



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ANDERSON VILAS BOAS

**A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS
CONFORME ARTIGOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS
NACIONAIS E O SEU ENSINO POR MEIO DE NARRATIVAS
HISTÓRICAS**

LONDRINA
2012

ANDERSON VILAS BOAS

**A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS
CONFORME ARTIGOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS
NACIONAIS E O SEU ENSINO POR MEIO DE NARRATIVAS
HISTÓRICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Rodrigues da
Silva

LONDRINANA

2012

ANDERSON VILAS BOAS

**A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS CONFORME
ARTIGOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS NACIONAIS E O SEU
ENSINO POR MEIO DE NARRATIVAS
HISTÓRICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Rodrigues da
Silva

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Rodrigues da Silva
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Sergio de Mello Arruda
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho
Universidade Federal de Alagoas

Londrina, 22 de junho de 2012.

Existem pessoas queridas, existem pessoas importantes, existem pessoas valiosas, existem pessoas inestimáveis, existem pessoas amadas.

Mas tem um tipo de existência que é única, e para a qual não há adjetivos que possam representar com fidelidade sua grandeza.

Dedico este trabalho à Fabiana, minha noiva, meu amor, minha vida, sem ela a minha existência não faria o menor sentido

AGRADECIMENTOS

À minha noiva, Fabiana, muito obrigado pelos incentivos para que eu iniciasse o mestrado, pelo apoio oferecido durante toda a trajetória, por me ouvir naqueles momentos de empolgação em que eu tentava lhe explicar alguma coisa nova que aprendi, bem como também nos vários momentos de devaneios que qualquer pós-graduando passa durante sua jornada.

À minha mãe, Pacífica, cujo amor, dedicação e perseverança para criar seus filhos é incondicional, está acima de todos e quaisquer obstáculos.

À minha sogra, Marlene, minha segunda mãe.

Ao restante de minha família, que talvez mesmo sem compreender ao certo o que é uma pós-graduação, pôde perceber que era algo muito importante para mim, e acabou por me apoiar, cada um à sua maneira.

À professora Marinez Passos, por ter me dado o privilégio de ser uma de suas "crianças" - como ela carinhosamente chama seus alunos - desde o início de minha graduação até a conclusão deste mestrado, e por ter me inspirado a ser o profissional que estou me tornando.

Ao professor Sérgio Arruda, por sua imensurável contribuição à minha formação profissional, desde a graduação; pelas dicas e orientações dadas durante o processo de minha pesquisa, especialmente as sugestões para a versão final desta dissertação.

Ao professor Marcos Rodrigues da Silva, meu orientador, pela confiança que depositou em mim para fazer esta pesquisa, pelas orientações urgentes feitas via *skype* já em altas horas da noite, dedico meu mais profundo respeito e gratidão. Sem você esta dissertação não teria existido.

Ao professor Jenner, agradeço por aceitar o inesperado convite para participação da banca, mesmo em meio a tantos afazeres, e pelas sugestões durante a qualificação.

Aos colegas no "grupo das quartas", companheiros cujos diálogos ao longo do mestrado muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Por fim, à Sokka Gakkai e ao meu mestre Daisaku Ikeda, por ensinarem e demonstrarem ao mundo que a revolução humana de um único indivíduo é capaz de criar valores humanos que podem transformar o destino de toda a humanidade.

BOAS, Anderson Vilas. **A natureza da ciência no ensino de ciências conforme artigos publicados em periódicos nacionais e o seu ensino por meio de narrativas históricas**. 2012. 101f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina - PR.

RESUMO

Com o estabelecimento do campo disciplinar História e Filosofia da Ciência (HFC) na década de 1960, acalentaram-se discussões a respeito da inserção da história da ciência no ensino de ciências, bem como da importância de se ensinar sobre o que veio a ser chamado posteriormente de Natureza da Ciência (NdC). Após mostrar que existe uma demanda de discussões sobre NdC no Ensino de Ciências e que esta demanda pode ser sanada por meio de estudos de HFC, são apresentados alguns conceitos de HFC. Em seguida é descrito o levantamento bibliográfico que foi feito em periódicos nacionais resultando na distinção de 18 categorias que representam temas gerais que podem conduzir pesquisas a respeito da NdC no ensino de ciências, muitas destas intrinsecamente relacionadas com a HFC. Buscando esboçar uma resposta para a questão "de que modo efetivamente poderia ocorrer, como desejado pelos teóricos do ensino de ciências, uma compreensão de NdC a partir de HFC?", é apresentado o artigo de Alcchin (2003), que fornece uma interessante ferramenta que permite que aspectos da NdC possam ser ensinados a partir de qualquer tipo de narrativa histórica da ciência presente em materiais didáticos (mesmo as de qualidade duvidosa); e o artigo de Ribeiro & Martins (2007), que fornece uma ferramenta que possibilita a inferência dos efeitos que tais narrativas terão sobre os alunos a partir de como elas se apresentam no material didático; que juntos complementam-se, formando um instrumento potencialmente promissor no que diz respeito à abordagem da NdC nas salas de aula de ciências a partir da história da ciência (geralmente de má qualidade, conforme aponta uma extensa literatura da área) presente nos materiais didáticos atualmente disponíveis. A pesquisa que resultou neste ensaio dissertativo é uma continuidade de uma série de orientações programáticas cujas discussões visam problematizar e com isso esclarecer o papel da NdC e da HFC no Ensino de Ciências, e sua contribuição se dá no sentido de oferecer-se como suporte para futuras pesquisas a serem desenvolvidas pelo grupo de pesquisa do qual seu autor faz parte.

Palavras-chave: Natureza da Ciência. História e Filosofia da Ciência. Análise de periódicos. Narrativas históricas da Ciência. Concepções mítico-científicas.

BOAS, Anderson Vilas. **The nature of science in science teaching as articles published in national journals and their teaching through historical narratives.** 2012. 101 p. Dissertation (Post-Graduate Program in Science and Mathematics Education) - State University of Londrina, Londrina - PR.

ABSTRACT

Since the inclusion History and Philosophy of Science (HPC) in the 1960s as subject fields, a cherished discussion about the inclusion of history of science in science teaching started, as well as the importance of teaching about what came to be called later by the Nature of Science (NoS). After showing that there is a demand for discussions on NoS in Science Education, and this demand can be remedied through studies of HPC, some concepts of HPC are presented. Then, is described a literature research that was made in national periodics which resulted in the distinction of 18 categories that represent broad themes that can conduct research about the NoS in science education, many of these intrinsically connected with the HPC. Searching sketch an answer to the question "how effectively could occur as desired by the theorists of science education, an understanding of NoS, from HPC?", is presented the article by Alcchin (2003), which provides an interesting tool who allows that aspects of NoS can be taught from any kind of historical narrative located in science textbooks (even those of dubious quality), and the article by Ribeiro & Martins (2007), which provides a tool that allows the inference of the effects that such narratives have on students, from how they appear in textbooks; which together complement each other, forming a potentially promising tool to approach the NoS in the classroom science from the history of science (usually with a low quality, as shown by an extensive literature on the area) present in the textbooks currently available. The research that resulted in this dissertational essay is a continuation of a series of programmatic orientations whose discussions wants to problematize and clarify the function of the NoS and the HPC in Science Education, and it contribution is made towards offering support for future research to be developed by the research group which its author is a member.

Key-words: Nature of Science. History and Philosophy of Science. Journals Analysis. Historic narratives of Science. Scientific mith-conceptions.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Total de artigos publicados entre 1996 e 2010.....	48
Quadro 2 - Fragmentos de artigos que exemplificam a primeira fase de seleção	50
Quadro 3 - Quantidade de artigos, por revista, selecionados na primeira fase	51
Quadro 4 - Fragmentos de artigos que exemplificam a segunda fase de seleção.....	52
Quadro 5 - Quantidade de artigos, por revista, selecionados na segunda fase	52
Quadro 6 - Exemplos de unidades de análise dos artigos selecionados na 3 ^a fase	54
Quadro 7 - Quantidade de artigos, por revista, selecionados na terceira fase	55
Quadro 8 - Distribuição anual dos artigos desta pesquisa	56
Quadro 9 - Distribuição por quinquênios a cada fase da seleção	57

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ATD	Análise Textual Discursiva
CBEF	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
CdP	Cadernos de Pesquisa
C&E	Ciência e Educação
EPEC	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências
HFC	História e Filosofia da Ciência
HFSC	História, Filosofia e Sociologia da Ciência
IENCI	Investigações em Ensino de Ciências
MEC	Ministério da Educação e Cultura
NdC	Natureza da Ciência
QNE	Química Nova na Escola
RBEF	Revista Brasileira de Ensino de Física
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
SBHC	Revista Brasileira de História da Ciência / Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO 1 - A DEMANDA DE NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	16
CAPÍTULO 2 - ALGUNS CONCEITOS DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA	21
2.1 O Paradigma e a Ciência Normal de Thomas S. Kuhn	21
2.2 Os Problemas, as Tradições de Pesquisa e o Progresso Científico de Larry Laudan	27
CAPÍTULO 3 - DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA E PRIMEIRAS ANÁLISES	41
3.1 Análise Textual Discursiva	41
3.2 A Constituição do <i>Corpus</i>	46
3.2.1 A criação de códigos para os artigos	46
3.2.2 O processo de seleção dos artigos	47
3.3 Primeiras Análises	56
CAPÍTULO 4 - CONCEPÇÕES MÍTICO-CIENTÍFICAS: A HISTÓRIA DA CIÊNCIA CONDUZINDO À COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA	68
CAPÍTULO 5 - UM ACHADO DESTA PESQUISA	76
CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICES	93
APÊNDICE 1 - Referências dos artigos mencionados no Quadro 2 e no Quadro 4, que exemplificam as etapas de seleção 1 e 2, respectivamente	94
APÊNDICE 2 - Referências dos artigos selecionados na terceira fase	95

INTRODUÇÃO

Uma das discussões que tem aparecido frequentemente em ensaios na área de Ensino de Ciências é a da importância de um aprofundamento conceitual na questão acerca daquilo que se convencionou denominar de “natureza da ciência” (NdC). Nos artigos consultados para esta pesquisa foi possível constatar um consenso sobre a importância da discussão sobre NdC; ou seja: aqueles que levam em consideração NdC não o fazem senão assumindo que a reflexão em ensino de ciências não pode prescindir de uma concepção de NdC. Entretanto, a este consenso não correspondem nem um consenso sobre qual concepção de NdC deva ser estabelecida, e nem um consenso a respeito da real influência que o esclarecimento de uma NdC possa exercer em práticas pedagógicas.

Deixando de lado o que está consensualmente estabelecido (tendo em vista que o questionamento (ou mesmo o estabelecimento dos fundamentos deste consenso) a respeito deste consenso nos conduziria a um trabalho teórico que não é objetivo de nossa pesquisa) e deixando de lado a questão da discussão sobre a influência de NdC nas práticas pedagógicas (pois isto implicaria outra direção em nossa investigação), nos propomos inicialmente considerar as diversas linhas diretivas a respeito de uma concepção de NdC, ponto este que, como já salientamos, aparece de forma divergente na literatura em ensino de ciências.

No levantamento que preparamos para subsidiar a nossa investigação de Mestrado podemos constatar a presença dos seguintes temas condutores sobre NdC:

- compreensão das formas pelas quais o conhecimento científico foi historicamente construído;
- guia para a construção de novas narrativas históricas do desenvolvimento da ciência;
- compreensão da ciência como atividade humana e/ou socialmente construída;
- compreensão da atividade científica como produtora de um conhecimento passível de substituição por outro conhecimento mais abrangente e completo;

- análises, considerações, ou críticas de concepções ingênuas sobre ciência (indutivismo, empirismo, positivismo, verificacionismo etc.);
- metaconcehecimento: uma reflexão sobre a própria ciência e não um novo conteúdo de ciência;
- ênfase no pensamento divergente;
- análise de concepções de NdC em livros didáticos, textos de divulgação científica, artigos de periódicos e documentos do MEC;
- revisão de pesquisas feitas fora do Brasil sobre concepções de NdC;
- busca de consensos sobre os aspectos da NdC;
- apurar concepções de NdC por meio de debates e da Análise de Discurso.
- aplicação de questionários para apurar as concepções docentes e/ou discentes de NdC;
- alfabetização científica;
- instrumento reflexivo para a tomada de decisões;
- orientação didática para as práticas docentes em ciências;
- compreensão das práticas discentes e/ou docentes;
- relação de NdC com a aprendizagem significativa;
- trabalhos empíricos com alunos quando estes se deparam com materiais teóricos sobre NdC.

Estes temas foram distribuídos nas seguintes áreas temáticas: 1) historiografia/história da ciência; 2) concepções de ciência; 3) concepções de natureza da ciência; e 4) ensino de ciências.

Contudo, mesmo diante desta diversidade conceitual a respeito de NdC, podemos perceber uma convergência: NdC promove (ou deveria promover) uma compreensão sobre a ciência enquanto um empreendimento enraizado historicamente ou, trocando em miúdos, que possui historicidade, ou seja: é construído historicamente. Assim, compreender a natureza da ciência é uma tarefa

que exige algum tipo de abordagem histórica. A pergunta que fica, a partir deste levantamento da literatura, é a seguinte: como realizar esta abordagem histórica?

Para responder a esta pergunta lembremos inicialmente que desde meados da década de sessenta do século passado, o campo disciplinar da Filosofia da Ciência tem procurado incorporar, em sua agenda programática, tópicos relacionados à historiografia da ciência. Deste modo, quando se analisa filosoficamente uma teoria científica, procura-se estabelecer esta análise levando em consideração os resultados disponíveis na literatura historiográfica sobre a teoria. Inaugurado por Thomas Samuel Kuhn, com seu influente *A Estrutura das Revoluções Científicas*, este campo disciplinar é hoje mais adequadamente denominado de “História e Filosofia da Ciência”, expressão esta que procura destacar a inter-relação entre a análise filosófica e a pesquisa histórica. Assim, considerando o estabelecimento do campo disciplinar História e Filosofia da Ciência (HFC), julgamos razoável que a pergunta colocada anteriormente (como realizar uma abordagem histórica de modo a promover uma compreensão de NdC?) seja respondida do seguinte modo: a abordagem histórica usada para auxiliar em uma compreensão de NdC deverá estar em sintonia com o campo disciplinar HFC.

E o que especificamente HFC pode nos oferecer para tal empreitada? Em linhas gerais, o que HFC nos oferece é efetivamente um guia bastante amplo para nos auxiliar na leitura de um material histórico. Por exemplo, suponhamos que estamos diante de um texto histórico que nos informa que “Pasteur liquidou a teoria da geração espontânea com uma série de experimentos brilhantes”. Neste caso, um leitor educado numa tradição inspirada por HFC poderia questionar o uso do termo “liquidou” (tendo em vista que ele sugere tanto um ato único no tempo quanto que a aceitação dos trabalhos de Pasteur tenha se dado de forma instantânea), ou questionar a respeito de Pasteur ter feito experimentos sem ter sido guiado por questões teóricas anteriores aos experimentos, ou questionar que uma teoria (a da geração espontânea) tenha sido derrubada apenas por experimentos etc. (Uma série de outros questionamentos poderia ser feita aqui.) Note-se que não está a afirmar o contrário (“Pasteur não liquidou a teoria da geração espontânea com uma série de experimentos brilhantes”), HFC apenas propõe que o leitor, por meio de

algumas categorias filosóficas, questione tal narrativa (ficando em aberto se ela continuará ou não a ser aceita pelo leitor).

O exemplo dado acima é exemplarmente favorável: uma das narrativas históricas mais combatidas pela historiografia do caso de Pasteur é a de que ele teria liquidado a teoria da geração espontânea a partir de experimentos. Ora, sendo combatida, é imperativo o apontamento de outra narrativa alternativa, a qual se encontra há algum tempo disponível na literatura: Pasteur, a despeito de seu brilhantismo enquanto cientista e experimentador meticuloso, teria tanto se servido de ideias preconcebidas (e, portanto, os experimentos seriam apenas uma parte de seu trabalho na questão da geração espontânea) quanto teria sido auxiliado por uma série de fatores que transcendem aquilo que normalmente consideramos como científico: fatores políticos (sua relação com o poder estabelecido), sociais (era um cientista ambicioso e sabia de seu papel enquanto cientista em sua época e sua nação), religiosos (teria vinculado seu movimento contra a geração espontânea com uma questão acerca da existência de Deus) e político-científicos (teria relacionado seus opositores à teoria da seleção natural de Darwin, pessimamente acolhida na França). Deste modo podemos dizer, com segurança, que um professor que orientasse sua atuação pedagógica a partir de HFC tem à sua disposição uma narrativa que hoje é considerada consensual a respeito de Pasteur (e o mesmo vale para muitos outros episódios, naturalmente). Com base nisso façamos um balanço da situação.

Aceitando-se que uma compreensão adequada de NdC necessita de um aporte de HFC, e aceitando-se a existência e a disponibilidade de HFC, segue-se que as demandas do ensino de ciências quanto a NdC seriam sanadas com base em ações pedagógicas que promovessem HFC. Em linhas gerais, no levantamento que aqui será apresentado, pode-se concluir que é esta a estrutura argumentativa presente na maioria dos ensaios estudados.

Porém aqui aparece o problema que, longe de ser resolvido nesta dissertação, será apresentado como um guia para as discussões sobre NdC: de que modo efetivamente poderia ocorrer, como desejado pelos teóricos do ensino de ciências, o ensino NdC a partir de HFC?

Permanecendo com o exemplo anterior, vamos supor que um professor orientado por HFC tenha tido contato com a literatura atual sobre o assunto. (Vamos supor adicionalmente que ele tenha, é claro, tempo para sua abordagem HFC.) O que, dentro do espectro das novidades históricas introduzidas pela nova abordagem historiográfica sobre Pasteur, será por ele trabalhado em sua narrativa? A princípio três respostas são possíveis aqui: tudo, alguns aspectos, um aspecto. Vejamos a terceira resposta (um aspecto).

Suponhamos que ele escolha trabalhar apenas a questão dos fatores políticos envolvidos na aceitação dos resultados de Pasteur. Sendo assim, este professor terá de percorrer o caminho da pesquisa histórica do momento político da França no qual Pasteur se inseria, caminho este, convenhamos, que sugere um certo desvio da rota de conteúdos normalmente traçada pelos docentes. Um desvio maior ocorre, certamente, se a resposta da questão do parágrafo anterior for “tudo” ou “alguns”.

Percebemos então que estamos diante de um problema para o ensino de ciências, na forma como o colocamos acima: de que modo efetivamente poderia ocorrer, como desejado pelos teóricos do ensino de ciências, o ensino da NdC a partir da HFC? O que parece se impor é que, longe de pavimentar o caminho para uma compreensão de NdC, HFC coloca novos obstáculos para o ensino.

Entretanto, desejamos sugerir neste ensaio dissertativo um caminho via HFC que pode conduzir à compreensão e ao ensino desejado de NdC. Até aqui estamos tentando entender NdC (via HFC) como uma resposta completa e integral a uma outra concepção de NdC (ingênua e a-histórica). Retomando o exemplo de Pasteur, ficamos tentados a alterar a concepção de NdC de um aluno (que acreditou que Pasteur tivesse liquidado a teoria da geração espontânea com uma série de experimentos) por uma outra (baseada numa nova narrativa). Contudo, seria tal movimento (alteração de uma narrativa por outra) necessário? Nesta dissertação pretendemos mostrar que, caso seja aceita uma certa definição de NdC, tal movimento não é necessário para se alterar a concepção de NdC de alunos e docentes. A definição aqui adotada será buscada no filósofo da ciência e teórico do ensino de ciências, Douglas Alcchin: uma compreensão de NdC baseada em HFC não precisa se estabelecer a partir de uma nova narrativa histórica, mas a partir de

uma orientação geral para que se identifique os problemas das narrativas tradicionais.

Para alcançarmos este objetivo traçamos o seguinte itinerário. No primeiro capítulo apresentamos a existência da demanda, no ensino de ciências, da discussão a respeito de NdC, e que esta pode ser desenvolvida por intermédio da HFC. Para isso utilizamos os autores Michael Matthews e Norman Lederman. Considerando o caminho apontado por estes autores (o da relação entre HFC e NdC), utilizamos o segundo capítulo da dissertação para, sumariamente, apresentar algumas categorias conceituais de HFC, a partir de Thomas Kuhn e Larry Laudan. No capítulo três nos dedicamos a apresentar um levantamento bibliográfico de alguns periódicos nacionais a respeito da incidência do tema, mostrando que efetivamente a discussão sobre NdC via HFC está presente na literatura. O capítulo quatro trata diretamente o problema colocado nesta introdução: de que modo efetivamente poderia ocorrer, como desejado pelos teóricos do ensino de ciências, o ensino da NdC a partir da HFC? Para abordar o problema utilizamos, como já anunciado, a concepção teórica de NdC oferecida por Douglas Alcchin. Por fim, no quinto capítulo, destacamos um artigo de nosso levantamento que parece contemplar a proposta de Alcchin, artigo este que sugere que as narrativas alternativas (às narrativas tradicionais) precisam se preocupar menos com sua aparência de verdade do que precisam se preocupar com o que veiculam sobre NdC. Na conclusão pretendemos destacar que a nossa abordagem do problema da dissertação não se apresenta como propositiva, mas como reflexiva a respeito das dificuldades do estabelecimento de uma concepção de NdC.

