

CAPÍTULO 01

Filosofia da ciência nas pesquisas em ensino de ciências: um panorama

A questão sobre a inclusão ou não de discussões que envolvam a epistemologia da ciência na sala de aula tem sido tema de numerosas investigações da área de Educação.

Quais são os esforços que os pesquisadores em ensino de ciências têm despendido para levar a discussão sobre a filosofia da ciência para a sala de aula? Qual é a visão predominante sobre a natureza da ciência entre educadores, educandos, livros didáticos, materiais de divulgação científica? Considerando as numerosas publicações existentes, trabalhos que envolvam este tema ainda se fazem necessário?

Na busca de respostas para as questões acima, identificamos as principais ideias, preocupações e tendências de pesquisa em ensino que envolveram questões relacionadas à filosofia da ciência entre os artigos publicados no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) dos últimos dez anos.

A seleção dos artigos foi feita através da leitura completa das atas das edições dos SNEFs e EPEFs da última década (período de 2000 a 2009).¹

A partir da leitura de todos os títulos e resumos dos artigos publicados nas atas dos eventos foram selecionados para uma análise mais detalhada todos aqueles que fizeram referência ou apresentaram qualquer indício de que existiria uma possível reflexão sobre aspectos relacionados à filosofia da ciência ao longo de seus textos. Estes trabalhos foram lidos na íntegra e agrupados em três categorias que revelam a pretensão de cada pesquisa: Mapeamento, Proposição ou Intervenção.

Classificamos no grupo Mapeamento os artigos que se preocuparam em identificar as concepções epistemológicas da ciência de estudantes, professores ou materiais didáticos. Trabalhos que apresentam considerações sobre o processo de produção do conhecimento científico ou que continham propostas de como se trabalhar algum aspecto da natureza da ciência em sala de aula foram agrupados na categoria Proposição e para a categoria Intervenção foram selecionadas as pesquisas que descrevem e apresentam resultados de intervenções, realizadas com alunos do Ensino Básico ou em cursos de formação de professores, que explicitam a preocupação em propor atividades com uma abordagem epistemológica da ciência ou pesquisas que, através de suas intervenções, resultam em uma mudança da visão sobre a ciência dos envolvidos nas atividades.

1.1. Mapeamento: investigações sobre concepção de ciências

O estudo dos trabalhos que apresentam investigações sobre concepções epistemológicas da ciência nos auxilia a refletir sobre uma das questões suscitadas anteriormente: Qual é a visão predominante sobre a natureza da ciência entre educadores, educandos, livros didáticos e materiais de divulgação científica?

¹ As publicações do XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física não foram analisadas por não localizarmos as atas do evento.

1.1.1. Livros didáticos

As pesquisas que analisam livros didáticos (LD) de Física, em sua maioria, dada a dimensão do objeto de estudo, delimitam sua análise direcionando seu olhar para um único tema.

Silva; Pimentel (2006) analisou como as contribuições de Benjamin Franklin são abordadas nos LD do ponto de vista da qualidade das informações históricas e das ideias sobre a natureza da ciência. Sua pesquisa aponta a existência de erros e imprecisões históricas, a atribuição de feitos e conceitos a um único personagem e a presença de uma abordagem indutivista da ciência. Abreu; Carvalho (2007) e Monteiro; Nardi (2008) interpretam alguns discursos sobre a natureza da ciência nos tópicos pertencentes à Física Moderna e Contemporânea e também concluem que os LD adotam posturas filosóficas bastante diferentes da concepção moderna de ciência. Silva; Paguiarini (2008), seguindo a mesma linha de pesquisa, estudaram as narrativas históricas em LD de Física e identificaram a presença de pseudo-histórias, que podem não considerar a imaginação do cientista no processo de construção do conhecimento, transmitir a ideia da existência de um método universal de pesquisa e apresentar a ciência como verdade absoluta. Gunção et al. (2008) identificaram e avaliaram as distorções da história da ciência a respeito do conteúdo de eletrostática presentes em alguns livros didáticos de Ensino Médio e concluem que os livros apresentam o conhecimento científico como pronto e acabado, sem se preocupar com discussões sobre a natureza desse saber ou a imagem do cientista. Já Pampu; Garcia (2009), ao analisar textos introdutórios ao conteúdo de dinâmica de um livro didático para testar a adequação das seguintes categorias: linguagem, completude, possibilidades de atribuição de sentidos pelo leitor e localização temporal das proposições, verificou, referente aos aspectos epistemológicos, na categoria completude, a existência de lacunas que contribuíssem para o entendimento de que a ciência é um processo em construção e dada a forma como o LD traz o conteúdo, há um reforço da criação do cientista-herói, além de transmitir à falsa ideia da existência de uma linearidade no desenvolvimento do conhecimento científico, sem controvérsias, sem embates, sem lacunas. A pesquisa de Megid Neto; Lopes (2009) que analisa como as coleções didáticas incorporaram as principais inovações propostas pela pesquisa em educação em ciências, que inclui aspectos relativos à história e filosofia da ciência, corrobora com os resultados apresentados pelas pesquisas citadas anteriormente, porém, afirmam que em alguns LD a ciência aparece como um processo em construção, ainda que tais aparições sejam raras, ocorrendo em especial, no Manual do Professor. Entretanto, reforçam que, praticamente não se observa a presença de outras discussões importantes acerca da história e filosofia da ciência nas coleções estudadas. Faria; Moraes; Barrio (2009), que verificaram as concepções de ciência de LD publicados desde a década de 60 até os dias atuais, reforçam a predominância de uma única visão de ciência, a concepção empirico-indutivista.

