricos com alunos quando estes se deparam com materiais teóricos sobre NdC*: o artigo de Machado & Nardi (2006) descreve uma pesquisa em que foi criado um *software* educacional que “enfoca aspectos históricos, filosóficos, tecnológicos, sociais e ambientais da Ciência, objetivando o ensino de física moderna” (p. 474) e a forma como “poderia contribuir para estudantes do Ensino Médio construírem conceitos científicos e noções da natureza da ciência, incluindo concepções sobre as inter-relações desta com a Tecnologia, Sociedade e o Ambiente” (p. 474). Este *software* é basicamente composto por diversos textos, imagens, vídeos e animações didáticas, organizados conforme o tema, e acessíveis por *links* em menus que facilitam o acesso aos mais diversos conteúdos (p. 476-477). Uma parte dessa pesquisa relatada consistiu em colocar alunos em contato com tal *software* e outra parte consistiu na entrevista com os alunos para investigar o aprendizado de conceitos científicos e sobre a NdC.

Passamos, agora, a um balanço, a partir dos dados coletados, da discussão central deste artigo.

VI. O consenso sobre Natureza da Ciência (NdC)

Chama a atenção, no levantamento, o consenso estabelecido na literatura brasileira sobre a importância da NdC. A pergunta aqui é: o que está refletido no consenso além do próprio consenso?

Expliquemos a pergunta: consensos são em geral compreendidos (fora das ciências formais e naturais) como manifestações de totalitarismos intelectuais. Todavia, não pensamos deste modo, pelo fato de que consensos podem muito bem oferecer plataformas interessantes de desdobramento das ideias neles refletidas.

Sendo assim, a importância do esclarecimento da natureza da ciência via consenso de um campo (o da pesquisa em ensino de ciências) ocupa papel fundamental no interior de uma cultura científica que não valoriza tal esclarecimento. Pois a verdade é que ainda hoje, depois de pesquisas históricas como as de Alexandre Koyré e Paul Feyerabend, vemos que Galileu, para mostrar a ignorância de seus rivais, subiu na Torre de Pisa e demonstrou que Aristóteles estava errado. Vemos que a dupla hélice do DNA, construída lentamente e por meio de uma série de intervenções constitucionais, é uma realidade independente daqueles que a

construíram. Lemos que Lavoisier liquidou a teoria do flogisto com uma série de experimentos cruciais, e que Pasteur fez o mesmo com a geração espontânea¹¹.

O que queremos assinalar com isso é que o consenso acerca da importância da discussão sobre a natureza da ciência ocupa efetivamente um importante papel na constituição de nossa cultura científica, sobretudo se levarmos em consideração que imagens (epistemologicamente) ultrapassadas de ciência ainda são difundidas e promovidas.

Respondendo então à pergunta do início da seção: o consenso reflete uma preocupação coletiva com o esclarecimento científico tendo em vista que, se não há mais necessidade de convencimento da comunidade de ensino de ciências, certamente muito precisa ser feito para o convencimento daqueles que divulgam, das mais variadas formas, certa imagem distorcida da ciência.

VII. Conclusão

É importante situarmos o contexto das declarações de Kuhn e Brush: elas são produzidas tendo em vista, *apenas*, a inserção da história da ciência como uma forma de introdução do tópico científico. Assim, em nenhum momento eles estão pensando em inserção de história, enquanto ferramenta pedagógica do ensino de conceitos, leis e experimentos. Portanto, podemos concluir que eles argumentam no terreno mais seguro daquilo que denominamos livremente de “formação cultural dos futuros cientistas”. Porém, mesmo neste terreno mais seguro, eles não têm como evitar as consequências¹² de sua argumentação, principalmente a do dogmatismo nela presente. E, mais importante do que o dogmatismo, é a imagem de cientista, enquanto indivíduo, que eles parecem ter em mente.

Visto que, pela proposta Kuhn-Brush, um Aristóteles só seria inserido como peça histórica, poderíamos questionar: que tipo de incômodo ocorreria com esta inserção? Qual seria seu inconveniente? Haveria o risco de que o estudante desse um passo atrás e *voluntariamente* se inserisse em uma tradição há muito abandonada? Vamos supor que ele tentasse agir deste modo.

¹¹ Queremos apenas apontar que ainda existe amplo material com apresentações de episódios históricos a partir de uma concepção historiográfica que não acompanha a tradição historiográfica atual.

¹² Não se pretende, com isso, comprometer Kuhn (e muito menos Brush) com tais consequências; o artigo se limita a apontá-las.