Este trabalho se insere no interior de discussões conceituais – realizadas no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, na linha de pesquisa de História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências – a respeito da inserção de HFC no ensino de ciências, discussões estas que visam problematizar e com isso esclarecer a questão maior do papel de HFC no ensino de ciências. A crença básica que motiva a discussão é o reconhecimento do papel de HFC no ensino de ciências.

CAPÍTULO 1 – A DEMANDA DE NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Apesar de as pesquisas sobre a NdC no Ensino de Ciências terem se iniciado somente no final de década de 1950 e início da década de 1960, desde o início do século passado a NdC tem sido reconhecida como um importante objetivo educacional, e recentes documentos reformistas da educação em vários países ao redor do mundo têm reafirmado e enfatizado a NdC como uma meta permanente no Ensino de Ciências (LEDERMAN, 2006, p. 2).

Mas o que vem a ser este tão importante conceito, a NdC? Para responder a esta pergunta, Lederman (2006) apoia-se em outra questão auxiliar, “o que é Ciência?”, cuja resposta mais comum encontrada na literatura é: “1) Corpo de Conhecimentos; 2) Método/Investigação; e 3) Caminho do Saber”. Assim sendo,

NdC tipicamente refere-se às características do conhecimento científico que são derivadas de como o conhecimento é desenvolvido (ou seja, investigação científica). [...] NdC refere-se a fundamentos epistemológicos das atividades da ciência e às características do conhecimento resultante (LEDERMAN, 2006, p. 3-4).

Um levantamento feito por Lederman (2006) mostra que as pesquisas em NdC já tiveram como foco: a concepção de estudantes e professores, a tentativa de mudar a concepção dos professores, o currículo, e a eficácia relativa de várias práticas de ensino. Um resumo geral destas pesquisas aponta para as seguintes generalizações:

- Alunos do ensino fundamental e médio normalmente não possuem concepções “adequadas” de NdC.
- Professores do ensino fundamental e médio normalmente não possuem concepções “adequadas” de NdC.
- Concepções de NdC são melhor aprendidas através do ensino explícito e reflexivo, em oposição ao implícito, através de experiências sobre simplesmente “fazer” ciência.
- Concepções dos professores de NdC não são automaticamente e necessariamente traduzidas na prática em sala de aula.
- Os professores não consideram NdC como uma finalidade instrucional/educacional com *status* de igualdade à finalidade dos conteúdos “tradicionais”. (LEDERMAN, 2006, p. 6)

Este mesmo levantamento indica ainda que um melhor aprendizado de NdC ocorre quando seu ensino é feito de forma reflexiva e explícita, ou seja, quando ensinada da mesma maneira que outros objetivos cognitivos mais tradicionais, o que não significa ensinar de forma “direta”, mas sim usar abordagens que mostrem aspectos da NdC de forma visível em sala de aula como, por exemplo, envolvendo os alunos em atividades de investigação científica (LEDERMAN, 2006, p. 5).

Mas por que os educadores de Ciências valorizam tanto a NdC como uma meta instrucional? Por que compreender NdC é tão importante? Uma forma concisa de responder a isso é pelos seguintes argumentos:

Utilitários: compreender NdC é necessário para dar sentido à ciência e gerenciar objetos e processos tecnológicos na vida cotidiana.

Democráticos: compreender NdC é necessário para tomada de fundamentadas decisões sobre questões sociocientíficas.

Culturais: entender NdC é necessário para apreciar o valor da ciência como parte da cultura contemporânea.

Morais: compreender NdC ajuda a desenvolver um entendimento das normas da comunidade científica que incorporam compromissos morais que são de valor geral para sociedade.

Aprendizagem das Ciências: compreender NdC facilita a aprendizagem dos conteúdos de ciências.

(DRIVER *et al.*, 1996, *apud* LEDERMAN, 2006, p. 2-3; grifos do autor).

Ao oferecer algumas respostas à crise no ensino contemporâneo de ciências (caracterizada pela evasão de alunos e professores das salas de aula e pelos altos índices de analfabetismo científico) por meio da História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC), Matthews (1995) acaba por também oferecer motivos que servem como resposta à questão do parágrafo anterior:

[a HFSC] podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral da matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas. (MATTHEWS, 1995, p. 165)

Em seu extenso levantamento bibliográfico, Matthews (1995) constata que a preocupação em inserir elementos de HFSC no Ensino de Ciências é antiga, ainda que tímida em seus primórdios na Grã-Bretanha: um discurso em 1855, do Duque de Argyll, o clássico trabalho de Mach em 1883, uma conferência da Associação Britânica para o Progresso da Ciência em 1917. Esta preocupação, no entanto, ganha força na segunda metade do século passado, principalmente com a publicação em 1962 de *A estrutura das revoluções científicas*, obra muitíssimo influente de Thomas S. Kuhn, além de muitos outros eventos e documentos que também abordavam a implantação de HFSC no Ensino de Ciências, como por exemplo: um simpósio na conferência anual da Associação Americana de Professores de Física, em 1950; o destaque dado à História da Ciência nos cursos de graduação da Universidade Harvard e as populares obras de James B. Conant¹, na década de 1950; o programa Nuffield, na Grã-Bretanha, na década de 1960; os relatórios de 1963, 1979 e 1981, da Associação Britânica para o Ensino de Ciências; um simpósio no M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology), em 1970; as atas de 1983, 1986 e 1988, das conferências da Sociedade Europeia de Física; e reformas curriculares como o Projeto de Física de Harvard (década de 1960), o Projeto 2061 (de 1985) e o Currículo Nacional Britânico (de 1988) (MATTHEWS, 1995).

Defender HFSC no Ensino de Ciências, para Matthews (1995), significa advogar por uma educação em ciências ensinada nos contextos ético, social, histórico, filosófico e tecnológico, por um ensino de ciências simultaneamente *em* e *sobre* ciências, em que os alunos devem aprender “não somente o conteúdo das ciências atuais mas também algo acerca da *Natureza da Ciência*” (p. 166). Não se trata, no entanto, da substituição dos conteúdos da ciência pela HFSC, e muito menos se deseja que os alunos saibam resolver controvérsias entre diferentes correntes filosóficas ou identificar qual história é verdadeira ou falsa por meio da historiografia; mas sim, espera-se que os alunos

considerem o fato de que há perguntas a serem feitas e que comecem a refletir não somente sobre as respostas para estas perguntas, mas, sobretudo, sobre quais respostas válidas e que tipos de evidências poderiam sustentar tais respostas. (MATTHEWS, 1995, p. 168)

¹ James B. Conant era presidente da Universidade de Harvard quando publicou duas obras que se tornaram populares nos cursos de ciências: *Compreendendo a Ciência: uma abordagem histórica* (1947) e *Estudos de casos de Harvard sobre história nas ciências experimentais* (1957).

A inserção de HFSC no Ensino de Ciências pode contribuir, segundo Matthews (1996), para uma melhor compreensão de certos aspectos da ciência:

- sua mutabilidade e instabilidade – o pensamento científico atual também está sujeito a transformações (p. 172);
- como a subjetividade humana afeta a própria ciência (p. 177);
- o processo de idealização – diferenciação entre objetos do mundo e objetos da ciência (p. 180-185);
- suas terminologias – fato, explicação, lei, modelo, teoria (p. 188);
- seus objetivos – descrever, compreender, controlar (p. 188).

Nota-se que estes aspectos muito se assemelham às características resultantes das atividades da ciência, também chamados *aspectos da NdC*, sob as quais Lederman e seus colaboradores têm se focado nas duas últimas décadas²:

- A distinção entre observação e inferência.
- A relação e a distinção entre leis e teorias científicas.
- O conhecimento científico é, pelo menos parcialmente, baseado em e/ou derivado da imaginação e criatividade humanas.
- O conhecimento científico necessariamente é parcialmente subjetivo e nunca pode ser totalmente objetivo.
- A ciência como um empreendimento humano é praticada no contexto de uma cultura maior e seus praticantes (cientistas) são o produto dessa cultura. Ciência, segue-se, afeta e é afetada por vários elementos e esferas intelectuais da cultura em que está inserida.
- O conhecimento científico nunca é absoluto ou certo, está sujeito a alterações.
- O conhecimento científico é empiricamente baseado. (LEDERMAN, 2006, p. 4)

Assim, vemos que quando se argumenta a favor de um Ensino de Ciências que ensine sobre NdC, de fato o que está sendo defendido é uma abordagem no ensino que permita que estas características da ciência listadas por Lederman e Matthews sejam aprendidas pelos alunos. Uma das possíveis maneiras de se atingir

² Lederman (2006, p. 3-4) ressalta que esta não é uma lista detalhada/completa/exaustiva, ela representa apenas alguns dos aspectos da NdC, “um quadro de referência que ajude a delinear NdC da investigação científica (e processos da ciência) e o corpo de conhecimentos resultante”.

tal objetivo (o ensino da NdC), conforme Matthews (1995), é via estudos da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências.

Neste aspecto, Alcchin (2003) nos apresenta uma estratégia (que discutiremos em maiores detalhes no capítulo 4) para abordar a NdC no Ensino de Ciências aproveitando-se de episódios da História da Ciência presentes em livros didáticos, fornecendo um guia, uma ferramenta analítica, e casos exemplares de aplicação, que possibilitam aos professores, mesmo inexperientes e/ou não especialistas em HFC, elaborar questões que conduzam a reflexões sobre NdC (conforme enfatizado por Matthews), ainda que a história utilizada seja incorreta ou de qualidade duvidosa. Conforme já mencionado, não é preciso substituir os conteúdos científicos por conteúdos da HFC ou da NdC, muito menos apontar falhas ou erros históricos presentes nos materiais de ensino e clamar por suas correções ou melhorias (algo utópico, segundo Alcchin). Os referenciais adotados (especialmente Alcchin, 2003) mostram que todo material que possua algum conteúdo histórico de ciências é potencialmente proveitoso para o ensino de NdC.

Haja vista nossa proposta, o ensino de NdC via HFC, apresentamos no próximo capítulo algumas categorias conceituais de HFC, necessárias para uma compreensão aprofundada dos aspectos da NdC já listados, e que podem auxiliar as próximas discussões desta dissertação.

CAPÍTULO 2 – ALGUNS CONCEITOS DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA

2.1 O Paradigma e a Ciência Normal de Thomas S. Kuhn

Thomas S. Kuhn inicia seu clássico *A Estrutura das Revoluções Científicas* com uma crítica à imagem de ciência presente nos manuais utilizados pelas novas gerações para aprender seus ofícios: uma realização acabada (p. 19). Para construir um conceito de ciência alternativo, a partir da história, ele indica ser necessário que perguntas outras, diferentes das elaboradas no contexto a-histórico de tais manuais, sejam feitas, pois a própria pesquisa histórica, ao conceber o desenvolvimento científico por acumulação de fatos, descobertas e realizações, encontra sérias dificuldades em atribuir o mérito destes a um único cientista ou um único grupo, bem como datá-las (p. 20). Cada vez mais estava claro que identificar *quem primeiro concebeu o conceito X* ou *quando foi descoberto Y* não eram boas questões a serem levantadas. Da mesma forma, havia um grande problema em identificar e separar o caráter ‘científico’ dos mitos, superstições ou crenças; pois se o obsoleto deve ser assim chamado, então ele “pode ser produzido pelos mesmos tipos de técnicas e mantido pelas mesmas razões que hoje conduzem ao conhecimento científico” (p. 21). Com o passar do tempo, a pesquisa começou a elaborar novas perguntas, e novos caminhos para o entendimento da ciência começam a surgir. A proposta de Kuhn em seu ensaio é, então, esboçar um modelo filosófico para a compreensão do desenvolvimento histórico da ciência.

A teoria de Kuhn possui dois conceitos centrais, ciência normal e paradigma. A ciência normal é a atividade cuja maioria dos cientistas emprega a maior parte de seu tempo, baseia-se no pressuposto de que “a comunidade científica sabe como é o mundo” (KUHN, 2009, p. 24) e significa

a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Estas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior. (*Ibid.*, p. 29)

O paradigma, por sua vez, está estritamente relacionado ao conceito de ciência normal, pois é entendido como sendo justamente estas realizações, que incluindo ao mesmo tempo teoria, lei, aplicação e instrumentação, proporciona “modelos dos quais brotam as tradições coerentes e específicas da pesquisa científica” (KUHN, 2009, p. 30), fornecendo problemas e soluções para a prática científica.

É preciso esclarecer, no entanto, que existe um período embrionário de toda ciência natural, anterior ao estabelecimento de paradigmas, em que diversas teorias competem pela melhor explicação dos fenômenos estudados. Neste período pré-paradigmático, a ausência de paradigmas ou candidatos a paradigma torna igualmente relevantes todos os fatos que provavelmente pertencem ao desenvolvimento de determinada ciência, pois não há razão para buscar algum tipo de informação mais recôndita (KUHN, 2009, p. 35). Desta forma, cada cientista era forçado a reconstruir seu campo de estudos desde os fundamentos, e a escolha de quais fenômenos ou quais aspectos particulares a serem observados era livre (*Ibid.*, p. 33). Um bom exemplo disso é a história da pesquisa elétrica no início do século XVIII, quando houve tantos experimentadores importantes (Hauksbee, Gray, Desaguliers, Du Fay, Nollet, Watsoh, Franklin, para citar alguns) quanto conceitos e teorias da eletricidade, cujo fator comum, apesar de todas derivadas de alguma versão da filosofia mecânico-corpuscular, era uma mera semelhança de família (elaboradas a partir de experiências e observações de fenômenos elétricos). O grupo de teorias que considerava a atração e geração por fricção como fenômenos elétricos fundamentais, tratava a repulsão como efeito secundário (de pouca importância) e postergava igualmente a discussão sobre a condução elétrica, explicando somente seus efeitos mais simples. Já o grupo de teorias que considerava um fluido elétrico que circula nos condutores ao invés de um eflúvio emanado dos não condutores, tinha dificuldade de tratar dos efeitos de atração e repulsão. Foi por Franklin e seus sucessores imediatos que surgiu uma teoria que pôde lidar (até certo ponto) com ambas as classes de fenômenos elétricos, e veio a se tornar um paradigma comum para as pesquisas elétricas (*Ibid.*, p. 34-35). Aqui, é importante ressaltar que, para “ser aceita como paradigma, uma teoria deve parecer melhor que suas competidoras, mas não precisa (e de fato isso nunca acontece)

explicar todos os fatos com os quais pode ser confrontada” (*Ibid.*, p. 38), ou seja, por representar uma promessa, ter uma maior expectativa de sucesso na resolução de problemas, que uma teoria é aceita como paradigma. De fato a teoria de Franklin não resolveu todos os problemas da época, mas por apresentar a *possibilidade* de aproximar os dois campos – lidando com as duas classes de problemas ainda que com dificuldade – que foi aceita como paradigma.

Ao aceitar um paradigma, um grupo científico, por confiar estar no caminho certo, passa a empreender-se em trabalhos de tipo mais específico, esotérico e extenuante (KUHN, 2009, p. 38), visto que o paradigma dá certa rigidez à pesquisa, de modo que o cientista “não tem mais necessidade, nos seus trabalhos mais importantes, de tentar construir seu campo de estudos começando pelos primeiros princípios e justificando o uso de cada conceito introduzido” (*Ibid.*, p. 40). Neste momento começa a ser praticada a ciência normal.

No período de ciência normal, a atividade científica busca atualizar a promessa do paradigma, ampliando os conhecimentos dos fatos considerados relevantes pelo paradigma aumentando a correlação entre estes fatos e as previsões teóricas, de modo a tornar o paradigma cada vez mais articulado. É um momento em que o cientista parece querer forçar a natureza a se encaixar nos limites relativamente inflexíveis do paradigma, de modo que, por não haver intenção de descobrir novos fenômenos, aqueles que não se ajustam ao paradigma por vezes não são vistos. Durante esta época de pesquisa impera o aprofundamento e detalhamento dos fenômenos da natureza: os problemas criados e suas soluções encontradas só foram possíveis graças ao comprometimento com o paradigma, de modo que, sem ele, talvez fossem inimagináveis (KUHN, 2009, p. 44-45).

De acordo com Kuhn, existem “três focos normais para a investigação científica dos fatos e eles não são nem sempre nem permanentemente distintos” (KUHN, 2009, p. 46):

- 1) “classe de fatos que o paradigma mostrou ser particularmente reveladora da natureza das coisas”: fração significativa da literatura da ciência experimental e da observação foi produzida nas pesquisas para aumentar a acuidade e extensão dos conhecimentos sobre estes fatos, e muitos complexos e engenhosos aparelhos especiais foram projetados para tais fins, e exigiram, além de talento e tempo, um

respaldo financeiro considerável (exemplo: síncrotrons e radiotelescópios) (*Ibid.*, p. 46).

2) fatos relativos a “fenômenos que, embora frequentemente sem muito interesse intrínseco, podem ser diretamente comparados com as predições da teoria do paradigma”. Essa passagem de problemas experimentais para conceituais é um forte obstáculo para a ciência normal, visto que uma comparação direta entre a natureza e o paradigma requer aproximações teóricas e instrumentais. Este obstáculo foi um desafio para a criatividade de muitos experimentadores, que exigiu a criação de aparelhos especiais para estabelecer acordos mais estreitos entre a teoria e a natureza. O paradigma colocou o problema, que implicou no trabalho de concepção da aparelhagem. Por exemplo, o aparelho de Atwood: suas medições só fazem sentido à luz dos *Principia* de Newton, de quase um século antes (KUHN, 2009, p. 46-48).

3) o “trabalho empírico empreendido para articular a teoria do paradigma, resolvendo algumas de suas ambiguidades residuais e permitindo a solução de problemas para os quais ela anteriormente só tinha chamado a atenção”, pode subdividir-se em: a) determinação de constantes físicas, que a teoria prevê a existência mas não diz o valor, normalmente exigindo a concepção de aparelhos para experimentação (exemplos: constante gravitacional, número de Avogadro, coeficiente de Joule) (*Ibid.*, p. 48); b) determinação de leis quantitativas, também por experimentação, cujo paradigma é um pré-requisito (exemplos: lei de Boyle que relaciona pressão e volume de um gás, lei de Coulomb sobre atração elétrica) (*Ibid.*, p. 49); e c) períodos em que são explorados mais os aspectos qualitativos das regularidades da natureza que os quantitativos, devido à ambiguidade do paradigma em sua aplicação a fenômenos relacionados para os quais foi desenvolvido. “Nesse caso experiências são necessárias para permitir uma escolha entre modos alternativos de aplicação do paradigma à nova área de interesse” (*Ibid.*, p. 50).

“Estas três classes de problemas – determinação do fato significativo, harmonização dos fatos com a teoria e articulação da teoria – esgotam, creio, a literatura da ciência normal, tanto teórica como empírica.” (KUHN, 2009, p. 55)

“Talvez a característica mais impressionante dos problemas normais da pesquisa que acabamos de examinar seja seu reduzido interesse em

produzir grandes novidades, seja no domínio dos conceitos, seja no dos fenômenos. Algumas vezes, como no caso da medição de um comprimento de onda, tudo é conhecido de antemão, exceto o detalhe mais esotérico.” (KUHN, 2009, p. 57)

Como vemos, a pesquisa realizada para articular um paradigma não visa à produção de uma novidade inesperada, então que méritos possui o praticante da ciência normal?

A ciência normal, como pôde ser visto nos focos apresentados anteriormente, tem capacidade de criar um amplo arsenal de problemas a serem resolvidos, e mesmo que a solução destes possa ser antecipada pelo paradigma, a maneira como essa solução é alcançada pode ser diversa. O trabalho do cientista pode ser, então, ‘alcançar o antecipado de uma nova maneira’. (KUHN, 2009, p. 59)

O paradigma, ao colocar critérios para a escolha de problemas, de certa forma acaba por separá-los em: dotados de uma solução possível; demasiado problemáticos para dispêndio de tempo; e rejeitados por serem metafísicos ou de outra disciplina (*Ibid.*, p. 60). O compromisso do cientista em compreender o mundo, ampliando a precisão e alcance da ordem imposta pelo paradigma, pode levá-lo a perscrutar a natureza com tamanha minúcia ao ponto de revelar aparentes desordens (*Ibid.*, p. 65). Aqueles problemas do segundo tipo (muito problemáticos) e/ou estas aparentes desordens, podem representar para o cientista um desafio pessoal, às suas habilidades, à sua criatividade, à sua engenhosidade etc. Vencer este desafio será mérito do cientista: ele poderá ter resolvido um quebra-cabeças que até então ninguém resolveu, ou, pelo menos, não tão bem.

Os conceitos de paradigma e ciência normal até aqui apresentados possuem uma característica com a qual é preciso ter cuidado: a relativa rigidez do paradigma em fundamentar as bases das pesquisas, com as regras, pressupostos e pontos de vista compartilhados pela comunidade científica que o adotou. O que orienta as pesquisas na ciência normal, prioritariamente, não são estas regras e pressupostos compartilhados, mas sim o paradigma.

O que há de comum entre vários problemas e técnicas de pesquisa que surgem em determinada tradição de pesquisa da ciência normal

não é o fato de satisfazer as exigências de algum conjunto de regras, explícito ou passível de uma descoberta completa [...]. Em lugar disso, podem relacionar-se [estes problemas e técnicas que surgem] por semelhança ou modelando-se numa ou noutra parte do *corpus* científico que a comunidade em questão já reconhece como uma de suas realizações confirmadas. Os cientistas trabalham a partir de modelos adquiridos através da educação ou da literatura a que são expostos subsequentemente, muitas vezes sem conhecer ou precisar conhecer quais as características que proporcionam *status* de paradigma comunitário a esses modelos. Por atuarem assim, os cientistas não precisam de um conjunto completo de regras. (KUHN, 2009, p. 70)

Kuhn apresenta quatro razões para crer que os paradigmas poderiam determinar a ciência normal sem a intervenção de regras que possam ser descobertas. A primeira é “a grande dificuldade para descobrir as regras que guiaram tradições específicas da ciência normal” (KUHN, 2009, p. 71). A segunda refere-se à educação científica: os cientistas nunca aprendem de forma abstrata e isoladamente, uma “teoria é sempre anunciada juntamente com suas aplicações a uma determinada gama concreta de fenômenos naturais; sem elas não poderia nem mesmo candidatar-se à aceitação científica” (*Ibid.*, p. 71). A terceira, que

a ciência normal pode avançar sem regras somente enquanto a comunidade científica relevante aceita sem questionar as soluções de problemas particularmente já obtidas (*Ibid.*, p. 72),

refere-se aos debates a respeito de métodos, problemas e padrões de pesquisa, mais frequentes e profundos em períodos pré-paradigmáticos, mas também presentes nos períodos de ciência normal, sobretudo pouco antes e durante as revoluções científicas, quando os paradigmas são atacados e modificados. (*Ibid.*, p. 73)

A quarta e última razão para atribuir prioridade aos paradigmas sobre as regras e pressupostos partilhados por um grupo científico, é que “as regras explícitas, quando existem, em geral são comuns a um grupo científico bastante amplo – algo que não precisa ocorrer com os paradigmas” (*Ibid.*, p. 74). Um exemplo disso pode ser retirado da comunidade constituída por todos os físicos. Cada físico aprendeu determinadas leis de maneiras diferentes, com exemplos de aplicações diferentes, com graus de aprofundamento diferente, conforme sua área de trabalho.

Conclui-se daí que, embora uma modificação nas leis mecânico-quânticas seja revolucionária para todos [...], uma modificação que reflete apenas uma ou outra aplicação do paradigma será revolucionária somente para os membros de uma subespecialidade profissional específica. [...] Em suma, embora a mecânica quântica (ou a dinâmica newtoniana ou a teoria eletromagnética) seja um paradigma para muitos grupos científicos, não é o mesmo paradigma em todos estes casos. Por isso pode dar origem simultaneamente a diversas tradições da ciência normal que coincidem parcialmente, sem serem coexistentes. (KUHN, 2009, p. 75)

2.2 Os Problemas, as Tradições de Pesquisa e o Progresso Científico de Larry Laudan

A crítica inicial de Larry Laudan em *O progresso e seus problemas*, incide sobre os modelos de progresso científico cuja racionalidade e caráter progressivo da ciência são tomados como óbvios ou autoevidentes, devido a uma série de fatores: a) o modelo de racionalidade proposto na filosofia, não existe ou não tem exemplos no processo real de atividade científica; b) o fracasso em tentar mostrar que os próprios métodos da ciência garantem-na como verdadeira, provável, progressiva ou solidamente confirmada; c) a tomada de decisões científicas parece envolver fatores não racionais ou irracionais; e d) historiadores e filósofos da ciência afirmam que as decisões científicas são, e devem ser, irracionais, e que é impossível afirmar se a ciência está progredindo. (LAUDAN, 2011, p. 4-6).

Diante de tal situação, três opções se oferecem: a) esperar a criação de um modelo válido de racionalidade; b) admitir a ciência como irracional; ou c) iniciar uma nova análise da racionalidade, evitando pressupostos que provoquem seu colapso (*Ibid.*, p. 7). Por |a| ser pouco promissora e |b| ser prematura, o modelo de progresso científico de Laudan adota a terceira opção. Nele o progresso e a racionalidade científica estão relacionados à efetividade na resolução de problemas. (*Ibid.*, p. 8-9)

Se a ciência é uma atividade de solução de problemas, então os problemas são o foco do pensamento científico e as teorias são seu resultado final. Para Laudan, a relevância e a importância cognitiva de uma teoria se dão à medida que ela oferece soluções adequadas/satisfatórias a problemas significativos/importantes, e não pela 'veracidade' ou 'comprovabilidade' da teoria. (*Ibid.*, p. 20-21).

Um dos tipos de problemas que se colocam para a ciência são os denominados *problemas empíricos*. São assim chamados por se referirem a fenômenos de primeira ordem, ou seja, aqueles observáveis, presentes no mundo natural; são problemas acerca do mundo (ou pelo menos são assim tratados) e que de alguma forma precisam ser solucionados. Para ser um problema empírico, não é preciso que ele descreva a realidade, basta que ele seja pensado como real. Um exemplo disso é a biologia do começo do século XIX, que tinha como problema empírico a transformação da carne deixada ao sol em larvas de inseto, por acreditar na existência da geração espontânea. (*Ibid.*, p. 22-24)

Uma classe de problemas empíricos são os ‘problemas não resolvidos’. Reconhecer este tipo de problema por vezes não é simples. Primeiramente, pode haver incerteza se o efeito empírico é genuíno, se a medição é confiável, afinal até a teoria de erros prevê resultados ‘estranhos’. Segundo, porque mesmo se genuíno, pode faltar clareza quanto ao domínio da ciência ao qual ele pertence (e somente para este domínio ele será um problema), por exemplo, o problema da contorção da perna de um sapo por eletrificação pertence à Biologia, Química ou à teoria da eletricidade? Por isso, nem todos os problemas não resolvidos representam ameaças às teorias. (LAUDAN, 2011, p. 27-29)

Por outro lado, há problemas não resolvidos que acabam por ameaçar teorias. O caso do pólipo de tipo hidra que, ao ser cortado, cada pedaço se tornava um organismo inteiro, representou um sério problema aos biólogos vitalistas (a maioria dos biólogos da época) porque estes consideravam os três reinos (animal, vegetal e mineral) separados – e o pólipo tinha características animais e vegetais – e não tinham teorias para lidar com o fenômeno. Ele se tornou uma ameaça grave à biologia vitalista quando uma teoria alternativa emergente podia considerá-lo um problema resolvido. De fato, um dos meios pelos quais as teorias fazem progressos, é solucionando problemas não resolvidos. (*Ibid.*, p. 30-31)

Outra classe de problemas empíricos são os ‘problemas resolvidos’. Uma

teoria pode resolver um problema desde que implique até mesmo uma declaração aproximada do problema; para determinar se uma teoria resolve um problema, é irrelevante se ela é verdadeira ou falsa, bem ou mal confirmada; o que vale como solução em determinado momento não será

necessariamente considerado como tal todas as vezes. (LAUDAN, 2011, p. 33)

Como resultados teóricos e experimentais não costumam ter uma semelhança de exatidão, é o grau de aproximação entre estes que pode considerar uma teoria melhor que outra, quando ambas resolveram o mesmo problema. Da mesma forma, a veracidade da teoria é irrelevante: não é preciso considerar uma teoria como verdadeira para dizer que ela resolveu um problema. A teoria de Ptolomeu, por exemplo, resolveu o problema do movimento retrógrado dos planetas, independentemente da aceitação da astronomia dos epiciclos como verdadeira ou não. Assim também acontece com a aceitação temporal das soluções. Uma solução considerada perfeitamente adequada numa época, pode não o ser posteriormente: a solução aristotélica para a queda de corpos foi aceita por milênios, até Galileu e outros a considerar inadequada. (LAUDAN, 2011, p. 4-37)

Um modelo de progresso científico satisfatório precisa, então, apresentar diretrizes para ponderar racionalmente a importância dos problemas resolvidos. Em seu modelo, Laudan trabalha com um sistema comparativo, no qual o grau de importância de um problema para uma teoria é medido *em relação* à outra teoria. Estas diretrizes (ou critérios) devem mostrar como certas teorias ganharam maior atenção que outras durante a história da ciência. Para Laudan estes critérios são os seguintes:

1) Inflação de problemas por solução: um problema que foi resolvido por uma teoria ganha importância a tal ponto que as outras teorias da área ou precisam resolvê-lo ou justificar sua não resolução. (LAUDAN, 2011, p. 47)

2) Inflação de problemas por solução anômala: um problema que se revelou anômalo ou resistente a ser solucionado. A teoria que resolvê-lo terá fortes argumentos a seu favor. (*Ibid.*, p. 48)

3) Inflação de problemas por construção arquetípica: há situações empíricas que as teorias indicam serem primárias ou básicas, às quais outros processos da área devem ser reduzidos. Por exemplo: Franklin tornou a garrafa de Leyden um caso arquetípico de eletrificação, transformando-o de uma simples curiosidade para um problema de maior importância. (*Ibid.*, p. 49-50)

4) Ponderação dos problemas por generalidade: quando um problema p' é mais geral que outro p , qualquer solução de p' constitui uma solução de p , mas não o contrário. Por ser mais geral, p' é mais importante. (*Ibid.*, p. 50)

5) Deflação de problemas por dissolução: alguma mudança ontológica pode implicar que certos problemas desapareçam de determinado campo, fazendo com que percam importância. (*Ibid.*, p. 51).

6) Deflação de problemas por modificação de área: um problema perde importância ou muda de área. Por exemplo: com a especialização dos conhecimentos da óptica, problemas relativos ao olho e à visão foram transferidos para a fisiologia ou psicologia da visão. (*Ibid.*, p. 51)

7) Deflação de problemas por modificação do arquétipo: perda de importância dos problemas por serem casos arquétipos de uma teoria que foi abandonada. (*Ibid.*, p. 51)

A última espécie de problemas empíricos, os 'problemas anômalos', são especialmente significantes e por vezes estão relacionados a situações de progresso. Na perspectiva filosófica tradicional, a anomalia é "logicamente incoerente com a teoria para a qual é anômala" e "a ocorrência de até mesmo uma única anomalia em uma teoria deve forçar o cientista racional a abandoná-la" (*Ibid.*, p. 38). Laudan, por sua vez, propõe que "anomalias não precisam ser incompatíveis com as teorias para as quais são anomalias" e que "uma anomalia levanta dúvidas quanto à teoria que a exhibe, mas não obriga" seu abandono (*Ibid.*, p. 39). Com esta postura, Laudan defende que qualquer teste empírico necessita de uma *rede* de teorias (que posteriormente será chamada de *tradição de pesquisa*) e não há como atribuir a anomalia a apenas uma delas, que deverá ser abandonada. Em segundo lugar, como os dados carregam uma margem de erro, por sua incompatibilidade com a teoria, podemos escolher abandoná-los ao invés da teoria. (*Ibid.*, p. 40)

Outra espécie de anomalia para uma teoria ocorre quando esta não consegue sequer lidar com determinado problema de sua área, ao passo que outra teoria da mesma área já o tem por resolvido. É o caso, por exemplo, do estudo do movimento pendular de Galileu: as outras teorias não davam previsão alguma sobre o movimento, por não conseguirem lidar com o problema/anomalia. (*Ibid.*, p. 42-43)

Devido ao seu grau de especificidade, resolver problemas empíricos anômalos pode ser uma

das atividades cognitivamente mais significativas que um cientista pode praticar, [...] a conversão de anomalias em êxitos presta um duplo serviço: não só exhibe as capacidades de solução de problemas da teoria (o que a solução de qualquer problema fará), mas ao mesmo tempo elimina um dos maiores defeitos cognitivos que atingem a teoria. (LAUDAN, 2011, p. 44)

Da mesma forma que os problemas resolvidos, os problemas anômalos possuem diferentes graus de importância e, portanto, podem dar maior ou menor peso às teorias. Novamente, o que torna menos forte uma teoria *em relação* à outra, não é a quantidade de anomalias, mas a *importância cognitiva* delas, qual o *grau de ameaça epistêmica* as anomalias representam para cada teoria, qual o *grau de discrepância* entre o resultado experimental e a teoria. A análise é sempre comparativa. Uma anomalia terá grande peso negativo para uma teoria caso apresente resistência em ser resolvida durante longo tempo, ou caso outra teoria tenha conseguido solucioná-la. (*Ibid.*, p. 52-56).

O outro tipo de problema que a ciência sempre precisou solucionar, mas era ignorado pelos historiadores e filósofos da ciência devido suas concepções empiristas, são os *problemas conceituais* (LAUDAN, 2011, p. 63). Estes, ao contrário dos empíricos, estão relacionados à estrutura interna da teoria, “são questões de ordem superior acerca da fundamentação das estruturas conceituais que foram concebidas para responder às questões de primeira ordem” (*Ibid.*, p. 68). Por exemplo: a teoria de Ptolomeu empiricamente resolvia o problema dos movimentos celestes, a crítica a ela era dirigida aos seus fundamentos (os excêntricos, equantes e epiciclos); assim como o ‘sistema de mundo’ de Copérnico, que também resolveu muitos problemas empíricos, mas era criticada por suas ambiguidades e confusões conceituais em suas proposições fundamentais. (*Ibid.*, p. 64).

Existem duas categorias de problemas conceituais: internos e externos. Apesar de ambas serem importantes no processo de avaliação das teorias, foi a segunda que historicamente tem desempenhado papel mais decisivo.

Os problemas conceituais internos surgem de incoerências internas ou de ambiguidades e circularidades conceituais dentro da teoria. Algumas ambiguidades,

até certo grau, conseguem ser eliminadas, ou até podem ser aceitas. Porém algumas são sistemáticas e crônicas, e por representarem grande desvantagem para a teoria, exigem uma modificação radical ou o abandono da teoria. Um exemplo desta categoria de problema conceitual é modelo de interação elétrica de Faraday, que postulou ‘partículas contiguantes’ (estas, por não serem contíguas, representavam um problema conceitual) para evitar o conceito de ação à distância. Faraday resolveu este problema conceitual interno com sua teoria de campo elétrico. (LAUDAN, 2011, p. 69-70).

Os problemas conceituais externos “são gerados por uma teoria T , quando esta está em conflito com outra teoria ou doutrina que os defensores de T creem ser bem fundamentada” (*Ibid.*, p. 71). A astronomia grega antiga fundamentava-se em movimentos celestes perfeitos (circulares, ao redor da Terra), suas anomalias empíricas foram resolvidas por Ptolomeu ao custo da criação de imensos problemas conceituais, por contradizer tais fundamentos universalmente aceitos na época. (*Ibid.*, p. 72-73).

Também é “comum duas teorias, embora logicamente compatíveis, serem conjuntamente implausíveis, ou seja, quando a aceitação de uma delas torna menos plausível que a outra seja aceitável” (LAUDAN, 2011, p. 73), e essa situação também é geradora de problemas conceituais externos. A teoria cinética do calor, dominante no séc. XVII, tornava-se plausivelmente menos aceitável à medida que, em várias outras áreas do conhecimento (como a eletricidade por exemplo), ganhavam força e começavam a dominar as teorias de fluidos sutis, elásticos e rarefeitos. (*Ibid.*, p. 74).

O surgimento de uma teoria que deveria reforçar outra, mas não consegue, e acaba sendo meramente compatível com ela, é a terceira forma de geração de problemas conceituais externos. Hoje, se uma teoria química enunciada for meramente compatível com a mecânica quântica, mas sem usar de seus conceitos, seria vista desfavoravelmente. Este ponto evoca o caráter interdisciplinar das ciências, mas lembra também que uma área ou disciplina possui uma relação mais próxima (de complementaridade, reforçabilidade) com determinadas áreas que com outras. É por isso, por exemplo, que a mera compatibilidade entre a teoria

termodinâmica e a microeletrônica não gera um problema conceitual (LAUDAN, 2011, p. 75).

É por meio da superação das dificuldades que originam os problemas conceituais externos que podem ser solucionados. Laudan faz distinção de três delas:

1) Dificuldades intracientíficas: se “duas teorias científicas forem incoerentes ou mutuamente implausíveis, há uma forte suspeita de que pelo menos uma delas deva ser abandonada” (*Ibid.*, p. 78). Quando teorias de certas áreas do saber (exemplo: astronomia) precisam de teorias de outras áreas para sua compreensão e avaliação (neste exemplo: mecânica e óptica), decidir abandonar uma das teorias incompatíveis do par envolve o compromisso de desenvolver uma alternativa adequada para aquela rejeitada. Por não haver como decidir qual teoria abandonar, afinal a relação de incompatibilidade costuma ser simétrica, a solução costuma ser ou por ‘tentativa e erro’ (abandona-se uma e depois a outra, e observa-se o sucesso na construção da nova parceira), ou pelo mantimento de ambas até o surgimento de uma nova teoria que possa ser decisiva para o abandono de uma, de ambas, ou de nenhuma. Por exemplo, na cronologia da Terra havia uma incompatibilidade entre geólogos e biólogos com físicos, que não podia ser resolvida com o abandono da teoria de nenhum deles, mas com a descoberta da radioatividade, o problema foi resolvido e todas puderam ser mantidas. (*Ibid.*, p. 78-81)

2) Dificuldades normativas: são relacionadas ao conjunto de normas ou regras metodológicas que devem governar a atividade dos cientistas. Toda época apresenta imagens dominantes e normativas da ciência, seja uma ou mais, que afetaram a decisão dos cientistas em suas avaliações dos méritos das teorias. A incompatibilidade entre uma teoria e as normas metodológicas vigentes é um sério problema conceitual, cuja resolução, seja pela alteração da teoria, ou mesmo da metodologia, pode ser entendida como um progresso científico. No início do séc. XVIII, por exemplo, a metodologia dominante era a indutivista (uma teoria era legítima se pudesse ser inferida por generalizações a partir de dados observáveis), porém os fluidos e partículas que começaram a ser postulados nas teorias elétricas, caloríficas e químicas, dentre outras, não podiam ser inferidas indutivamente. Por tais teorias resolverem uma ampla gama de problemas, não podiam ser

abandonadas, o que levou então a uma modificação normativa, a criação do método hipotético-dedutivo. (LAUDAN, 2011, p. 81-86)

3) Dificuldades relacionadas à visão de mundo: relacionadas à incompatibilidade ou falta de reforço mútuo entre a ciência e ‘crenças extracientíficas’ como a metafísica, lógica, ética, ou teologia, por exemplo, ou seja, da tensão entre a ciência, de um lado, e a Filosofia, ou teologia, ou teoria social, do outro. Um exemplo desta dificuldade é a astronomia Newtoniana, que ao reduzir o cosmos a uma máquina automática vai de encontro às teologias que tentavam preservar a manutenção cotidiana do Universo como um papel de Deus. Por vezes acontece dos problemas conceituais desta natureza perdurarem durante muito tempo, sem nunca serem solucionados (a ciência pode estar confiante em suas teorias a tal ponto de não valer a pena resolver tal problema), ou então até que a teoria ou a visão de mundo seja alterada ou adaptada. (*Ibid.*, p. 86-91)

Com relação ao peso dos problemas conceituais sobre as teorias, sua grande maioria costuma ser mais séria, mais importante, que as anomalias empíricas. Por exemplo: a mecânica newtoniana não foi abandonada pela imprecisão na previsão do movimento da Lua, mas muitos cogitaram rejeitá-la devido a sua ontologia e incompatibilidade com a metafísica da época. (LAUDAN, 2011, p. 91). Por fim, Laudan apresenta quatro situações que aumentam ou diminuem a importância (peso) dos problemas conceituais na avaliação de teorias (*Ibid.*, p. 76-77):

1) “a relação lógica entre duas teorias que apresentam um problema conceitual pode variar”, quanto maior a tensão (posição inferior na Tabela 01), maior o peso do problema.