A verdade é que, com ou sem dogmatismo histórico nas exposições iniciais dos cursos de formação científica, o aprendiz não poderia se inserir em nenhuma outra tradição exceto aquela em que ele está sendo formado. Que linguagem poderia o estudante utilizar, que não a do grupo do qual faz parte? Que instrumentos ele utilizaria? Ou seja: utilizando a própria concepção de ciência de Kuhn, seria impossível a um estudante *materializar* sua opção por uma forma de ciência diferente da que é educado.

No final das contas Kuhn parece estar preocupado não com o tipo de cientista que a pedagogia da ciência está a formar, mas com o tipo de indivíduo que será este cientista. A natureza é complexa, e seu tratamento disciplinado requer, para cada caso específico, um determinado instrumento científico e não outro; porém, a disciplina na prática científica não precisa ser obtida nem ao custo da falsificação histórica, nem ao custo de transformar os aprendizes em indivíduos sem autonomia intelectual. A própria estrutura institucional da ciência pode se encarregar de dissuadir práticas que não induzem ao seu desenvolvimento vertical. Não é necessário que a pedagogia da ciência cumpra um papel de falsificação da história.

O que o levantamento parece demonstrar é que a discussão sobre a inserção da História da Ciência foi encerrada, ficando em seu lugar a orientação geral de Matthews de que a história deve ser inserida. Porém, conforme já adiantamos na introdução e explicamos na segunda seção, isto não se deu pela derrubada dos argumentos contrários à inserção. Conforme já mostramos na segunda seção, o que ocorreu foi efetivamente uma mudança de nível de discussão: doravante não se discutiria mais a inserção de História da Ciência; ao invés, a inserção é pressuposta e ocupa um papel fundamental (embora não o único papel) para a promoção da importância acerca da discussão sobre a Natureza da Ciência.

No entanto, por mais que não se possa falar de derrota de pensadores contrários à inserção, há sim um sentido no qual estes teóricos (neste aspecto da inserção, e apenas neste aspecto) não colaboram mais com a discussão geral da inserção de história no ensino de ciências.

Em primeiro lugar, não foi percebido por estes pensadores que o desenvolvimento das pesquisas em ensino de ciências poderia indicar caminhos para a inserção que não afetassem a crença do aprendiz no paradigma vigente, no qual é educado e treinado.

Em segundo lugar – e, em se tratando especificamente de Kuhn, isto é ligeiramente perturbador, dada sua concepção de ciência –, também não foi percebido que a educação científica não é a educação de autômatos que, simplesmente, irão desenvolver o paradigma vigente; deixando em aberto aqui se é isto mesmo o

que eles irão fazer não se segue que, enquanto indivíduos críticos que refletem – mesmo no interior de um paradigma vigente – sobre suas práticas, eles precisem ser introduzidos no paradigma atual sob o manto da omissão histórica.

Entretanto, fica a constatação de que: a literatura em ensino de ciências no Brasil, disponível nos periódicos, simplesmente, assume a pertinência da inserção de História da Ciência no ensino. Como tentamos argumentar, isto parece ser explicado pela mudança do foco de discussão: a importância conferida ao esclarecimento sobre a Natureza da Ciência fomentou a incorporação da História da Ciência como um dos elementos fundamentais deste esclarecimento.

Contra os argumentos sobre a pouca utilidade da HFC na formação do cientista, que é o argumento Kuhn-Brush, não há o que se dizer. De fato, não há argumentos suficientemente razoáveis para uma posição contrária, como já comentado. Entretanto, se pensarmos que a formação do cientista difere em inúmeros aspectos da formação do professor de ciências, então encontraríamos nos argumentos de Matthews fortes justificativas para o ensino histórico e filosófico da ciência na formação inicial ou continuada de docentes das áreas científicas.

Já se argumentou, em outro lugar (ARRUDA *et al.*, 2005), que os professores de ciências encontram-se em um dilema: como licenciados, foram formados (usualmente da mesma maneira que os bacharéis) em um pensamento convergente, ou seja, foram condicionados a pensar os sistemas naturais estritamente por meio dos paradigmas, sem a menor possibilidade de questioná-los durante sua formação. Em sala de aula, porém, o seu objeto de trabalho enquanto professores – ou seja, o aluno – não pode ser compreendido a partir de um único sistema de pensamento. O professor precisa desenvolver maneiras diferentes de olhar para o “mesmo” fenômeno e se aventurar pelo pensamento divergente: paradigmas às vezes complementares, às vezes até mesmo opostos em sua fundamentação podem ser utilizados para as reflexões seja *in actu* – no momento da aula – ou antes/depois da mesma.