Tabela 01 – Relação lógica entre duas teorias que apresentam um problema conceitual. (LAUDAN, 2011, p. 76)

<i>Implicação</i>	Uma teoria T implica outra teoria T_1
<i>Reforço</i>	T oferece uma “explicação” para (parte de) T_1 (ex.: analogia)
<i>Compatibilidade</i>	T nada implica em relação a T_1
<i>Implausibilidade</i>	T implica que (parte de) T_1 seja improvável
<i>Incoerência</i>	T implica a negação de (parte de) T_1

2) um problema conceitual devido ao conflito entre duas teorias, será mais grave para aquela teoria que demonstrar menor grau de confiança e aceitabilidade em relação à outra a respeito da efetividade na resolução de problemas empíricos e geração de anomalias caso abandonada.

3) quando duas teorias, T_1 e T_2 , são adversárias (o contrário de complementares), se ambas apresentarem os mesmos problemas conceituais, estão em estado de equivalência (o peso será o mesmo para as duas teorias); se uma delas gerar problemas que a outra não gera, estes problemas pesarão contra sua geradora.

4) A *idade* do problema. Para um problema recém-descoberto, há esperança de resolução com modificações mínimas na teoria, e ele terá pouco peso. Mas se um problema persiste após repetidas tentativas de resolução pelas mais variadas maneiras, ele terá maior peso sobre a avaliação da teoria.

Em suma, até o momento foi falado sobre os problemas gerados pela ciência e seu peso na avaliação de teorias. Também ficou claro que as teorias são avaliadas por comparação, embora pouco foi falado sobre o que são estas teorias.

Existem dois tipos diferentes de redes proposicionais dentro daquilo que pode ser chamado 'teorias científicas', que precisam ser entendidas para que a teoria do progresso científico de Laudan faça sentido. O primeiro tipo – mais pontual, que denota um conjunto específico de doutrinas relacionadas (hipóteses, axiomas ou princípios) usado para previsões experimentais específicas e explicações pormenorizadas de determinados fenômenos – é exemplificado por teorias como o eletromagnetismo de Maxwell, o efeito fotoelétrico de Einstein ou a estrutura atômica de Bohr-Kramers-Slater, dentre outras. O segundo tipo – mais abrangente, que designa conjuntos de doutrinas e suposições mais gerais, histórica e conceitualmente relacionadas, e abrange não uma única teoria em particular, mas uma gama delas que compartilhem dos mesmos pressupostos ontológicos e metodológicos – tem como exemplo a teoria da evolução ou a teoria quântica, dentre outras. Este segundo tipo de teorias Laudan chama de *tradições de pesquisa*, e é a ferramenta principal para o entendimento e avaliação do progresso científico. (LAUDAN, 2011, p. 99-102).

As *tradições de pesquisa* oferecem um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de teorias específicas. [...] A função das teorias específicas é explicar problemas empíricos da área, reduzindo-os à ontologia da tradição de pesquisa. Se a tradição de pesquisa for o behaviorismo, por exemplo, ela nos diz que as únicas entidades legítimas que as teorias behavioristas podem postular são os sinais físicos e fisiológicos direta e publicamente observáveis. Se for a física cartesiana, ela especifica que apenas a matéria e a mente existem e que são inaceitáveis as teorias que tratam de outros tipos de substâncias. [...] *A tradição de pesquisa delineia os diversos modos como essas entidades podem interagir.* Assim, as partículas cartesianas só podem interagir por contato, não por ação à distância. [...] A tradição de pesquisa também especifica certos modos de proceder que constituem os legítimos *métodos de investigação* disponíveis ao pesquisador dentro daquela tradição. [...] Por exemplo, a postura metodológica do cientista numa tradição de pesquisa newtoniana é inevitavelmente indutivista. [...] *Uma tradição de pesquisa é, então, um conjunto de afirmações e negações ontológicas e metodológicas.* (LAUDAN, 2011, p. 112-113, grifos do autor)

Para entender a lógica e/ou a História das Ciências Naturais, é necessária a noção de integridade de uma tradição de pesquisa: as ideias sobre métodos de investigação geralmente são compatíveis com as ideias sobre objetos de investigação, ou seja, existe uma relação de interdependência entre ontologia e metodologia que torna a tradição de pesquisa íntegra (*Ibid.*, p. 114-115). A tradição behaviorista, por exemplo: em sua ontologia só são postuláveis sinais físicos observáveis, o que determina que seus métodos de pesquisa sejam aqueles que permitam tais observações diretas, os chamados métodos operacionalistas. Do mesmo modo, a tradição cartesiana, com sua ontologia matemática, possuía integridade porque sua metodologia, axiomática e dedutivista, era coerente com sua ontologia.

Pelo mesmo motivo, também é necessário entender *a relação entre as teorias específicas e a tradição de pesquisa*. As primeiras resolvem problemas, a segunda fornece as ferramentas cruciais para resolvê-los e, antes disso, define o que pode ser tido como problema e qual sua importância. A maioria (senão todas) das teorias específicas surgiu quando seu(s) criador(es) trabalhava(m) em uma tradição de pesquisa. Ao ser abstraída de seu contexto histórico, uma teoria específica pode não dar pistas inequívocas sobre qual tradição de pesquisa estava associada. Devido ao caráter mais geral das tradições, muitas teorias incompatíveis

podem reivindicar pertencer à mesma tradição, bem como várias tradições podem fornecer os pressupostos para uma mesma teoria. (LAUDAN, 2011, p. 116-122).

Uma tradição de pesquisa não só delimita (ainda que parcialmente e em esboço) o domínio de aplicação de suas teorias constituintes (ontológica e metodologicamente) e gera problemas conceituais para estas, como também possui o papel heurístico na construção das teorias, podendo sugerir uma teoria inicial para alguma área do saber e dar as diretrizes significativas para que esta (e outras) teoria possa ser modificada para aumentar sua capacidade de resolver problemas. Esse é o meio pelo qual as tradições racionalizam ou justificam suas teorias constituintes, identificando para os cientistas quais suposições podem ser feitas ou não. Thomas Young, por exemplo, ao trabalhar com a interferência óptica e oferecer interpretações ondulatórias para a luz, foi punido por violar certos cânones da tradição newtoniana (ou seja, fazer suposições *proibidas*), da qual aparentemente era filiado. O mesmo ocorreu com a teoria geral do movimento de Huygens, que supunha a existência do vácuo, uma suposição *proibida* pela tradição de pesquisa cartesiana na qual ele trabalhava. Por outro lado, a pressuposição de que não havia perda de calor na execução do trabalho de mover um pistão (uma suposição que mais tarde se tornou inaceitável) na teoria do motor a vapor de Carnot, não precisava de uma fundamentação na teoria, pois era um postulado primário da tradição de pesquisa caloricista na qual ela se inseria. Já a teoria da natureza gasosa de Stephen Hales, que supõe o ar como um enxame de partículas reciprocamente repelentes para explicar fenômenos como a elasticidade e a mistura gasosa, se estivesse em outra tradição de pesquisa que não a newtoniana (que permitia tal suposição), necessitaria, no mínimo, de uma fundamentação na teoria para justificar tal suposição. (LAUDAN, 2011, p. 123-132)

Até aqui, o conceito de *tradição de pesquisa* de Laudan muito se assemelha ao *paradigma* de Kuhn. De fato, por possuir uma natureza flexível, veremos que a primeira pode ser tida como um desenvolvimento das ideias da segunda.

Uma teoria eventualmente pode separar-se da tradição de pesquisa que a inspirou ou justificou, à medida que suas modificações (permitidas pela tradição) afastam-na da tradição ao ponto de poder ser absorvida por outra tradição ou então se tornar uma (*Ibid.*, p. 133). Foi assim, por exemplo, que Clausius “mostrou que a

teoria termodinâmica não estava inexoravelmente vinculada à tradição de pesquisa caloricista e podia ser absorvida pela cineticista” (Ibid., p. 134).

As tradições de pesquisa podem *evoluir ao longo do tempo*, e de fato isto ocorre, seja pela apropriação, abandono, criação ou modificação de suas teorias, seja mudando alguns de seus elementos básicos (ontologia e metodologia); enquanto que praticamente qualquer destas alterações em um paradigma kuhniano irá gerar um novo paradigma. O estudo histórico das tradições de pesquisa mostra, por exemplo, que a tradição newtoniana nas mãos de Faraday difere da dos sucessores diretos de Newton, da mesma forma que o cartesianismo de Bernoulli difere do cartesianismo anterior. O que ocorre é que, dentro da ontologia e metodologia de determinada tradição, há certos fundamentos que precisam ser mantidos, por serem mais centrais ou arraigados que outros (só o abandono destes significa sair da tradição), enquanto que os fundamentos de fora deste grupo podem sofrer pequenas alterações. Com o passar do tempo, a descoberta de novos fenômenos, o surgimento de outros problemas, e a própria evolução da tradição, pode ser alterada a visão dos cientistas sobre quais fundamentos da ontologia e metodologia são mais centrais/importantes, e devem permanecer inalteráveis durante cada época. Percebe-se aqui que entender a evolução/progresso de uma tradição de pesquisa implica entender que ela mantém então uma história de continuidade, na qual é preservada a grande maioria das técnicas e arquétipos de soluções de problemas, bem como a importância relativa destes. Somente quando surgem problemas que, ou só serão resolvidos com alterações drásticas na tradição (e conseqüente rompimento de sua continuidade), ou nem mesmo assim, haverá fortes razões para o abandono da tradição (desde que exista uma tradição alternativa). (LAUDAN, 2011, p. 135-142)

Na história de qualquer ciência natural há períodos dominados por somente uma tradição de pesquisa, e períodos em que duas ou mais tradições coexistiam, seja competindo para mostrar-se ‘melhor’ e tornar-se dominante pela derrota das adversárias (situação mais frequente), seja amalgamando-se à medida que novos problemas e teorias surgiam. Nesta última situação, há a possibilidade: da fusão de duas tradições, mantendo a maior parte dos pressupostos de ambas; e do

surgimento de uma nova tradição, que ao repudiar certos elementos de cada tradição que a compôs, exige que ambas sejam abandonadas. (*Ibid.*, p. 145-147)

Falar sobre o abandono, a competição e o surgimento de tradições de pesquisa evoca questões a respeito de 'como avaliar as tradições'. A avaliação das tradições de pesquisa, que está sempre envolvida com a capacidade de suas teorias em resolver problemas, pode ser feita por dois critérios: o progresso geral, que compara a adequação das teorias de suas primeiras versões com as mais recentes; e a taxa de progresso, que identifica a adequação momentânea em determinado período de tempo. Existem tanto situações em que uma tradição apresenta alto progresso geral e baixa taxa de progresso, como outras onde a tradição quase não progrediu ao longo dos anos, mas no momento se mostra mais progressiva (alta taxa de progresso). (*Ibid.*, p. 149-151)

Na coexistência de tradições, Laudan aponta que o mais comum na História da Ciência tem sido aceitar a tradição TP_1 com maior adequação (maior progresso geral) na solução de problemas (normalmente TP_1 será a tradição mais antiga). Porém, se uma tradição TP_2 concorrente, mesmo que incompatível com a TP_1 já aceita, apresente maior taxa de progresso momentâneo (por exibir a capacidade de resolver problemas que TP_1 não conseguiu), torna-se racional que um cientista dedique parte de seu tempo a explorar esta nova e menos desenvolvida TP_2 . De fato, isso ocorre com certa frequência, particularmente em períodos revolucionários da ciência (que levaram ao abandono de certas tradições e instauração de novas), como por exemplo, na ocasião do surgimento da tradição newtoniana, ou da teoria da relatividade especial de Einstein. (LAUDAN, 2011, p. 152-160)

A respeito do conceito de *progresso* da ciência, ele esteve tão imbricado em todas as discussões feitas até o momento, desde a resolução de problemas até ponderação do peso relativo destes para avaliação das teorias e dos programas de pesquisa, que praticamente foi esgotado.

Como vimos, as estruturas conceituais propostas por Kuhn e Laudan nos mostram que a História da Ciência sugere que há um certo conservadorismo nas práticas científicas. Deste modo, conceitos tradicionais como experimentação, descoberta etc., devem ser compreendidos numa abordagem historiográfica, por meio do contexto no qual emergem tais práticas.

Fundamentalmente se percebe que as práticas científicas estão localizadas em contextos específicos, o que nos faz entender que tais práticas não são atitudes isoladas de indivíduos isolados, mas respeitam padrões nos contextos nos quais aparecem.

CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA E PRIMEIRAS ANÁLISES

Este ensaio dissertativo, como já mencionado anteriormente, constitui-se em grande parte de um levantamento bibliográfico que buscou artigos em determinados periódicos nacionais com o objetivo de evidenciar a presença, na literatura de Ensino de Ciências, de pesquisas que envolvam NdC e HFC em suas discussões. Dito isto, o papel deste capítulo é: apresentar em linhas gerais alguns componentes da análise textual discursiva (método adotado tanto para a seleção quanto para as primeiras análises e categorizações destes artigos), descrever como foi tal processo seletivo, e relacionar e discutir as categorias construídas em nossas primeiras análises.

3.1 Análise Textual Discursiva

As análises textuais, cada vez mais utilizadas nas pesquisas qualitativas, contribuem com estas na compreensão dos fenômenos investigados a partir de análises criteriosas e rigorosas de textos, sejam eles já existentes ou produzidos durante o processo investigativo (MORAES & GALIAZZI, 2007, p. 11). Por não constituírem um conjunto rígido de procedimentos, e sim um conjunto de orientações gerais, abertas, reconstruídas a cada pesquisa, prefere-se que as análises textuais sejam chamadas de *metodologias de análise* ao invés de *técnicas*. (*Ibid.*, p. 141). Dentro deste domínio (o das análises textuais) encontra-se a Análise Textual Discursiva (ATD) que, devido aos seus pressupostos, localiza-se entre os extremos da Análise de Discurso e da Análise de Conteúdo, sendo suas diferenças mais em grau ou intensidade de suas características, do que em qualidade³ (*Ibid.*, p. 140).

Para esta pesquisa assumimos como método a ATD, que

³ Não vem ao caso, para esta dissertação, 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).

pode ser entendida como o processo de desconstrução, seguido de reconstrução, de um conjunto de materiais linguísticos e discursivos, produzindo-se a partir disso novos entendimentos sobre os fenômenos e discursos investigados. Envolve identificar e isolar enunciados dos materiais submetidos à análise, categorizar esses enunciados e produzir textos, integrando nestes descrição e interpretação, utilizando como base de sua construção o sistema de categorias construído. (MORAES & GALIAZZI, 2007, p. 112)

A ATD pode ser entendida por meio de argumentos organizados em torno de quatro focos: *desmontagem dos textos, estabelecimento de relações, captando o novo emergente e um processo auto-organizado*, dos quais os três primeiros relacionam-se entre si na forma de um ciclo inicial, sendo o último o produto resultante deste processo, numa segunda fase. (MORAES & GALIAZZI, 2007, p. 11-12).

A desconstrução ou desmontagem dos textos, que compreende o primeiro elemento do ciclo da ATD, constitui-se como um processo de fragmentação dos textos em busca de unidades relacionadas aos fenômenos que se pretende estudar. Assim sendo, esta é uma atividade que normalmente é precedida e/ou acompanhada pela leitura do texto.

Com relação à leitura de um texto, Moraes & Galiazzi (2007) consideram que a ATD “parte do pressuposto de que toda leitura já é uma interpretação e que não existe uma leitura única e objetiva”, pois os “textos são assumidos como significantes” (p. 14) aos quais “o analista precisa atribuir sentidos e significados” (p. 13).

Estamos aqui 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 numa 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 numa 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 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)

Sendo o texto um conjunto de significantes, cuja compreensão está sujeita à atribuição de significados e construção de sentidos sobre estes significantes, a partir das definições supracitadas compreende-se a afirmação de Moraes & Galiazzi (2007) de que “todo texto possibilita uma multiplicidade de leituras” (p. 13) e que pode ser construída uma multiplicidade de significados a partir dele, conforme os diferentes pressupostos teóricos assumidos por cada leitor (ainda que inconscientemente, há alguma teoria que antecede a leitura, visto que só assim é possível atribuir algum significado e/ou sentido a um texto) (p. 15).

Com relação aos textos que podem ser submetidos a uma pesquisa qualitativa que se utilize da ATD, estes podem ser tanto documentos já existentes, como, por exemplo, artigos publicados em periódicos, livros, documentos oficiais etc., quanto produzidos pela própria pesquisa, como pode ser o caso de transcrições de entrevistas, notas de campo etc. (MORAES & GALIAZZI, 2007, p. 17). Nas análises textuais em geral, o próprio termo *texto* não se refere exclusivamente a produções escritas (mesmo que a maioria das análises seja sobre produções escritas), e “deve ser entendido no sentido mais amplo, incluindo imagens e outras expressões linguísticas” (*Ibid.*, p. 17).

O processo de fragmentação do texto, também chamado *unitarização*, consiste em fazer recortes do material, destacando seus elementos constituintes (chamados de *unidades*) que representem enunciados referentes ao fenômeno que se pretende compreender. Desta forma, mesmo que não assuma explicitamente uma teoria *a priori* que defina que tipo de unidades devam ser identificadas, o pesquisador deve sempre ter em mente os objetivos de sua investigação, de modo que as unidades por ele encontradas sejam pertinentes (MORAES & GALIAZZI, 2007, p. 18-19). O “limite de recortes é dado pela capacidade das unidades ainda expressarem sentidos significativos para a pesquisa” (*Ibid.*, p. 66).

O segundo elemento do ciclo da ATD, o *estabelecimento de relações*, também chamado de *categorização*, é definido por Moraes & Galiazzi (2007) como um processo que visa combinar as unidades, construir relações entre elas, classificando-as e formando grupos que congregam elementos próximos (p. 12). “As categorias são constituintes da compreensão que emerge do processo analítico” (p. 22). É “a partir delas que se produzirão descrições e interpretações que comporão o exercício de expressar as novas compreensões possibilitadas pela análise” (p. 23). Portanto, é necessário que as categorias sejam válidas ou pertinentes com relação aos objetivos e objeto de análise, ou seja, que sejam capazes de propiciar uma nova compreensão sobre os fenômenos estudados (p. 26).

O método de construção das categorias pode ser: dedutivo, representando um movimento do geral para o particular, quando as categorias são definidas *a priori*; indutivo, em um comparar e contrastar constante das unidades, o que representa um movimento do particular ao geral, no qual as categorias se denominam *emergentes*; dedutivo-indutivo, quando categorias definidas *a priori* vão sofrendo alterações gradativas no decorrer da pesquisa devido tanto às teorias assumidas quanto às unidades analisadas; e, por último, o método intuitivo, que rompe a linearidade implícita nos métodos anteriores pelo fato das categorias surgirem como *insights*, devido à intensa impregnação do pesquisador com os dados, de forma semelhante como surgem os flashes de luz vistos num céu tempestuoso devido à combinação de diversos fatores atmosféricos. (MORAES & GALIAZZI, 2007, p. 23-25)

“Da mesma forma como há muitos sentidos em um texto, sempre é possível construir vários conjuntos de categorias a partir de um mesmo conjunto de informações” (*Ibid.*, p. 29). É nesse sentido que Moraes & Galiazzi (2007) comparam o ato de categorizar com uma criação artística, por meio da metáfora apresentada no capítulo 3 de sua obra, “construindo quebra-cabeças ou criando mosaicos?” (p. 73-91), onde o artista tem dispostas as peças para um mosaico, mas não a definição da imagem a ser montada, ficando à sua criatividade, à sua intuição, o cargo de, a partir das peças que possui, construir sua obra de arte: o mosaico vai se definindo à medida que vai sendo construído. (p. 78-79).

Captando o novo emergente, o terceiro elemento do ciclo de análise da ATD, de acordo com Moraes & Galiazzi (2007), representa o investimento do pesquisador no processo de comunicação, crítica e validação de sua compreensão renovada do todo, como resultado de uma nova combinação dos elementos construídos durante a pesquisa nas etapas anteriores (p. 12), que podemos também chamar de *construção de metatextos* (p. 32). Se unitarizar é desconstruir, fragmentar, e categorizar é aproximar, organizar, formar grupos de unidades, então *captar o novo emergente* é reconstruir o todo, é atingir uma nova compreensão, ou, tirando proveito da analogia anterior, se categorizar é criar mosaicos (no plural, pois cada categoria é um mosaico), então criar metatextos poderia ser entendê-los, reunidos como uma única obra.

A produção de novos significados a partir desta compreensão renovada do todo, ressaltam Moraes & Galiazzi (2007), deve levar em conta os contextos e situações nas quais foram produzidos os dados, e mediante inferência por indução ou intuição, ir além do diretamente evidenciado pelos textos, abstração esta que garante relevância teórica aos resultados da pesquisa (p. 95).

A validade e confiabilidade do metatexto – critérios sem dúvida importantes para a integridade da pesquisa – podem ser obtidos por meio de sua submissão à análise dos autores dos textos originais (que devem sentir-se contemplados nos resultados apresentados), ou então construídos com âncora em argumentos da realidade empírica, ou seja, elementos bem selecionados dos textos originais (MORAES & GALIAZZI, 2007, p. 39). Além disso, a construção de uma qualidade formal num sentido mais amplo, por meio de análises cada vez mais significativas, como por exemplo “ir de uma fotografia para um filme com seu movimento dinâmico, mesmo que este também se constitua de uma sequência de tomadas estáticas” (*Ibid.*, p. 40), também constitui um elemento de validação do metatexto.

Por fim, como já dito anteriormente, Moraes & Galiazzi (2007) consideram que o processo de análise por meio da ATD não se constitui como algo linear, mas sim como uma espécie de ciclo, porém de forma espiral (p. 71), de maneira que a cada ciclo, o retorno aos processos já realizados não significa um retorno exatamente ao mesmo ponto, mas sim um avanço, cada vez em maior profundidade, ao material utilizado, o que representa uma maior impregnação dos

dados no pesquisador. Saber quando deixar de repetir os ciclos é algo que depende de cada pesquisa e de cada pesquisador, no entanto, encontramos em Moraes & Galiazzi (2007, p. 85) um critério que pode auxiliar nesta decisão, que é a saturação: quando a inclusão de novos materiais nas categorias já não traz novos elementos de compreensão, de modo que continuar a unitarizar, categorizar e produzir metatextos, torna-se improdutivo. O quarto elemento da ATD, *um processo auto-organizado* é justamente esta compreensão das três etapas anteriores, como um processo analítico de produção de novas compreensões que é auto-organizado.

3.2 A Constituição do *Corpus*

3.2.1 A criação de códigos para os artigos

O processo analítico da ATD, conforme já explicado na seção anterior, compreende um ciclo, no qual constantes retornos às fontes do material de análise naturalmente acontecem. Por isso, foi necessário criar um código para cada artigo selecionado, de modo a facilitar, durante as análises, uma rápida localização do material que originou (artigo) cada fragmento dos textos (unidade). O código criado é composto pela sigla de cada revista, seu volume⁴ (indicado pela letra v), número (n), ano (a) e intervalo de páginas⁵ da revista no qual o artigo se encontra (p). Desta forma, identifica-se o artigo IENC1v12n01a2007p7-54, por exemplo, como um artigo da revista *Investigações em Ensino de Ciências*, publicado em seu volume 12, número 1, no ano de 2007, que está localizado entre as páginas 7 e 54.

⁴ Algumas revistas (CdP, QNE e SBHC) que não enumeravam suas edições por volume, e adotaram tal padrão durante o período que compreende esta pesquisa, tiveram seus artigos codificados como vX nos casos que não havia indicação de volume. Nestes casos, para manter uma organização dos arquivos (no computador) em uma sequência que facilitasse a rápida localização dos mesmos, foi alterada a ordem dos elementos do código, de “v.n.a.p.” para “a.v.n.p.”.

⁵ Para os casos em que não havia qualquer indicação de páginas (seja no *site* ou no arquivo em *pdf* do artigo) foi colocado um código sequencial do tipo X01, X02 etc., apenas para que não houvessem dois artigos com mesmo código. Para as edições da RBEF a partir de 2008, os artigos deixaram de ter numeração de páginas e passaram a ter um número identificador, que o corpo editorial da revista recomendou ser mencionado no lugar da paginação, portanto, para estes casos, na codificação do artigo, a letra p foi substituída pela letra c.

3.2.2 O processo de seleção dos artigos

Para delimitar o conjunto de revistas que foram analisadas, foi utilizada a classificação do Qualis, o sistema de avaliação e qualificação de periódicos atualmente 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) de Ensino de Ciências, c) cuja avaliação no Qualis da área 46 da Capes (Ensino de Ciências e Educação Matemática) seja igual ou superior ao conceito B1 (ou seja, revistas avaliadas com os conceitos A1, A2 e B1). Desta forma, foram 9 as revistas que constituíram nosso acervo inicial: *Ciência e Educação (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 (RBEF)* e *Revista Brasileira de História da Ciência* (cujo nome, até 2008, era *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, motivo pelo qual escolhemos a sigla SBHC).

Devido à opção metodológica por trabalhar somente com 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, um Ensino de Ciências que discuta HFC⁶ e NdC⁷, os artigos selecionados compreendem um período iniciado em 1996, ano seguinte à

⁶ “Neste artigo, investigam-se o uso de e os argumentos a favor da história e da filosofia da ciência no ensino escolar dessas matérias. [...] Algumas opiniões contrárias à inclusão de material histórico nas disciplinas de ciências são levantadas e contestadas. [...] Conclui-se o artigo com uma listagem de temas cujo debate [...] poderia resultar em enormes benefícios para o ensino de ciências” (MATTHEWS, 1995, p. 164).

⁷ “Não se trata aqui de uma mera inclusão de história, filosofia e sociologia da ciência como um outro item do programa da matéria, mas trata-se de uma incorporação mais abrangente de temas da história, filosofia e sociologia da ciência na abordagem do programa e do ensino dos currículos de ciências que geralmente incluíam um item chamado de ‘A Natureza da Ciência’” (MATTHEWS, 1995, p. 165).

publicação da versão em português de seu artigo. A escolha deste ano como base coincide com o fato de, desta forma, compreendermos os artigos por nós coletados dentro de um período de 15 anos, o que torna possível que algumas considerações numéricas a respeito das publicações com o passar do tempo possam ser feitas tanto por quinquênios quanto por triênios.

Outra consideração importante a ser feita, se refere ao fato de que todas as revistas pesquisadas possuíam em seus *sites* na internet uma versão digital, em formato *pdf*, de todos os seus artigos publicados⁸, o que, como será visto adiante, foi fundamental para as duas primeiras etapas do processo de seleção dos artigos.

No Quadro 1 é apresentada uma visão geral do acervo considerado para esta pesquisa.

Quadro 1 – Total de artigos publicados entre 1996 e 2010

Nome da Revista / Sigla	Artigos publicados no período 1996-2010
Ciência e 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

Postos os temas sob os quais esta dissertação se refere – Ensino de Ciências, História e Filosofia da Ciência, e Natureza da Ciência – e diante de um acervo de 3.164 artigos, tornou-se inviável a leitura de todos os artigos para selecionar quais abordavam dos três temas. Era necessária a criação de algum sistema de seleção de artigos que pudesse ser menos extenso. A primeira opção pensada foi selecionar os artigos por suas palavras-chave e/ou leitura de seus resumos, porém uma enorme quantidade de artigos não possuía estes elementos

⁸ Com exceção dos volumes de número 1 a 4 da revista Ciência e Educação, que não estavam no *site* da revista e não foram encontrados em outros *sites* da internet pela ferramenta de buscas *Google* e, por este motivo, não fizeram parte do acervo inicial desta pesquisa.

(percebemos que a partir de 2003, aproximadamente, todas as revistas pesquisadas passaram a ter resumos e palavras-chave em seus artigos, sendo que, antes disso, apenas algumas já continham tais elementos em sua estrutura), forçando-nos a abandonar esta primeira opção. Uma segunda opção foi selecionar os artigos pelo título, mas logo no início deste processo vimos que, devido ao fato de ser necessária uma interpretação do título buscando inferir sobre seu assunto, consideramos esta ser uma opção muito arriscada, em que artigos que poderiam ser interessantes para nossa pesquisa poderiam não ser escolhidos, e acabamos por abandonar também esta forma de seleção. Algum tempo depois, surgiu a ideia: ao invés de tentar compor um *corpus* com uma seleção de apenas uma etapa, selecionar os artigos com uma série de passos, análogos a um processo de tratamento da água que é distribuída nas redes públicas, onde cada etapa é responsável pela eliminação de algumas impurezas, e somente ao final do processo é que se tem um produto próximo do desejado.

Aproveitando-nos do fato de estarmos trabalhando com um acervo totalmente digital, pensamos então: por que não utilizar alguns recursos da informática para selecionar os artigos? Todas as revistas pesquisadas disponibilizam seus artigos em seus *sites* na internet no formato *pdf*, e praticamente todos os *softwares* que abrem este tipo de arquivo (pelo menos todos que nós conhecemos) possuem ferramentas de busca textual. Desta forma, tínhamos o acervo e as ferramentas, bastava criar as regras. Neste momento recorremos às áreas temáticas de nossa proposta de dissertação: Ensino de Ciências, HFC e NdC. Como as revistas investigadas são todas da área de Ensino de Ciências, subentende-se que todos os seus artigos referem-se a pesquisas deste gênero. Portanto, a exploração do acervo em busca dos artigos que fizeram parte desta pesquisa teve como base HFC e NdC, e se constituiu em três etapas, doravante descritas.

Na primeira etapa de seleção dos artigos, com o tema HFC, a ideia inicial foi procurar no texto dos artigos as expressões *história da ciência* e *filosofia da ciência*, de modo que todos os artigos que possuísem tais expressões seriam selecionados nesta etapa. Porém esta ideia mostrava-se problemática por dois fatores: primeiro, porque a ferramenta de busca textual dos *softwares* utilizados para abrir os arquivos em formato *pdf*, em muitos casos, não reconhecia a acentuação (prejudicando a

localização das palavras *ciência* e *história*); e segundo, porque estas expressões poderiam aparecer sob outras variações (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 pesquisa por cada uma delas se tornaria muito demorada. Foi então que surgiu a ideia que foi colocada em prática, pesquisar as raízes das palavras do tema, *hist* para história e *filo* para filosofia (ou *philo*, no caso de artigos em inglês), e sendo localizada uma delas, ler o contexto no qual se encontram, de modo que, se estivessem diretamente relacionadas à *ciência*, o artigo seria selecionado. A escolha por esta segunda ideia se tornou particularmente interessante quando verificamos que em alguns casos apareciam outras palavras com a mesma raiz – como, por exemplo: historicamente, filosoficamente, historicidade, historiografia – que estando relacionadas à ciência – que às vezes também aparecia de outras formas, como conhecimento científico ou o nome das disciplinas das ciências (Física, Química, Biologia, Geologia), por exemplo – indicavam que o artigo deveria ser selecionado. Apresentamos a seguir, no **Quadro 2**, a título de exemplo, trechos de alguns artigos que fizeram com que fossem selecionados nesta etapa:

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

Fragmento do texto que justifica o artigo ter sido selecionado	Artigo ⁹
“Desde campos como el de la Historia y sobre todo la Sociología de la Ciencia se sostiene posiciones [...]” (p. 156)	C&Ev07n2a2001p155-168
“[...] 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

⁹ A referência completa destes artigos se encontra no **APÊNDICE 01**.

Com esta primeira fase da seleção, de um total de 3.164 artigos¹⁰, foram selecionados 698, cuja distribuição entre as revistas pode ser vista no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Quantidade de artigos, por revista, selecionados na primeira fase

Sigla da Revista	Total de artigos do acervo	Selecionados na primeira fase
C&E	339	134
EPEC	163	50
IENCI	229	104
RBPEC	197	62
CBEF	355	114
CdP	477	5
QNE	391	54
RBEF	911	125
SBHC	102	50
Total Geral	3.164	698

A segunda etapa de seleção dos artigos, norteadada pelo tema NdC, foi aplicada sobre os 698 artigos selecionados na primeira etapa, e consistiu na pesquisa da palavra *natureza* (ou *nature* para os artigos em inglês, ou *naturaleza* para os artigos em espanhol), que quando encontrada, era lido o contexto em que aparecia para identificar se estava relacionada à ciência. Observamos que além da expressão “natureza da ciência”, apareciam outras semelhantes como “natureza do conhecimento científico”, por exemplo, ou ainda relacionadas às disciplinas da ciência, como “natureza da Física” por exemplo. Exemplificamos esta etapa da seleção por meio do Quadro 4, que apresenta alguns recortes dos artigos selecionados.

¹⁰ 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.

Quadro 4 – Fragmentos de artigos que exemplificam a segunda fase de seleção .

Fragmento do texto que justifica o artigo ter sido selecionado	Artigo ¹¹
“[...]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, distribuídos entre as revistas, conforme mostra o Quadro 5 a seguir.

Quadro 5 – Quantidade de artigos, por revista, selecionados na segunda fase

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

Descritas sob a ótica da ATD, estas duas primeiras etapas de seleção consistiram na categorização dos artigos em: os que possuem, e os que não possuem, as unidades de análise *hist*, *filo* ou *philo* dentro de determinadas unidades de contexto (sentença relacionada à ciência), na primeira fase; e, os que possuem, e os que não possuem, a unidade de análise *natureza*, *naturaleza* ou *nature* dentro de determinadas unidades de contexto (sentença relacionada à ciência), na segunda fase.

De um universo de 3.164 artigos, chegamos a um montante de 156, todos referentes a pesquisas em Ensino de Ciências, e que em seus textos utilizaram, ao

¹¹ A referência completa destes artigos se encontra no APÊNDICE 01.

menos uma vez, expressões que remetem à HFC e NdC. Note aqui que não se sabe, ainda, se estes artigos de fato estão relacionados com HFC e/ou NdC, sabe-se apenas que eles utilizaram estas expressões em algum momento no decorrer de seus textos. É preciso, então, identificar quais destes artigos apresentam investigações que possam ser relevantes para a proposta desta dissertação, a discussão de NdC via HFC.

Esta terceira etapa da seleção, portanto, inevitavelmente exigia a leitura dos artigos. A leitura dos artigos foi feita então com a seguinte perspectiva: identificar se a “natureza da ciência” era algo importante naquela pesquisa, sendo ou fazendo parte: do tema, ou dos objetivos, ou dos argumentos analíticos e/ou conclusivos. Em caso positivo, o artigo era selecionado. Traduzindo para a linguagem do método da ATD: cada artigo foi considerado como uma *unidade de contexto*, e cada fragmento do artigo que representasse seu tema, objetivos, ou argumentos importantes para seus resultados, foi considerado uma *unidade de análise*, sendo os artigos então classificados em duas categorias mutuamente excludentes, aqueles em que a NdC não constava como elemento das unidades de análise, e aqueles em que constava. Como já mencionado, o segundo grupo de artigos foi o selecionado para o prosseguimento desta pesquisa. O Quadro 6, a seguir, apresenta alguns fragmentos dos textos (unidades de análise) de alguns dos artigos selecionados nesta etapa.

Quadro 6 – Exemplos de unidades de análise dos artigos selecionados na 3ª fase

ARTIGO ¹² / TRECHO	S ¹³	OBS. ¹⁴
RBEFv28n4a2006p473-485		
A investigação cujos resultados são apresentados neste artigo originou-se do interesse em conhecer a forma pela qual um <i>software</i> educacional que emprega a hipermídia e enfoca aspectos históricos, filosóficos, tecnológicos, sociais e ambientais da Ciência, objetivando o ensino de física moderna, poderia contribuir para estudantes do Ensino Médio construir conceitos científicos e noções sobre a natureza da Ciência. (p. 474)	I	Objetivos

¹² A referência completa destes e dos outros artigos selecionados nesta fase estão listadas no APÊNDICE 02.

¹³ Representa a seção do artigo em que se encontra tal fragmento recortado, conforme segue: resumo (R), introdução (I) – a primeira seção do artigo subsequente ao resumo, conclusão ou considerações finais (C) – última seção do artigo quando esta apresenta uma síntese dos resultados, desenvolvimento (D) – todas as seções intermediárias localizadas entre I e C.

¹⁴ Nossas anotações quanto aos referidos trechos dos artigos, feitas em alguns casos para ajudar no processo seletivo e talvez no processo de categorização.

[o <i>software</i>], na forma como foi utilizado no curso introdutório descrito, atingiu seus principais objetivos, de contribuir para a construção de conceitos científicos sobre a natureza da Ciência por estudantes do Ensino Médio. (p. 484)	C	Objetivos atingidos
RBEFv29n1a2007p127-134		
[...] realizamos uma análise quantitativa de pré e pós-teste através dos resultados da aplicação de um questionário contendo vinte e cinco perguntas/afirmações sobre a natureza da ciência. (p. 127)	I	Descrição do que foi feito
Nosso pressuposto básico, e frequentemente defendido na literatura, é que essas visões superadas (empiristas-indutivistas) da natureza da ciência sustentadas por futuros professores de física acabam resultando em práticas docentes inadequadas. (p. 128)	D	Ideia norteadora
RBEFv30n1a2008c1602		
O presente artigo apresenta um estudo histórico desse episódio [livro de Newton sobre óptica], evidenciando que a construção do conhecimento científico não é simples e linear como geralmente se acredita, possibilitando a compreensão de diversas características relevantes da natureza da ciência. (p. 2)	I	Descrição do que foi feito
QNEa1999vXn9p31-40		
Qualquer relato sobre ensino e aprendizagem das ciências precisa levar em consideração a natureza do conhecimento a ser ensinado. Embora trabalhos recentes sobre a natureza da ciência enfatizem que as práticas científicas não podem ser caracterizadas de modo unitário simplista, ou seja, que não existe uma única 'natureza da ciência'. (p. 31-32)	D	NdC permeia todo este artigo
A visão de que o conhecimento científico é socialmente construído, validado e comunicado é central neste artigo. Apresentamos uma perspectiva de aprendizagem das ciências como processo de enculturação e não de descoberta, argumentando que o estudo empírico do mundo natural não resultará em conhecimento científico porque o conhecimento científico é, por natureza, discursivo. (p. 39)	C	exemplo sobre o dito acima
EPECv11n2a2009p197-214		
Neste trabalho, apresentamos um estudo sobre a natureza epistemológica da visão da ciência presente em livros didáticos de Química. Realizamos um estudo que tinha como objetivo investigar a visão de ciência explícita e implícita presente em livros didáticos de química e o tratamento dado à história da ciência e à relação entre ciência, tecnologia e sociedade. (p. 197)	R	Descrição do que foi feito + Objetivos
RBPECv01n1a2001p103-117		
[...] analisamos um certo tipo de mensagem filosófica a respeito da NdC comunicada de forma tácita por algumas representações visuais contidas em livros didáticos de Física. [...] As conclusões a que chegamos podem servir como um alerta para aqueles empenhados em elaborar textos de Física que, além de ricamente ilustrados, pretendam também passar uma visão mais cuidadosa da natureza da ciência. (p. 103)	R	Descrição do que foi feito
Visões sobre a natureza do conhecimento científico, desta forma, são veiculadas não apenas nos textos escritos de tais livros, mas igualmente nas suas representações visuais. Confundir, em tais ilustrações, o real concreto com o real pensado equivale a passar uma mensagem equivocada sobre a história e a filosofia da ciência, lição esta que pode ser bastante danosa para a compreensão da natureza da ciência. (p. 115)	C	
RBPECv05n2a2005p5-14		
Parece-nos evidente a falta de comprometimento, por parte dos PCNs, em posicionar-se teoricamente em relação às possíveis concepções referentes à natureza da ciência. Inúmeras vezes, durante a exposição de ideias, o documento teve a oportunidade de colocar-se contrário à visão empirista-indutivista de ciência, mas, infelizmente, não o fez. (p. 10)	D	Parte das análises e considerações.
Pode-se observar durante a análise crítica dos PCNs, a carência de argumentação teórica em relação às concepções epistemológicas sobre a natureza da ciência. (p. 12)	C	
CBEFv24n2a2007p261-280		
A discussão acima nos leva ao planejamento e às ações desenvolvidas durante a	I	Objetivos

disciplina “Ensino de Ciência e Tecnologia I”. O curso, de um modo geral, objetivou: – Explorar as ideias e opiniões pessoais dos alunos sobre o que seja ensinar e aprender ciências e sobre a natureza da ciência e do conhecimento. [...] – Propiciar a interação entre pares para que todos pudessem expressar e defender suas ideias sobre a natureza da ciência e sobre ensinar e aprender ciências; (p. 264-265)		
Como se pode concluir pelos comentários acima, foi a partir das leituras e debates sobre a natureza da ciência que começou a ocorrer uma mudança de postura desses alunos frente à ideia de conhecimento científico como verdade absoluta. (p. 272)	D	análise e interpretação dos dados

Dos 156 artigos submetidos a esta etapa, 37 foram selecionados, e serão a partir de agora considerados o *corpus* de nossa pesquisa, sobre o qual dedicaremos nossas análises. A listagem destes 37 artigos pode ser vista no APÊNDICE 02. O Quadro 7 apresenta a distribuição destes artigos nas revistas.

Quadro 7 – Quantidade de artigos, por revista, selecionados na terceira fase

Sigla da Revista	Selecionados na segunda fase	Selecionados na terceira fase
C&E	44	9
EPEC	10	2
IENCI	40	7
RBPEC	21	8
CBEF	24	5
CdP	0	0
QNE	10	3
RBEF	7	3
SBHC	0	0
Total Geral	156	37

Temos consciência de 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 consideravelmente representativa – 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).

3.3 Primeiras Análises

Com o *corpus* de análise delimitado, podemos então iniciar nosso processo analítico. O espaço desta subseção dedica-se, então: à apresentação de nossas primeiras impressões após contato com o acervo, e à descrição e compreensão das categorias construídas a partir dos 37 artigos do *corpus* de análise.