Trata-se certamente de um desafio, visto que as licenciaturas usualmente preocupam-se mais com a parte “convergente” da formação do futuro professor – ou seja, em torná-lo competente no que diz respeito ao domínio de um determinado conteúdo – e muito pouco em desenvolver no mesmo a habilidade para refletir sobre este conteúdo e problematizá-lo histórica ou filosoficamente. Esta seria, portanto, uma das contribuições que a HFC poderia dar à formação dos professores: permitir que desenvolvam um pensamento divergente sobre o conteúdo, o que poderia torná-los mais preparados para lidar com as dificuldades que seus alunos frequentemente apresentam no que diz respeito à sua compreensão.

Referências

- ARRUDA, S. M.; UENO, M. H.; GUIZELINI, A.; PASSOS, M. M.; MARTINS, J. B. O pensamento convergente, o pensamento divergente e a formação de professores de Ciências e Matemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 2, p. 220-239, 2005.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3.ed. Lisboa: Edições 70, 1977, 2004.
- BRUSH, S. Should the History of Science be Rated X? **Science**, Londres, v. 183, n. 4130, p. 1164-1172, 1974.
- FEYERABEND, P. **Adeus à Razão**. São Paulo: Unesp, 2009.
- FEYERABEND, P. **Contra o Método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.
- HACKING, I. **Representar e Intervir**. Rio de Janeiro: Eduerj, 2012.
- KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1995.
- MATTHEWS, M. **Science Teaching**. London: Routledge, 1994.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino das ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. 224p.
- PASSOS, A. M. **Um estudo sobre a formação de professores de Ciências e Matemática**. 139p. 2009. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Londrina.
- SIEGEL, H. On the Distortion of the History of Science in Science Education. **Science Education**, v. 63, n. 1, p. 111-118, 1979.
- VILAS BOAS, A. **A Natureza da Ciência no Ensino de Ciências conforme artigos publicados em periódicos nacionais e o seu ensino por meio de narrativas históricas**. 97p. 2012. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Londrina.

Referências que compõem o *corpus* da pesquisa

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; PAIXÃO, M. F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J. M.; MANASSERO, M. A. Mitos da Didática das Ciências acerca dos motivos para incluir Natureza da Ciência no Ensino das Ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005.

AGUIAR Jr., O. Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências: revisão crítica e novas direções para pesquisa. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 67-86, 2001. (EPECv03n1a2001p67-86)¹³

ALMEIDA, M. A. V.; BASTOS, H. F. B. N.; ALBUQUERQUE, E. S. C.; MAYER, M. Entre o sonho e a realidade: comparando concepções de professores de 1ª a 4ª séries sobre Ensino de Ciências com as propostas dos PCNs. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 109-119, 2001.

ALONSO, Á. V.; MANASSERO-MAS, M. A.; DÍAZ, J. A. A.; ROMERO, P. A. Consensos sobre a Natureza da Ciência: a Ciência e a Tecnologia na Sociedade. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 27, p. 34-50, 2008.

ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. P.; MION, R. A. Educação em Física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 183-197, 2001. (C&Ev07n2a2001p183-197)

BATISTA, I. L.; SALVI, R. F. Perspectiva pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: pensamento complexo e reconciliação integrativa. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 147-160, 2006. (EPECv08n2a2006p147-160)

BORGES, A. T. Modelos mentais de eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 7-31, 1998. (CBEFv15n1a1998p7-31)

CAMPOS, C.; CACHAPUZ, A. Imagens de Ciência em manuais de Química portugueses. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 6, p. 23-29, 1997.

¹³ Esclarecemos que as referências que compõem o *corpus* e que estão acompanhadas de códigos ao final foram as referenciadas nos Quadros 2 e 3.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. O currículo de Física: inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 3-19, 1996. (IENCIV01n01a1996p3-19)

CHINELLI, M. V.; FERREIRA, M. V. S.; AGUIAR, L. E. V. Epistemologia em sala de aula: a Natureza da Ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 16, n. 1, p. 17-35, 2010.

CUDMANI, L. C. Cuestiones que plantean las concepciones posmodernas en la enseñanza de las ciencias: visiones de científicos destacados de la Historia. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 155-168, 2001. (C&Ev07n2a2001p155-168)

CUNHA, A. M. O. A mudança epistemológica de professores num contexto de educação continuada. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 235-258, 2001.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, p. 31-40, 1999.

EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de Biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre História e Filosofia das Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2004.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORRO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no Ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.

GRECA, I. M.; SANTOS, F. M. T. Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da Física e da Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 31-46, 2005. (IENCIV10n01a2005p31-46)

HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a Natureza da Ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.

KEMPER, A.; ZIMMERMANN, E.; GASTAL, M. L. Textos populares de divulgação científica como ferramenta didático-pedagógica: o caso da evolução biológica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 10, n. 3, 2010. (RBPECv10n03a2010pX02)

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão sobre a Natureza da Ciência no Ensino Médio: um exemplo com a Teoria da Relatividade Restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 36-70, 2005.

LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M.; BATISTA, I. L. Controvérsias construtivistas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 152-181, 2001. (CBEFv18n2a2001p152-181)

MACHADO, D. I.; NARDI, R. Construção de conceitos de Física Moderna e sobre a Natureza da Ciência com o suporte da hiperídia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 473-485, 2006.

MARTINS, I.; CASSAB, M.; ROCHA, M. B. Análise do processo de reelaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 19-27, 2001.

MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. As concepções de ciência nos livros didáticos de Química, dirigidos ao Ensino Médio, no tratamento de cinética química no período de 1929 a 2004. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 341-355, 2009.

MASSONI, N. T. Laboratório de supercondutividade e magnetismo: um enfoque epistemológico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 237-272, 2009.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de história e epistemologia da Física para futuros professores de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 7-54, 2007.

MEDEIROS, A.; BEZERRA FILHO, S. A Natureza da Ciência e a instrumentação para o Ensino da Física. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 103-117, 2001.

MESQUISA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Relações entre concepções epistemológicas e perfil profissional presentes em projetos pedagógicos de cursos de licenciatura em Química do estado de Goiás. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 123-131, 2009. (QNEa2009v31n2p123-131)

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F. História e epistemologia da Física na licenciatura em Física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a Natureza da Ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 127-134, 2007.

OGBORN, J. Science and Commonsense. Science em commonsence. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 6, n. 1, 2006.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da Natureza da Ciência. **Ciência e Educação**, Bauru v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a resolução de problemas no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 14, n. 3, p. 229-253, 1997. (CBEFv14n3a1997p229-253)

PEIXOTO, M. A. P.; SILVA, M. A.; ROCHA, C. C. Aprendizagem e metacognição no ensino de metodologia científica. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 11-26, 2010. (EPECv12n1a2010p11-26)

PINO, P. V.; OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Concepções epistemológicas veiculadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais na área de Ciências Naturais de 5ª a 8ª série do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 5-14, 2005.

PINTO, G. A. Literatura não canônica de divulgação científica em aulas de ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 262-276, 2009.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da Natureza da Ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PRAXEDES, G.; PEDUZZI, L. O. Q. Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 3, 2009. (RBEFv31n3a2009c3601)

REIS, P.; GALVÃO, C. Controvérsias sociocientíficas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

RIBEIRO, E. B. V.; BENITE, A. M. C. Concepções sobre Natureza da Ciência e Ensino de Ciências: um estudo das interações discursivas em um Núcleo de Pesquisas em Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 9, n. 1, 2009.

RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I. O potencial das narrativas como recurso para o Ensino de Ciências: uma análise em livros didáticos de Física. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 293-309, 2007.

SANTOS, M. E. N. V. M. Educação pela ciência e educação sobre ciência nos manuais escolares. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 76-89, 2004.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a Natureza da Ciência num curso de Ciências Biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 157-181, 2007.

SILVA, C. C.; MOURA, B. A. A Natureza da Ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 1, C.1602, 2008.

SILVA, C. C.; PIMENTEL, A. C. Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 25, n. 1, p. 141-159, 2008.

SILVA, G. J.; MARTINS, C. M. C. A confiabilidade e a validação na investigação epistemológica do livro didático de Química: um desenho metodológico. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 197-214, 2009.

TEIXEIRA, E. S.; EL-HANI, C. N.; FREIRE JR, O. Concepções de estudantes de Física sobre a Natureza da Ciência e sua transformação por uma abordagem contextual do Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 111-123, 2001.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR, O.; EL-HANI, C. N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da Natureza da Ciência de estudantes de Física. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

ZIMMERMANN, E. Modelos de pedagogia de professores de Física: características e desenvolvimento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 150-173, 2000.

ZIMMERMANN, E.; EVANGELISTA, P. C. Q. Pedagogos e o Ensino de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 261-280, 2007.