Durante todo o processo de seleção dos artigos foram anotados os números (quantidades de artigos) que representavam cada etapa, tanto por revista (como já mostrado nos Quadros 1, 3, 5 e 7) quanto por ano. O Quadro 8 mostra a distribuição, ao longo dos anos, do artigos tanto do acervo quanto os selecionados em cada fase.

Quadro 8 – Distribuição anual dos artigos desta pesquisa .

ANO	ACERVO	FASE 1	FASE 2	FASE 3
2010	302	54	15	1
2009	288	84	22	6
2008	271	61	12	4
2007	236	55	13	6
2006	212	48	7	3
2005	244	58	15	4
2004	226	56	17	2
2003	188	47	6	0
2002	209	44	7	0
2001	210	59	19	6
2000	179	31	12	2
1999	184	35	6	2
1998	144	24	0	0
1997	140	15	1	1
1996	131	27	4	0
TOTAL	3.164	698	156	37

Ao observar este Quadro, uma coisa que pode ser destacada é crescimento do número total de artigos publicados a cada ano, indicando que, ao menos no período apresentado, o espaço para divulgação de resultados de pesquisas em ensino de ciências aumentou¹⁵.

¹⁵ As revistas EPEC e RBPEC foram criadas nos anos de 1999 e 2001, respectivamente, logo seus artigos só compõem a soma a partir destes anos; a revista C&E, como já mencionado, só tinha disponível em seu *site* os artigos publicados a partir de 1999; e a revista SBHC não teve publicações entre 1999-2002. Mesmo diante de tais circunstâncias, se observado o Quadro 8 somente a partir de

Ao reorganizar este Quadro por quinquênios, e adicionar ao lado do total de artigos selecionados em cada etapa o seu percentual em relação ao total de artigos publicados naquele ano, fica claro que a relação entre o total de artigos publicados no período, 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%, mostrando 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, conforme pode ser visto no Quadro 9, a seguir.

Quadro 9 – Distribuição por quinquênios a cada fase da seleção

PERÍODO	ACERVO	FASE 1		FASE 2		FASE 3	
		total	%	total	%	total	%
2006-2010	1.309	302	23,07%	69	5,27%	20	1,53%
2001-2005	1.077	264	24,51%	64	5,94%	12	1,11%
1996-2000	778	132	16,97%	23	2,96%	5	0,64%
TOTAL	3.164	698	22,06%	156	4,93%	37	1,17%

A partir de uma leitura completa dos 37 artigos do *corpus*, algumas características em comum começaram a ser percebidas entre alguns dos artigos. 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, tópicos potencialmente propícios para produção de discussões aprofundadas sobre a NdC e até mesmo como temas geradores de questões para pesquisas em Ensino de Ciências. Isto fez com que o foco destas leituras fosse alterado, de simplesmente verificar como a NdC fez parte de cada uma das pesquisas relatadas nos artigos, para identificar os temas condutores sobre NdC que podem ser levantados por meio dos mesmos, foco este que de certa forma abrange o anterior mas, indo além das descrições, pode representar uma contribuição para a área de Ensino de Ciências no que diz respeito à criação de novas questões de pesquisa, ou ao menos indicar alguns caminhos mais férteis a serem trilhados.

Com isso foram identificados e descritos 18 temas condutores de NdC a partir dos 37 artigos analisados. Um ponto importante a ser destacado sobre estes é

2003, quando há então artigos de todas as revistas, ainda assim nota-se que há um crescimento anual da quantidade total de artigos.

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 que estão mais fortemente relacionados. Conseguimos listar quatro grandes áreas temáticas nas quais foi possível reorganizar os 18 temas condutores de NdC identificados, as quais apresentamos a seguir.

Área 1 – Historiografia / História da Ciência

Uma das formas de se entender a Natureza da Ciência, conforme capítulo 2, é pelo estudo de como a ciência se desenvolveu ao longo da história. Os dois modelos de desenvolvimento científico que foram apresentados no capítulo 3 permitem construir imagens realistas da ciência, como formas de compreender a prática real da comunidade científica. Agrupamos aqui os quatro temas condutores sobre NdC que conduzem a um conhecimento sobre a ciência cuja ênfase encontra-se em sua história e que, portanto, necessitam do aporte de Laudan (2011) e Kuhn (2009) para serem melhor compreendidos.

1a) Compreensão dos 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 & 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, sobre supercondutividade, constrói historicamente os conceitos desta teoria e mostra a realidade de um laboratório de pesquisa atual

sobre o tema; e o segundo, mostra a história da ótica newtoniana, e aspectos do seu desenvolvimento, aceitabilidade e popularização.

1b) 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 que seja real), ela permite a discussão sobre aspectos do processo científico, sobre a ciência (e consequentemente sobre a NdC), ajudando no ato de ensinar sobre ciência (RIBEIRO & MARTINS, 2007, p. 304). Este artigo apresentou-se potencialmente interessante para a nossa proposta desta dissertação, discutir NdC via HFC, de modo que uma análise um pouco mais detalhada sobre ele será feita no capítulo 5, logo após a apresentação, no capítulo 4, do referencial que será usado como base para tal análise.

1c) compreensão da ciência como atividade humana e/ou socialmente construída: por ser uma atividade de seres humanos, subjetivos e criativos, que vivem numa 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 e GONÇALVES & MARQUES, 2006).

1d) 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 impermanente, 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, versa sobre a ótica newtoniana em seu contexto histórico, como foi seu desenvolvimento, aceitação e popularização, sendo que os autores apontam que o que pode ser aprendido com este 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).

Área 2 – Concepções de Ciência

Assim como o grupo anterior, este também necessita da HFC para ser melhor 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.

2a) análises/considerações/críticas de concepções ingênuas sobre ciência (indutivismo, empirismo, positivismo, verificacionismo etc.): foram identificados 9 artigos em nosso levantamento que fazem caracterização de diversas visões de ciência, como por exemplo o indutivismo (dentre muitas outras), muitas 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 & 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).

2b) 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 com 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 tão pouco 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)

2c) ênfase no pensamento divergente: nesta categoria estão 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, numa cultura científica e tecnológica, pois as visões empobrecidas, distorcidas, afectam tanto a natureza da ciência como a da tecnologia, e devem ser abordadas conjuntamente (CACHAPUZ *et al.*, 2005; GIL-PÉREZ *et al.*, 2005; GIL-PÉREZ e VILCHES, 2003; FERNÁNDEZ *et al.*, 2002; GIL-PÉREZ, 1993 *apud* PRAIA *et al.*, 2007)

Área 3 – Concepções de Natureza da Ciência

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

3a) análise de concepções de NdC em livros didáticos, textos de divulgação científica, artigos que descrevem experimentos, e documentos do MEC: esta é a categoria que agrupou a maior quantidade de artigos do nosso *corpus* de pesquisa (dez artigos). Listam-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 e 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).

3b) 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), que 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.

3c) 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 com pesquisas em Ensino de Ciências, cujo intuito foi determinar se há (por meio da análise das respostas a questionário) um consenso com relação a quais crenças e atitudes relacionadas à NdC são adequadas ou inadequadas (p. 35-36).

3d) apurar concepções de NdC por meio de debates e da Análise de Discurso: nossa última 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, na qual 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.

3e) aplicação de questionários para apurar as concepções docentes e/ou discentes de NdC: foram identificados 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 de 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-C¹⁶, uma forma semelhante 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

¹⁶ O questionário VNOS-C foi desenvolvido por Norman Lederman e consiste de questões abertas que visam levantar concepções de NdC de estudantes, e exemplos de sua aplicação podem ser vistos, além dos três artigos já mencionados, em Lederman (2005). Uma versão deste questionário traduzida para o português encontra-se no anexo do artigo TEIXEIRA *et al.*, 2009.

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.

Área 4 – Ensino de Ciências

Por fim, a última grande área na qual foram agrupados alguns temas condutores de NdC é o Ensino de Ciências. Aqui se encontram as categorias que estão diretamente relacionadas às atividades de ensino.

4a) 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, relacionadas à “compreensão da natureza, dos propósitos, do *ethos*¹⁷ e da história da ciência” (p. 83). Completam esta categoria as pesquisas de: Acevedo *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,

¹⁷ 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...); e *êthos* (maneira de ser, *carácter*...) 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)

compreendida como um elemento importante da alfabetização científica e tecnológica para todas as pessoas. (p. 44)

4b) instrumento reflexivo para a tomada de decisões: aqui estão classificados 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. Não é somente pela sua descrição que esta categoria acaba sendo semelhante à anterior, mas também porque todos os 4 artigos que compõem esta categorização fazem parte da categoria d: Santos (2004), Acevedo *et al.* (2005), Reis & Galvão (2005) e Praia *et al.* (2007).

4c) 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 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 intuitos 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) e sua “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 a 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; (e) propor atividades diferentes que levem os alunos a aprenderem independentemente; e, (f) oferecer *feedback* constante. (p. 276);

4d) 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) pretenderam “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) descreve 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 de 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);

4e) relação de NdC com a aprendizagem significativa: um artigo de nosso levantamento 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)

4f) 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 de 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 desta pesquisa relatada consistiu em colocar alunos em contato com tal *software* e outra parte consistiu na entrevista dos alunos para investigar o aprendizado de conceitos científicos e sobre a NdC.

CAPÍTULO 4 – CONCEPÇÕES MÍTICO-CIENTÍFICAS: A HISTÓRIA DA CIÊNCIA CONDUZINDO À COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA

Como já dito, a segunda parte deste ensaio dissertativo compreende a apresentação, neste capítulo, do artigo de Douglas Alcchin (2003) como um referencial teórico que permite compreender e ensinar a NdC a partir do questionamento a certos aspectos presentes nas narrativas históricas tradicionais, e uma análise, no próximo capítulo, de um artigo encontrado nesta pesquisa, que se enquadra na proposta de Alcchin.

Alcchin (2003, p. 329) inicia seu artigo posicionando-se contrariamente às indicações das recentes reformas no ensino de ciências como, por exemplo, o *National Research Council*, de 1995, que propõe a inserção de *mais história* no currículo de ciências. Ele afirma que o problema não é a quantidade de história presente nos currículos, mas sim o *tipo* de história usada, suas *características*: estereotipada, romantizada, dramática, monumental, heroica, por exemplo. Muitas vezes errônea (mesmo que baseada em fatos autênticos), ela acaba por ser enganosa, e foge do objetivo de tais reformas: ensinar história e natureza da ciência.

As narrativas históricas, como tradicionalmente se apresentam nos livros didáticos, possuem uma arquitetura retórica um tanto quanto comum de como mostrar a ciência, cometendo equívocos e caracterizações errôneas, e sob as quais os educadores estão em posição privilegiada tanto para saná-las como para perpetuá-las (ALCCHIN, 2003, p. 329-330). Porém, o objetivo deste trabalho de Alcchin não está em criticar tais problemas das narrativas históricas contadas (afinal, como ele mesmo menciona, já existem inúmeros trabalhos na literatura que fizeram isso), mas sim, em traçar o perfil desta arquitetura, que ele denomina *myth-conceptions* (em nossa tradução, *concepções míticas*), e oferecer ferramentas simples que possam ser usadas inclusive por professores com pouca ou nenhuma experiência no ensino de NdC e HC, que ao considerarem os textos em um contexto educativo, possam apontar algumas soluções como alternativas para lidar com o problema apresentado à NdC por tais concepções míticas, sem que haja necessidade de adotar uma nova narrativa histórica, menos mítica (*Ibid.*, p. 330-331).

É importante esclarecer que Alcchin utiliza o termo *myth* como um adjetivo, e não como um substantivo, motivo este pelo qual o traduzimos como *mítico* ao invés de *mito*. Isto se evidencia em sua definição (ALCCHIN, 2003, p. 330), diferente da comumente usada no senso comum¹⁸, que partindo do grego *mythos* que significa *dizer* ou *estória*, entende-se *mito* como uma *narrativa*, uma forma, estilo ou gênero literário que funciona, tal como as parábolas, como uma *explicação e/ou justificação*, cujo poder persuasivo está contido em seus elementos (*sobre-humanos*, por exemplo). Desta forma, “os mitos encarnam uma visão de mundo *pelo fornecimento de fórmulas ou arquétipos para comportamentos apropriados ou sancionados*”.

Compreender a dimensão retórica das histórias e a arquitetura dos mitos, para Alcchin (2003, p. 342), capacita os professores a regularem melhor a forma como suas próprias narrativas afetam seus alunos, pois eles precisam abandonar (ou ao menos desestabilizar) a história mítica para poderem retratar com fidelidade a NdC, a ciência como ela é praticada em um (imperfeito) mundo humano e real. Nas palavras de Alcchin (2003, p. 342):

eu não quero dizer que todo professor de ciências deve ser um historiador profissional. Minha principal preocupação aqui não é a precisão histórica, por si só, mas o estilo mítico¹⁹. A lição não está nos detalhes de cada história, mas em seus elementos narrativos comuns. Ou seja, o que transforma estórias simples em mitos? Pormenores à parte, que características caracterizam este tipo de história? Pode-se generalizar a sua estrutura interna?

A arquitetura das concepções mítico-científicas compreende: monumentalidade, idealização, drama afetivo, e narrativa explanatória e justificatória.

Alcchin (2003, p. 342) caracteriza a *monumentalidade* como uma grandeza monumental que é atribuída aos fatos e pessoas. Os personagens literários são

¹⁸ Alcchin (2003, p. 330) apresenta a definição do *mito* do senso comum como sendo uma *falsa crença*, oposta à ciência (crença verdadeira), sendo usada nas ciências ou na educação para representar *generalizadas e inquestionáveis falsas crenças*, e servindo como artifício que coloca o autor na condição de salvador (aquele que resgata os leitores da credulidade). Outra interpretação comum do mito, na ciência, é como *uma metáfora religiosa fundamental*.

¹⁹ “Claro, eu certamente espero que os professores se esforcem para respeitar os fatos históricos, tanto quanto fatos científicos. Por exemplo, muitas anedotas favoritas de sala de aula de cientistas são apócrifos. Aqui, vou me concentrar no que pode sugerir o professor inexperiente ao questionar tais histórias.” (ALCCHIN, 2003, p. 342)

maiores que a vida, são heroicos, possuem uma personalidade que irradia virtude, não têm falhas de caráter, enquanto cientistas eles não cometem erros. As descobertas, portanto, ao invés de serem graduais e feitas por várias pessoas, são instantâneas (momento “Eureka!”, ou *insight*) e concentradas no protagonista. A função da monumentalidade é envolver o leitor. Suas características míticas funcionariam como um modelo para inspirar os estudantes, mas, paradoxalmente, subvertem ao objetivo de retratar a ciência como um esforço humano. Alcchin (2003, p. 342-343) ainda alerta: mais pesquisas precisam ser feitas com relação ao pressuposto de que cientistas míticos são modelos que inspiraram estudantes a se tornarem cientistas, não se sabe se a imagem mítica pode ter sido significativa ou se outras razões os encorajaram às ciências; e, além disso, também com relação a tais modelos serem negativos: quantos cientistas em potencial podem estar alienados por tais mitos? Quantos podem ter sido desencorajados, pelos mitos, a seguir as ciências? Um estudante que tenha grande interesse em ciências (mas cuja capacidade ainda não foi comprovada), ao ter contato com tais personagens míticos, heróis salvadores da humanidade, que mudaram o rumo da história, pode sentir-se intimidado, e inferir que, como *a ciência é só para gênios*, não irá conseguir trazer contribuições significativas, e concluir que não adianta nem tentar ser cientista.

É preciso desconfiar quando elementos narrativos estão em grande escala, conforme exemplifica Alcchin (2003, p. 343):

Fleming não apenas descobriu as propriedades antibacterianas de alguns fungos. Não, ele "*conquistou alguns dos mais antigos flagelos da humanidade*" (Ho, 1999). Harvey não descobriu a circulação apenas. Ao contrário, ele nos salvou de um erro que persistiu *durante 1500 anos*. Kettlewell, pelo seu próprio relato popular (1959), descobriu "*as evidências que faltavam para Darwin*". Ele assim aparentemente assegurou a teoria da evolução de uma vulnerabilidade secular.

Outra característica dos mitos, a *idealização*, consiste em simplificar e/ou reduzir os fatos, tornando a narrativa uma *boa história para ser contada*. Para isso, segundo Alcchin (2003, p. 344), duas coisas costumam ser feitas, a *apuração* (ou acentuação) e o *nivelamento*, de maneira que, por exemplo, ganha destaque (são acentuados) na narrativa os aspectos positivos, as contribuições positivas, os acertos, o protagonista, ao passo que são nivelados (têm importância diminuída, são

desenfatizados ou até mesmo omitidos) aspectos ou contribuições negativas, erros ou falhas, outros cientistas que trabalhavam com o mesmo problema ou fenômeno, enfim, detalhes ou contingências que pareçam *arrastar para baixo* o enredo ou subverter a lição geral que a narrativa pretende demonstrar. É assim, por exemplo, que

O papel de Fleming torna-se acentuado. Duchesne e outros tornam-se nivelados. [...] Os 15 traços "confusos" das ervilhas de Mendel são esquecidos. A analogia microcosmo de Harvey não é contada. A história sobre Semmelweis frequentemente omite todas as possibilidades que ele primeiramente considerou [...] (ALCCHIN, 2003, p. 344).

O mítico método científico como um *algoritmo*, uma sequência de eventos que, seguidos item a item, resultam na descoberta e no seu significado que coincide exatamente com o atualmente conhecido, parece impecável, mais eficiente do que realmente é, cria uma promessa que a ciência não é capaz de cumprir, um ideal inalcançável, e, por isso, é outro elemento que faz parte da idealização (ALCCHIN, 2003, p. 344-345).

O terceiro elemento da arquitetura dos mitos, segundo Alchin (2003, p. 345-346), é o *drama afetivo*, uma técnica literária cujo objetivo é *entreter e persuadir*, intensificando imagens, aumentando a dramaticidade, aprofundando respostas estéticas, mostrando uma verdade que sempre triunfa (depois de um conflito dramático), o conflito do bem contra o mal, enfim, coisas que *tornam a estória mais atraente*, mais *memorável*, devido ao seu efeito emocional – talvez este seja um dos motivos pelos quais a cultura perpetue os mitos: gostamos e nos lembramos deles, então contamos e recontamos-los (MILNE, 1998, p. 177 *apud* ALCCHIN, 2003, p. 345).

Dentre os artifícios retóricos usados para o drama afetivo, destacam-se:

- A emoção do momento da descoberta (o estereotipado desenho da lâmpada);
- Reivindicação;
- A surpresa do acaso;
- A recompensa da integridade (fidelidade à evidência, resistência ao preconceito social);
- Vergonha (por exemplo, desafiando uma ideia em última análise correta);
- Trágica ironia. (ALCCHIN, 2003, p. 345)

Por fim, o “último elemento que torna estas histórias míticas é o seu papel explicativo. Elas não são apenas estórias da ciência. Elas são “justamente” estórias da ciência” que, como fábulas, “explicam um determinado objetivo através da narrativa” (ALCCHIN, 2003, p. 346). A arquitetura de mitos científicos, assim, justifica e explica a autoridade da ciência, mostrando os elementos que conspiram para formar a tão familiar história de *como a ciência encontra a verdade*:

- A ciência se desenvolve através de um método especial, independente de contingências, contextos, ou valores;
- Todas as experiências são bem planejadas e impedem quaisquer erros;
- A interpretação de evidências não é problemática, e produz respostas do tipo “sim” ou “não”;
- A realização depende do intelecto privilegiado (cientistas são pessoas especiais, extraordinárias, cuja autoridade está fora de questão). (ALCCHIN, 2003, p. 346)

Desta forma, “a ciência conduz certa e inevitavelmente (e unicamente) para a verdade, sem incerteza ou erro (qualquer coisa menos que isso abandona a objetividade e reduz-se ao relativismo)” (*Ibid.*, p. 346).

Alcchin (2003, p. 346-347) finaliza sua apresentação da arquitetura dos mitos da seguinte maneira:

Devido à *escala monumental*, a autoridade resultante é monolítica. Por causa da *idealização*, método simples parece ser suficiente para explicar toda a realização científica. Por causa dos *artifícios retóricos de drama afetivo*, as características, ainda que enganosas, são imensamente persuasivas e emocionalmente comandantes. [...] Assim, os mitos funcionam implicitamente para legitimar certas ações ou normas de conduta humana, enquadrando-as como “naturais”. [...] O leitor focado na história vê a história e as normas como causas reais. A menos que treinados, eles raramente veem o quadro para compor a história. É por isso que histórias são mais potentes cognitivamente do que meras descrições de ciências e seus métodos. A arquitetura é invisível. Às vezes até mesmo para os próprios narradores. Mitos [...] são concebidos para explicar e reforçar a autoridade absoluta da ciência.

Para construir esta arquitetura das concepções mítico-científicas, Alcchin debruçou-se na análise de cinco tradicionais narrativas, muito conhecidas nas áreas de ciências biológicas e da saúde (Gregor Mendel e a genética, H. B. D. Kettlewell e as mariposas, Alexander Fleming e a penicilina, Ignaz Semmelweis e a lavagem das

mãos, e William Harvey e a circulação do sangue), consideradas como alguns dos casos exemplares a partir dos quais pode ser entendida a arquitetura retórica das narrativas que contém concepções míticas.

Começando por Mendel, Alchin apresenta cada parte da narrativa tradicional seguida de sua concepção mítica relacionada:

Mendel trabalhou sozinho em um mosteiro austríaco. Lição: os cientistas, modestamente, procuram a verdade, não ambição. Mendel usou ervilhas. Moral da história: cientistas projetam estudos usando materiais apropriados. Ele contou as ervilhas: os cientistas são quantitativos. Ele contou as ervilhas por várias gerações ao longo de muitos anos: os cientistas são pacientes. Ele contou milhares e milhares de ervilhas: os cientistas têm trabalho duro. Depois de tudo isso, Mendel foi negligenciado por seus pares, que não conseguiram compreender o significado de seu trabalho, mas ele foi tardia e justamente "redescoberto": triunfa a verdade científica sobre o preconceito social. No fim das contas, Mendel estava certo: os cientistas não erram. (ALCCHIN, 2003, p.331)

Com relação ao caso Kettlewell, Alchin (2003, p. 333) observa que a imagem simplificada da ciência presente nesta narrativa carrega uma lição implícita: a ciência classifica as coisas pontualmente, ou é preto ou é branco, ou é verdadeiro ou é falso, não há tons de cinza e muito menos conclusões parciais ou incertezas residuais; e alerta para o perigo em potencial deste tipo de imagem:

O perigo potencial de simplificação habitual é que os professores podem transmitir uma falsa imagem da natureza da ciência. Em certo sentido, eles condicionam alunos a esperar simplicidade. Quando os alunos encontram complexidade, podem sentir-se traídos ou "simplesmente" não possuem as competências interpretativas necessárias. (*Ibid.*, p. 334)

Já a “descoberta” da penicilina por Fleming costuma ser narrada como um momento de grande *insight* pessoal (o momento “*Eureka!*”, o momento que contém aquela imagem clichê da lâmpada acesa sobre a cabeça de quem tem uma ideia genial), onde ele, favorecido pelo *acaso*, encontra a substância que devolverá a saúde (ou até mesmo evitar a morte) de milhões de pessoas (ALLCHIN, 2003, p. 334-335). Um caso típico em que a narrativa histórica *infla* o papel de um único cientista, colocando-o como um gênio, *um herói* que *em um instante* alterou o curso da história, quando na verdade não houve um momento “*Eureka!*”, e foi o trabalho

de muitos outros que transformou a penicilina em um medicamento (*Ibid.*, p.336-337), com um trabalho de 12 anos (e não algo instantâneo) para chegar a tais resultados.

O caso de Semmelweis (ALCCHIN, 2003, p. 337-339) – um clássico exemplo do *triunfo do bem sobre o mal*, do *drama* e da *tragédia* como recursos narrativos – mostra como este jovem médico percebe, quando vê um colega adoecer e *associa instantaneamente* tal patologia ao ferimento no dedo adquirido durante uma cirurgia cujas mãos não foram lavadas (típico momento de *insight*) com a importância de se lavar as mãos como um procedimento antisséptico na medicina. Ao tentar divulgar seus resultados, Semmelweis, criticado por seus *oponentes* (retratados como *xenofóbicos, arrogantes, mesquinhos e hostis*), tem suas recomendações rejeitadas, negligenciadas. No drama de sua reivindicação, ele é demitido, tem um colapso mental e anos depois se torna um *mártir*, com uma morte ironicamente causada pela doença que ele tanto perseguiu, a sepsia puerperal.

As narrativas tradicionais sobre Harvey e sua teoria da circulação sanguínea apresentam-no como *um herói que redimiou a humanidade de uma mentira que durou 1.500 anos* (a teoria anterior de Galen sobre o fluxo sanguíneo), mostrando uma *conquista singular*, devido a um *poderoso raciocínio dedutivo* (ALCCHIN, 2003, p. 339-341).

Alcchin finaliza seu artigo mostrando duas estratégias que podem ser adotadas por professores que, querendo ensinar NdC, possam lidar com as concepções mítico científicas presentes nas narrativas históricas dos livros didáticos, mesmo que não possuam conhecimentos e/ou experiência em HFC.

A primeira estratégia é a *reflexividade*. A Tabela 02 é uma ferramenta para identificar e neutralizar a fonte das narrativas míticas, que pode ser acompanhada das seguintes dicas na forma máximas breves, para ajudar a avaliar qualquer história:

Suspeite da simplicidade. Cuidado com vinhetas. Abrace complexidade e controvérsia. Descarte imagens romantizadas. Não infle o gênio. Misture celebração com a crítica. Examine a posteriori a ciência feita. Reviva a ciência-em-sua-construção. Explique erros sem desculpá-los. E acima de tudo respeite o contexto histórico (veja caso 5). (Note-se que essas máximas concentram-se na retórica das histórias da ciência e não na "natureza da ciência" diretamente.) (ALCCHIN, 2003, p. 347).

Tabela 02 – Comparação de aspectos que caracterizam a história mítica e a história que retrata a Natureza da Ciência (ALCCHIN, 2003, p. 347)

<u>Narrativas Míticas</u>	<u>Natureza da História da Ciência</u>
Ciência pronta	Ciência em sua construção
Gênios superinflados	Oportunidades
Universalidade desqualificada	Incertezas
Retrospectiva, romanticismo	Respeito pelo contexto histórico
Caricaturas	Contingência, complexidade e controvérsia
Resultados esperados e desculpas	Erro explicado

A segunda estratégia caracteriza-se pela *apropriação*, por parte dos professores, de *histórias alternativas que quebram as normas da estrutura mítica*. Por exemplo, a arquitetura mítica do método científico (método correto → conclusão correta) pode ser quebrada com uma narrativa do tipo “método correto → conclusão incorreta”, facilmente encontrada em referenciais da HFC. Conforme afirma Alcchin (2003, p. 348):

Esta é a forma como os professores podem *explicar* os limites da ciência, sem acenos vagos sobre ceticismo ou provisoriedade. Eles devem ajudar a desfazer as *mith-conceptions* e mostrar como fazer ciência pode, por vezes, levar a erros. Nós devemos explicar o erro, e não desculpá-lo (Alcchin, 2001b). Idealmente, os educadores também mostrarão quais permitiram que os cientistas mais tarde reconhecessem um erro e corrigi-lo. Narrativas de erros e recuperação de erros, eu afirmo, *ambos* transmitem aquilo que justifica e aquilo que limita conclusões científicas.

Alcchin (2003, p. 348) conclui seu trabalho dizendo que os mitos não promovem um compreensão dos processos da ciência ou da NdC, e ter *mais deles* (como clamam as reformas) não resolve nada.

CAPÍTULO 5 – UM ACHADO DESTA PESQUISA

Ao longo deste ensaio dissertativo, pudemos entender, pelos capítulos 1 e 2, que uma compreensão adequada da NdC necessita um aporte de HFC. No capítulo 3, nossos dados mostram que esta preocupação está presente no cenário do Ensino de Ciências brasileiro, e que pesquisas foram, e estão sendo feitas neste sentido. Uma primeira análise dos artigos selecionados nesta pesquisa, também apresentada no capítulo 3, revelou vários temas condutores que levam à compreensão da NdC. Já pelo capítulo 4, mostramos ser possível promover ações pedagógicas que atendam as demandas de NdC no Ensino de Ciências, mesmo que a disponibilidade de HFC no material didático para os professores seja de qualidade duvidosa. Por fim, neste último capítulo, apresentamos um artigo encontrado em nosso trabalho que se destaca dos demais por representar uma pesquisa cuja proposta mostraremos ser muito semelhante à de Alcchin (2003) discutida no capítulo 4: é possível ensinar NdC a partir de quaisquer narrativas que contenham HFC, mesmo que de qualidade questionável. Além do mais, este artigo também apresenta uma ferramenta para identificar certos elementos da narrativa, que usada em conjunto com a de Alcchin, pode ser de grande proveito.

O artigo em questão é o de Ribeiro & Martins (2007), *O Potencial das Narrativas como recurso para o Ensino de Ciências: uma análise em livros didáticos de Física*. Eles constroem seu referencial teórico apresentando uma compreensão das narrativas a partir da psicologia, antropologia e sociolinguística, e em seguida discutindo seu potencial didático para o Ensino de Ciências. Logo após, eles apresentam uma análise de quatro narrativas históricas presentes em livros didáticos de física para o ensino médio, sobre o caso de Arquimedes e a coroa do rei Hierão, cuja versão clássica mostra Arquimedes saindo nu correndo pela cidade gritando *Eureka!*, quando *descobre* durante um banho a possível solução para a suposta fraude a que ficou responsável por averiguar.

Para Ribeiro & Martins (2007), as narrativas são “algo mais que um gênero literário” (p. 295), são “uma das formas básicas pelas quais o homem se expressa, estrutura e organiza seu pensamento” (Edwards, 1997 e Bruner, 1986 *apud*

RIBEIRO & MARTINS, 2007, p. 295), sendo a argumentação a outra forma, e o que as diferencia, basicamente, é *do que* elas convencem e algumas de suas propriedades características: a argumentação baseia-se na lógica que se utiliza de premissas para concluir a veracidade ou falsidade de algo, independente de contextos ou situações externas; ao passo que a narrativa (aqui começam as semelhanças com Alcchin), característica das *boas histórias*, por não estar sujeita a provas e verificações, tem mais liberdade de expressão, permite exageros óbvios, paradoxos, ambiguidades e até contradições (p. 295).

Assim como Alcchin (2003), Ribeiro & Martins (2007) também consideram que as narrativas possuem um *poder de convencimento*, pois suas *boas histórias* relatam coisas cuja veracidade nem sempre pode ser comprovada, mas que possuem *credibilidade* (são acreditáveis) e são *verossímeis* (parecidas com a vida), além de normalmente precisarem de algo que as justifique (p. 296), ou seja, não é qualquer fato ou comportamento (por exemplo) que uma narrativa relata, mas aqueles que violam um padrão cultural canônico (Bruner, 1990 *apud* RIBEIRO & MARTINS, 2007, p. 296). Sendo assim, fatos e comportamentos corriqueiros, ordinários, ditos normais, *por serem desinteressantes* ao público alvo, não costumam fazer parte das narrativas (percebe-se aqui o que Alcchin (2003) chama de *nivelamento*).

Outras considerações de Ribeiro & Martins (2007), perceptivelmente coincidentes com as de Alcchin (2003) são: narrativas relatam eventos em uma série de elos causais, relacionados uns com os outros e também com o todo (p. 296); narrativas podem, além de preservar e divulgar valores, ter importante papel no estabelecimento de novos valores (p. 297); representam cientistas como heróis e a ciência como resultado de alguns poucos indivíduos (p. 298); podem encerrar uma lição de moral (p. 298).

A primeira análise feita por Ribeiro & Martins (2007, p. 300-301) trata da localização da narrativa no livro didático (quando no início da seção, pode servir de estímulo ao aluno, representar um desafio, enquanto no final, pode servir como exemplo de aplicação ou ilustração do conteúdo abordado), bem como sua linguagem. Assim, quando a 1ª narrativa por eles analisada localiza-se no início do capítulo e está na primeira pessoa do singular, ela comunica-se mais diretamente

com o leitor e convida-o a pensar a responder perguntas, criando uma expectativa de desfecho. Já a 2ª narrativa, localizada no final, serve de ilustração do capítulo ou de descontração para o aluno, mostrando algo *menos matemático*. O 3º caso

evidencia um recurso de extremo valor pedagógico das narrativas: a possibilidade de trabalhar a história do ponto de vista de sua estrutura interna, dividindo-a em duas ou mais partes, conforme a conveniência e os objetivos que se têm ao narrar a história. (*Ibid.*, p. 300)

E a 4ª narrativa, ocupando três quartos de página em um total de cinco páginas, expõe o caso e em seguida descreve cada etapa da experiência em uma sequência hierárquica, apelando para a lógica de que a solução de um problema segue *o método científico*.

Em outra parte de suas análises, Ribeiro & Martins (2007, p. 297) utilizam o seguinte modelo que identifica os elementos que estruturam narrativas²⁰.

Tabela 03 – Elementos que estruturam a narrativa

Elementos constituintes da estrutura interna da narrativa	Questões às quais se referem
Abstract	Do que se trata?
Orientação	Quem? Quando? Onde? O quê?
Complicação	Então, o que aconteceu?
Avaliação	E então?
Resolução	Finalmente, o que aconteceu?
Coda	Fechamento

A partir deste modelo, eles tecem as seguintes considerações:

[...] destacamos a importância do *abstract* que, quando bem estruturado, pode servir de estímulo à própria leitura, além de evitar a leitura de um trecho grande (e, às vezes, cansativo) para se saber do que trata o texto que se tem em mãos. Vimos, também, que a *orientação* ajuda a situar o leitor, proporcionando contextos relevantes que potencialmente colaboram para a compreensão das ideias a serem discutidas. No caso das narrativas analisadas, chamamos especial atenção para as referências à reputação de Arquimedes como homem sábio e o sentido de seu papel social. É na *complicação* onde se estabelecem as bases do problema que justifica a

²⁰ De acordo com Ribeiro & Martins, este é o modelo de Labov (1972).

narrativa. Neste caso, observamos, nas narrativas analisadas, a apresentação de uma relação entre uma questão de ordem prática e a necessidade de sua solução por meios irrefutáveis. Vemos, assim, que os trechos correspondentes às *orientações* e *complicações* das narrativas contêm importantes elementos para a discussão de aspectos relacionados a aspectos da natureza da ciência. Já a *resolução* mostra o resultado dos eventos e das ações narradas, que consistem na solução do problema. Em nossas análises, vimos que é na *resolução* onde se constrói a vinculação entre eventos, tais como o problema da coroa e a água que entorna durante o banho. Finalmente, na *avaliação*, chama-se a atenção do aluno exatamente para a importância, o valor e o significado dos fatos narrados e das informações fornecidas dentro de todo um contexto já explicitado na orientação. Nos exemplos analisados, percebemos a valorização da engenhosidade da solução proposta e o destaque dado ao papel da imaginação na resolução do problema. (RIBEIRO & MARTINS, 2007, p. 302, grifos dos autores)

Ribeiro & Martins (2007), tal como Alcchin (2003), frisam que não importa se a narrativa conta uma história de fatos acontecidos ou uma fantasia sobre eles, sendo esta verossímil, permitirá que sejam feitas discussões sobre características do processo científico, ou seja, o interesse está na história não pela sua veracidade histórica, mas por poder ajudar a ensinar *sobre* ciência (p. 304). A plausibilidade (ou verossimilhança) necessita que o *perfil* do protagonista seja compatível com suas ações durante a história. Desta forma, as narrativas permitem uma reflexão sobre a NdC e as pessoas envolvidas nos processos da ciência (p. 305).

Assim como Alcchin (2003), Ribeiro & Martins (2007, p. 306) também destacam a importância do professor neste processo de utilização da HFC presente nos livros didáticos para ensinar sobre NdC, tanto estimulando uma reflexão aprofundada quanto para evitar que falsas concepções se perpetuem ou prevaleçam, por meio de perguntas, como por exemplo: somente Arquimedes percebeu a água transbordando à medida que adentrava numa banheira? Até que ponto esta descoberta é uma mera obra do acaso?

Após todo o exposto, fica claro que, por um lado, o artigo de Ribeiro & Martins (2007) enquadra-se na proposta de Alcchin (2003), no que diz respeito tanto a encontrar potencialidades para o ensino de NdC em quaisquer narrativas históricas quanto a dar “dicas” para que quaisquer professores de ciências possam se “aproveitar” de tais potencialidades. Por outro lado, Ribeiro & Martins (2007) apresentam uma ferramenta, o modelo de Labov para os elementos que constituem uma narrativa, que de certa forma complementa a de Alcchin (2003), pois enquanto

a segunda identifica concepções míticas nas narrativas e fornece meios para combatê-las, a primeira possibilita inferir alguns possíveis efeitos, no leitor, que tais narrativas podem produzir.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos este ensaio dissertativo apresentando e justificando nossa proposta de pesquisa: de que modo efetivamente poderia ocorrer, como desejado pelos teóricos do ensino de ciências, o ensino da NdC a partir da HFC?

No primeiro capítulo, mostramos a existência de uma demanda em se discutir e ensinar a NdC no ensino de ciências, e que uma das opções para se sanar esta demanda, de acordo com os referenciais adotados, é por intermédio dos estudos proporcionados pela HFC, ressaltando que não se trata da substituição dos conteúdos das ciências pelos conteúdos da HFC ou NdC, mas sim de se aproveitar alguns conceitos da HFC, bem como sua maneira de entender o desenvolvimento da ciência para enfatizar determinados aspectos da NdC, de forma a tentar salvar as aulas de ciências (para os alunos) do “mar de falta de significação” que Matthews (1995, p. 165) diz estar inundando as salas de aula de ciências.

Em vista disso, o segundo capítulo teve como função apresentar alguns conceitos de dois modelos de desenvolvimento científico (de Thomas S. Khun, 2009, e de Larry Laudan, 2011), a partir dos quais é possível compreender o empreendimento científico como uma atividade humana, que possui certa subjetividade, é construída socialmente, é influenciada por outras esferas da sociedade (por exemplo, a política e a economia), está sujeita a tentativas e erros, e que, portanto, possui uma historicidade, é progressiva. Este capítulo não só serviu para atender parcialmente à discussão do capítulo um – mostrar que os estudos da HFC apresentam aspectos da NdC – como também se fez presente, ainda que não de uma forma explícita, em todas as demais etapas da pesquisa que resultaram nesta dissertação, como por exemplo (e principalmente) nas categorias construídas, que listam temas condutores, cujos aspectos da NdC aos quais muitos deles conduzem estão intrinsecamente relacionados à HFC e cuja compreensão mais aprofundada exigirá aporte à HFC.

O capítulo três dedicou-se a apresentar o método analítico (Análise Textual Discursiva) adotado tanto para selecionar – dentre os 3.164 artigos publicados em periódicos nacionais de ensino de ciências de qualis A1, A2 e B1 – os 37 artigos que

compuseram o *corpus* de análise, quanto para construir as 18 categorias a partir deles. Também neste capítulo apresentamos, a título de curiosidade, alguns dados numéricos relativos à quantidade de artigos publicados que atenderam a cada critério de seleção de nossa pesquisa, mostrando que houve um aumento com o passar dos anos das publicações sobre HFC e NdC na área de Ensino de Ciências, um indício de que a NdC possa estar ganhando mais importância nas pesquisas dessa área. Ainda no terceiro capítulo apresentamos também as 18 categorias construídas a partir das unidades de análise (fragmentos dos 37 artigos), que representam temas condutores sobre NdC, ou seja, assuntos relacionados à NdC presentes nos artigos analisados que são potencialmente férteis para a produção de novas questões de pesquisa ou linhas de investigação.

O quarto capítulo representa, ainda que parcialmente e em esboço, uma das possíveis respostas à questão de pesquisa desta dissertação, já supracitada. Nele é apresentado o conceito de *mith-conceptions* de Douglas Alcchin (2003), a partir do qual é possível identificar nas narrativas históricas os seus elementos *míticos*, ou seja, aquelas características da *estória* contada que estão ali para tornar a História da Ciência mais simples, trivial, e, principalmente, mais atraente para o leitor. Com base na arquitetura dessas *concepções míticas*, Alcchin desenvolve estratégias que possibilitam – até mesmo para professores inexperientes em HFC, segundo ele – ensinar aspectos da NdC a partir de qualquer narrativa histórica sobre ciência presente no material didático, independente da veracidade ou da qualidade da história da ciência presente na narrativa. Cabe destacar novamente que assim como Matthews (1995) e Lederman (2006) – citados no capítulo um desta dissertação – Alcchin também defende que a qualidade do ensino de ciências não depende de *inserir mais da história da ciência* no ensino, mas sim de que se preze pela *qualidade da história já presente*; mas difere deles justamente por apresentar uma solução para o ensino de ciências para os casos em que não há história da ciência de boa qualidade.

Por fim, no quinto capítulo, destacamos um artigo encontrado em nosso levantamento que se enquadra na proposta de Alcchin: é possível, no ensino de ciências, ensinar NdC a partir de quaisquer narrativas históricas, mesmo as de qualidade duvidosa. Mostramos que este artigo de Ribeiro & Martins (2007) não só

compartilha semelhanças com o de Alcchin como também pode ser encarado como um *complemento* deste: enquanto Alcchin fornece uma ferramenta para identificar e combater as concepções míticas presentes nas narrativas históricas, Ribeiro & Martins fornecem uma ferramenta que permite inferir quais efeitos esta narrativa pode produzir no leitor que com ela se depara.

Dados a questão de pesquisa deste ensaio dissertativo e os estudos e análises apresentados, concluímos que os artigos de Alcchin (2003) e de Ribeiro & Martins (2007), conjuntamente, representam uma opção potencialmente fértil para que o ensino da NdC, a partir da HFC, ocorra conforme desejado pelos teóricos do Ensino de Ciências. Aqui dizemos *potencialmente* por que mais pesquisas precisam ser feitas para verificar se de fato a proposta de tais artigos produzirão resultados satisfatórios em salas de aula e uma resposta definitiva a tal questão pode ainda estar longe de ser alcançada, e aqui apenas traçamos um esboço do que pode ser um caminho para tal resposta.

De fato, é neste ponto que acreditamos estar a primeira contribuição de nossa pesquisa para a área do Ensino de Ciências: ela apresenta uma alternativa viável de se colocar em prática no cenário atual da realidade do ensino de ciências, por não ser ambiciosa e não pretender alcançar ideais utópicos, ela assume uma postura metodológica que encara a HFC e a NdC no Ensino de Ciências de forma mais realista, sem ingenuidades, sem muitas expectativas ou esperanças, perspectiva esta assumida nas orientações programáticas do grupo de pesquisa do qual participamos, conforme pode ser visto em Zamberlan & Silva (2009 e 2012), Rosa & Silva (2010), Silva *et al.* (2011) e Silva (no prelo).

A segunda contribuição desta pesquisa se dá no sentido de que o levantamento bibliográfico feito constitui-se como um banco de dados que poderá servir como apoio ou ponto de partida para futuros trabalhos em nosso grupo de pesquisa, a partir de novos eixos temáticos que ainda podem ser explorados dentro de uma linha de pesquisa que, com o mesmo tipo de raciocínio e perspectivas mencionados no parágrafo anterior, visa produzir narrativas históricas alternativas para serem usadas em salas de aula, a partir de reconstruções historiográficas de determinados episódios da História da Ciência. Assim como está sendo feito atualmente, por exemplo, para os temas: *modelo de dupla hélice do DNA* (SILVA,

2010a; SILVA, 2010b; SILVA *et al.*, no prelo) e o *episódio do experimento de Galileu na Torre de Pisa para a queda dos corpos* (MEDEIROS *et al.*, 2011).

Além destas contribuições para a área de Ensino de Ciências e para futuras pesquisas dentro do grupo ao qual fazemos parte, este trabalho deixa em aberto a possibilidade de sua continuidade, seja na produção de artigos ou de projetos de pesquisa, a partir das ferramentas que ele destacou como potencialmente férteis para a exploração de materiais didáticos que contenham elementos de História da Ciência.

REFERÊNCIAS

- 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: UNESP, v.11, n.1, p. 1-15, 2005.
- ALCCHIN, Douglas. Scientific Mith-Conceptions. **Science Education**. v.87, n.3, p. 329-351, 2003.
- ALMEIDA, Maria Angela V. de; BASTOS, Heloisa F. B. N.; ALBUQUERQUE, Eneri S. C. de; MAYER, Margareth. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, v.1, n.2, p. 109-119, 2001.
- ALONSO, Ángel Vázquez; MAS, Maria Antonia Manassero; DÍAZ, José Antonio Acevedo; ROMERO, Pilar Acevedo. Consensos sobre a Natureza da Ciência: a Ciência e a Tecnologia na Sociedade. **Química Nova na Escola**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, n.27, p. 34-50, 2008.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977, 3.ed., 2004. 223p.
- CAMPOS, Carlos; CACHAPUZ, Antonio. Imagens de Ciência em manuais de química portugueses. **Química Nova na Escola**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, n.6, p. 23-29, 1997.
- CHINELLI, Maura Ventura; FERREIRA, Marcus Vinícius da Silva; AGUIAR, Luiz Edmundo Vargas de. Epistemologia em sala de aula: a Natureza da Ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.16, n.1, p. 17-35, 2010.

CUNHA, Ana Maria de Oliveira. A mudança epistemológica de professores num contexto de educação continuada. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.7, n.2, p. 235-258, 2001.

DRIVER, Rosalind; ASOKO, Hilary; LEACH, John; MORTIMER, Eduardo; SCOTT, Philip. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, n.9, p. 31-40, 1999.

EL-HANI, Charbel Niño; TAVARES, Eraldo José Madureira; ROCHA, Pedro Luís Bernardo da. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v.9, n.3, p. 265-313, 2004.

GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORRO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.

GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Alberto. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no Ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v.11, n.2, p. 219-238, 2006.

HARRES, João Batista Siqueira. 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: UFRGS, v.4, n.3, p. 197-211, 1999.

KÖHNLEIN, Janete F. Klein; PEDUZZI, Luiz 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: UFSC, v.22, n.1, p. 36-70, 2005.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 9.ed., 1ª reimpr., São Paulo: Perspectiva, 2009.

LAUDAN, Larry. **O progresso e seus problemas**: rumo a uma teoria do crescimento científico. 1ª edição traduzida. São Paulo: Unesp, 2011.

LEDERMAN, Judith Sweeney; LEDERMAN, Norman G.. Developing and Assessing Elementary Teachers' and Students' Understandings of Nature of Science and Scientific Inquiry. Artigo apresentado no encontro anual da **National Association for Research in Science Teaching**. Dallas, Texas. 20p. 2005.

LEDERMAN, Norman G. Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v.7, n.1, 2006. Disponível em: http://www.ied.edu.hk/apfslt/v7_issue1/foreword/index.htm. Acesso em: 20/01/2012.

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

MARTINS, Isabel; CASSAB, Mariana; ROCHA, Marcelo Borges. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, v.1, n.3, p. 19-27, 2001.

MARTORANO, Simone Alves de Assis; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v.14, n.3, p. 341-355, 2009.

MASSONI, Neusa Teresinha; MOREIRA, Marco Antonio. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v.12, n.1, p. 7-54, 2007.

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

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino das ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis: UFSC, v.12, n.3, p. 164-214, 1995.

MEDEIROS, Alexandre; FILHO, Severino Bezerra. A natureza da ciência e a instrumentação para o Ensino da Física. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.6, n.2, p. 107-117, 2000.

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

MEDEIROS, Ana Aline; SILVA, Diego Marques; PASSOS, Marinez Meneghello; SILVA, Marcos Rodrigues da. Análise da História da Ciência apresentada em um livro didático de física do ensino médio sobre o episódio da Experiência de Pisa de Galileu Galilei. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – realizado em Campinas – SP – em 2011. **Anais...**

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. 224p.

MOREIRA, Marco Antonio; MASSONI, Neusa Teresinha; OSTERMANN, Fernanda. 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: SBF, v.29, n.1, p. 127-134, 2007.

OGBORN, Jon. Science and Commonsense. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, v.6, n.1, 21p., 2006.

OKI, Maria da Conceição Marinho; MORADILLO, Edílson Fortuna de. O ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da Natureza da Ciência. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.14, n.1, p. 67-88, 2008.

PASSOS, Angela Meneghello. **Um estudo sobre a formação de professores de Ciências e Matemática**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Londrina – UEL, Centro de Ciências Exatas. Londrina, 2009, 139p.

PINO, Patricia Visitainer; OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. 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: ABRAPEC, v.5, n.2, p. 5-14, 2005.

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

PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da Natureza da Ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.13, n.2, p. 141-156, 2007.

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

RIBEIRO, Eveline Borges Vilela; BENITE, Anna Maria Canavarro. 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: ABRAPEC, v.9, n.1, 23p., 2009.

RIBEIRO, Ruth Marina Lemos; MARTINS, Isabel. O potencial das narrativas como recurso para o Ensino de Ciências: uma análise em livros didáticos de Física.

Ciência e Educação. Bauru: UNESP, v.13, n.3, p. 293-309, 2007.

ROSA, Sandra Regina Gimenez; SILVA, Marcos Rodrigues da. A História da Ciência nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio: uma análise do conteúdo sobre o episódio da transformação bacteriana.

Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia. Florianópolis – SC: UFSC, v.3, n.2, p. 59-78, 2010.

SANTOS, Maria Eduarda do Nascimento Vaz Moniz dos. Educação pela ciência e educação sobre ciência nos manuais escolares.

Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. São Paulo: ABRAPEC, v.4, n.1, p. 76-89, 2004.

SCHEID, Neusa Maria John; FERRARI, Nadir; DELIZOICOV, Demétrio. Concepções sobre a Natureza da Ciência num curso de Ciências Biológicas: imagens que dificultam a educação científica.

Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre: UFRGS, v.12, n.2, p. 157-181, 2007.

SILVA, Cibelle Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin.

Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis: UFSC, v.25, n.1, p. 141-159, 2008.

SILVA, Cibelle Celestino; MOURA, Breno Arsioli. 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: SBF, v.30, n.1, C.1602, 2008.

SILVA, Geraldo José da; MARTINS, Carmen Maria de Caro. A confiabilidade e a validação na investigação epistemológica do livro didático de Química: um desenho metodológico.

Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte: UFMG, v.11, n.2, p. 197-214, 2009.

SILVA, Marcos Rodrigues da. Maurice Wilkins e a polêmica acerca da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo de dupla hélice do DNA. **Filosofia e**

História da Biologia. São Paulo: ABFHiB, v.5, n.2, p. 369-384, 2010a.

SILVA, Marcos Rodrigues da. As controvérsias a respeito da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo de dupla hélice. **Scientiae Studia.** São Paulo, v.8, n.1, p. 69-92, 2010b.

SILVA, Marcos Rodrigues da; FIORIN, Fernando Gianetti; LOIOLA, Viviane. História da Biologia e Ensino de Biologia. In: V EREBIO – V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia – realizado em Londrina – PR – de 18 a 21 de setembro de 2011.

Minicurso... Resumo disponível em:

<<http://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/minicursos/MC17.pdf>>. Acesso em: 10/06/2012.

SILVA, Marcos Rodrigues da; PASSOS, Marinez Meneghello; BOAS, Anderson Vilas. A história da dupla hélice do DNA nos livros didáticos: problemas, potencialidades e uma proposta de diálogo. **Ciência e Educação.** Bauru: UNESP. 17p. No prelo.

SILVA, Marcos Rodrigues da. Ensino de Ciências: realismo, antirrealismo e a construção do conceito de oxigênio. **História, Ciência e Saúde.** Rio de Janeiro: Fiocruz. 15p. No prelo.

TEIXEIRA, Elder Sales; EL-HANI, Charbel Niño; FREIRE JR, Olival. 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: ABRAPEC, v.1, n.3, p. 111-123, 2001.

TEIXEIRA, Elder Sales; FREIRE JR, Olival; EL-HANI, Charbel Niño. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da Natureza da Ciência de estudantes de Física. **Ciência e Educação.** Bauru: UNESP, v.15, n.3, p. 529-556, 2009.

ZAMBERLAN, Edmara Silvana Joia; SILVA, Marcos Rodrigues da. O evolucionismo

como princípio organizador da biologia. **Temas e Matizes**. Cascavel – PR: Unioeste, n.15, p. 27-41, 2009.

ZAMBERLAN, Edmara Silvana Joia; SILVA, Marcos Rodrigues da. O ensino da evolução biológica e sua abordagem em livros didáticos. **Educação e Realidade**. Porto Alegre: UFRGS, v.37, n.1, p. 187-212, 2012.

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

ZIMMERMANN, Erika; EVANGELISTA, Paula Cristina Queiroz. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis: UFSC, v.24, n.2, p. 261-280, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE 01 – Referências dos artigos mencionados no Quadro 2 e no Quadro 4, que exemplificam as etapas de seleção 1 e 2, respectivamente:

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

C&Ev07n2a2001p183-197: ANGOTTI, José André Perez; BASTOS, Fábio da Purificação de; MION, Rejane Aurora. Educação em Física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência e Educação**. Bauru: Unesp, v. 7, n. 2, p. 183-197, 2001.

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

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

EPECv08n2a2006p147-160: BATISTA, Irinéa de Lourdes; SALVI, Rosana Figueiredo. Perspectiva pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: pensamento complexo e reconciliação integrativa. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte: UFMG, v. 8, n. 2, p. 147-160, 2006.

EPECv12n1a2010p11-26: PEIXOTO, Maurício Abreu Pinto; SILVA, Marcos Antonio; ROCHA, Cristiane Casquilha. Aprendizagem e metacognição no ensino de metodologia científica. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte: UFMG, v. 12, n. 1, p. 11-26, 2010.

IENCIv10n01a2005p31-46: GRECA, Ileana M.; SANTOS, Flávia M. T. dos. Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da Física e da Química. **Investigações em ensino de ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v. 10, n. 1, p. 31-46, 2005.

RBPECv10n03a2010pX02: KEMPER, Alessandra; ZIMMERMANN, Erika; GASTAL, Maria Luiza. Textos populares de divulgação científica como ferramenta didático-pedagógica: o caso da evolução biológica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, v. 10, n. 3, 26p., 2010.

RBEFv31n3a2009c3601: PRAXEDES, Gilmar; PEDUZZI, Luiz 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: SBF, v. 31, n. 3, c3601, 10p., 2009.

QNEa2009v31n2p123-131: MESQUISA, Nyuara Araújo da Silva; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. 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: SBQ, v. 31, n. 2, p. 123-131, 2009.

IENCIv01n01a1996p3-19: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; VANNUCCHI, Andréa. O currículo de Física: inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em ensino de ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v. 1, n. 1, p. 3-19, 1996.

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

CBEFv18n2a2001p152-181: LABURÚ, Carlos Eduardo; CARVALHO, Marcelo de; BATISTA, Irinéa de Lourdes. Controvérsias construtivistas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis: UFSC, v. 18, n. 2, p. 152-181, 2001.

APÊNDICE 02 – referências dos artigos selecionados na terceira fase.

C&Ev06n2a2000p107-117: MEDEIROS, Alexandre; FILHO, Severino Bezerra. A natureza da ciência e a instrumentação para o Ensino da Física. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.6, n.2, p. 107-117, 2000.

C&Ev07n2a2001p125-153: GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORRO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.

C&Ev07n2a2001p235-258: CUNHA, Ana Maria de Oliveira. A mudança epistemológica de professores num contexto de educação continuada. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.7, n.2, p. 235-258, 2001.

C&Ev11n1a2005p1-15: 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: UNESP, v.11, n.1, p. 1-15, 2005.

C&Ev13n2a2007p141-156: PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da Natureza da Ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.13, n.2, p. 141-156, 2007.

C&Ev13n3a2007p293-309: RIBEIRO, Ruth Marina Lemos; MARTINS, Isabel. O potencial das narrativas como recurso para o Ensino de Ciências: uma análise em livros didáticos de Física. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.13, n.3, p. 293-309, 2007.

C&Ev14n1a2008p67-88: OKI, Maria da Conceição Marinho; MORADILLO, Edílson Fortuna de. O ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da Natureza da Ciência. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.14, n.1, p. 67-88, 2008.

C&Ev15n3a2009p529-556: TEIXEIRA, Elder Sales; FREIRE JR, Olival; EL-HANI, Charbel Niño. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da Natureza da Ciência de estudantes de Física. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.15, n.3, p. 529-556, 2009.

C&Ev16n1a2010p17-35: CHINELLI, Maura Ventura; FERREIRA, Marcus Vinícius da Silva; AGUIAR, Luiz Edmundo Vargas de. Epistemologia em sala de aula: a Natureza da Ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. **Ciência e Educação**. Bauru: UNESP, v.16, n.1, p. 17-35, 2010.

CBEFv17n2a2000p150-173: ZIMMERMANN, Erika. Modelos de pedagogia de professores de Física: características e desenvolvimento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis: UFSC, v.17, n.2, p. 150-173, 2000.

CBEFv22n1a2005p36-70: KÖHNLEIN, Janete F. Klein; PEDUZZI, Luiz 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: UFSC, v.22, n.1, p. 36-70, 2005.

CBEFv24n2a2007p261-280: ZIMMERMANN, Erika; EVANGELISTA, Paula Cristina Queiroz. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis: UFSC, v.24, n.2, p. 261-280, 2007.

CBEFv25n1a2008p141-159: SILVA, Cibelle Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis: UFSC, v.25, n.1, p. 141-159, 2008.

CBEFv26n2a2009p237-272: MASSONI, Neusa Teresinha. Laboratório de supercondutividade e magnetismo: um enfoque epistemológico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis: UFSC, v.26, n.2, p. 237-272, 2009.

EPECv11n2a2009p197-214: SILVA, Geraldo José da; MARTINS, Carmen Maria de Caro. A confiabilidade e a validação na investigação epistemológica do livro didático de Química: um desenho metodológico. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte: UFMG, v.11, n.2, p. 197-214, 2009.

EPECv11n2a2009p262-276: PINTO, Gisnaldo Amorim. Literatura não canônica de divulgação científica em aulas de ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte: UFMG, v.11, n.2, p. 262-276, 2009.

IENCiv04n03a1999p197-211: HARRES, João Batista Siqueira. 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: UFRGS, v.4, n.3, p. 197-211, 1999.

IENCiv09n03a2004p265-313: EL-HANI, Charbel Niño; TAVARES, Eraldo José Madureira; ROCHA, Pedro Luís Bernardo da. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v.9, n.3, p. 265-313, 2004.

IENCiv10n02a2005p131-160: REIS, Pedro; GALVÃO, Cecília. Controvérsias sociocientíficas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v.10, n.2, p. 131-160, 2005.

IENCiv11n02a2006p219-238: GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Alberto. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no Ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v.11, n.2, p. 219-238, 2006.

IENCiv12n01a2007p7-54: MASSONI, Neusa Teresinha; MOREIRA, Marco Antonio. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v.12, n.1, p. 7-54, 2007.

IENCiv12n02a2007p157-181: SCHEID, Neusa Maria John; FERRARI, Nadir; DELIZOICOV, Demétrio. Concepções sobre a Natureza da Ciência num curso de Ciências Biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v.12, n.2, p. 157-181, 2007.

IENCiv14n03a2009p341-355: MARTORANO, Simone Alves de Assis; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, v.14, n.3, p. 341-355, 2009.

QNEa1997vXn6p23-29: CAMPOS, Carlos; CACHAPUZ, Antonio. Imagens de Ciência em manuais de química portugueses. **Química Nova na Escola**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, n.6, p. 23-29, 1997.

QNEa1999vXn9p31-40: DRIVER, Rosalind; ASOKO, Hilary; LEACH, John; MORTIMER, Eduardo; SCOTT, Philip. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, n.9, p. 31-40, 1999.

QNEa2008vXn27p34-50: ALONSO, Ángel Vázquez; MAS, Maria Antonia Manassero; DÍAZ, José Antonio Acevedo; ROMERO, Pilar Acevedo. Consensos sobre a Natureza da Ciência: a Ciência e a Tecnologia na Sociedade. **Química Nova na Escola**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, n.27, p. 34-50, 2008.

RBEFv28n4a2006p473-485: 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: SBF, v.28, n.4, p. 473-485, 2006.

RBEFv29n1a2007p127-134: MOREIRA, Marco Antonio; MASSONI, Neusa Teresinha; OSTERMANN, Fernanda. 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: SBF, v.29, n.1, p. 127-134, 2007.

RBFEV30n1a2008c1602: SILVA, Cibelle Celestino; MOURA, Breno Arsioli. 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: SBF, v.30, n.1, C.1602, 2008.

RBPECv01n1a2001p103-117: MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide. Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, v.1, n.1, p. 103-117, 2001.

RBPECv01n2a2001p109-119: ALMEIDA, Maria Angela V. de; BASTOS, Heloisa F. B. N.; ALBUQUERQUE, Eneer S. C. de; MAYER, Margareth. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, v.1, n.2, p. 109-119, 2001.

RBPECv01n3a2001p19-27: MARTINS, Isabel; CASSAB, Mariana; ROCHA, Marcelo Borges. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, v.1, n.3, p.19-27, 2001.

RBPECv01n3a2001p111-123: TEIXEIRA, Elder Sales; EL-HANI, Charbel Niño; FREIRE JR, Olival. 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: ABRAPEC, v.1, n.3, p. 111-123, 2001.

RBPECv04n1a2004p76-89: SANTOS, Maria Eduarda do Nascimento Vaz Moniz dos. Educação pela ciência e educação sobre ciência nos manuais escolares. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, v.4, n.1, p. 76-89, 2004.

RBPECv05n2a2005p5-14: PINO, Patricia Visitainer; OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. 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: ABRAPEC, v.5, n.2, p. 5-14, 2005.

RBPECv06n1a2006pX01: OGBORN, Jon. Science and Commonsense. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, v.6, n.1, 21p., 2006.

RBPECv09n1a2009pX02: RIBEIRO, Eveline Borges Vilela; BENITE, Anna Maria Canavarro. 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: ABRAPEC, v.9, n.1, 23p., 2009.