Este panorama não é muito animador, porém, Silva; Paguiarini (2008) e Silva; Teixeira (2009) ao analisarem qual é a imagem de ciência transmitida pelos LD e de que maneira a história da ciência se manifesta, concluíram que alguns autores melhoraram os conteúdos sobre o tema presente em suas obras mais recentes em relação a obras antigas e anteriores aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Apesar das investigações de Pino; Ostermann; Moreira (2004), ao analisar as concepções epistemológicas veiculadas pelos PCNs na área de Ciências Naturais de quinta a oitava séries do ensino fundamental, afirmam que os PCNs induzem a uma visão empirica-indutivista da ciência, ainda que, em alguns momentos, os PCNs explicitem a crença no caráter de construção humana do conhecimento científico.

Considerando os dados apresentados pelas pesquisas acima, pode-se dizer que a maioria dos livros didáticos apresenta uma visão distorcida do trabalho científico em relação aos princípios da moderna filosofia da ciência.

1.1.2. Professores

Higa, Hosoume (2003) ao investigar as visões de Ciência, em particular da Física, construídas por alunos de um curso de licenciatura em Física, verificou que os futuros professores veem nesta ciência um modo para explicar, controlar e prever fenômenos. Eles afirmam não existir uma única metodologia de pesquisa e que os modelos são considerados como representações da natureza. Alguns classificam a ciência como sendo uma atividade neutra, outros não. Silva; Abib (2008), seguindo a mesma linha de pesquisa, além de verificar que os licenciandos veem a Física como meio para explicar a natureza, registrou evidências de uma visão de que a ciência é sempre benéfica e que se trata de um olhar privilegiado em relação a outras interpretações da natureza. Souza et al. (2009) investigando a concepção de 25 licenciandos em Física sobre sua vivência em discussões de temas ambientais e como os alunos relacionavam ciência, tecnologia e sociedade, identificaram a imagem da neutralidade da ciência, da tecnologia como ciência aplicada e neutra e que o pensar puramente tecnocrático é um modo reinante em quase metade dos licenciandos em Física que participaram de sua pesquisa. Já Dias; Lindino; Coimbra (2006) que realizaram um estudo exploratório sobre as crenças epistemológicas de ingressantes do ensino superior identificaram que eles acreditam que a experiência não é a única maneira de se construir conhecimento, aceitam o indutivismo como um método não único, mas o mais utilizado nas construções de teorias e houve grande divergência de opiniões sobre o papel da imaginação na construção de teorias científicas. Fireman; Fireman (2009) ao analisar discussões de um grupo de licenciandos sobre motivações e justificativas para se ensinar Física, perceberam que estes futuros professores apresentam quatro ideias básicas sobre este saber: é vista como uma linguagem de comunicação entre homem-homem e homem-natureza, possibilitando uma diversidade de diálogos e interações; uma ciência que produz mudanças históricas e que sofre as mudanças; descreve o nosso cotidiano, seja na natureza ou mesmo nas relações de consumo e no uso de produtos tecnológicos, e uma Física capaz fazer previsões e orientar rumos futuros dos seres humanos.

É possível perceber que, ainda que não seja maioria, há professores que apresentam uma visão mais contemporânea da ciência em relação a outros. Higa; Hosoume (2005) buscaram quais elementos são apresentados por professores que delineiam tal visão e verificaram a adoção do modelo kuhniano para a questão das mudanças de paradigmas, a visão da ciência como construção humana, a crença na existência da realidade, ainda que nunca seja possível saber se ela foi atingida e tomam como absurda uma posição que aceita a possibilidade de se começar pesquisas exclusivamente com observações, sem qualquer teoria.

Portanto, vemos que a discussão sobre aspectos da natureza da ciência com licenciandos e professores se faz necessário para ampliar o número de professores que possuem uma visão mais contemporânea da Ciência. No entanto, não se trata de uma tarefa simples. Gatti; Silva; Nardi (2007) realizaram uma intervenção, não descrita em seu artigo, discutindo alguns aspectos na natureza da ciência com alunos da licenciatura em Física e, apesar de identificar uma melhora das noções demonstradas pelos alunos durante o estudo, ainda perduraram entre os participantes algumas pré-concepções, dificultando em certos casos o desenvolvimento de noções coerentes e uniformes sobre a ciência. Alguns anos depois, Gatti; Nardi (2009) investigando a concepção de cinco professores do Ensino Médio sobre os processos de ensino e aprendizagem e sobre as vantagens e dificuldades de uma abordagem de ensino que considere aspectos históricos e filosóficos identificou, neste último tema, que os

professores assumem uma falta de conhecimento sobre o assunto, afirmam a existência de preconceitos dos alunos a esta abordagem, falta de materiais adequados e de tempo nas aulas. No entanto, apontam que as abordagens de aspectos históricos e filosóficos em aula motivam, desmistificam e oferecem uma visão de ciência em construção, além de se tratar de uma cultura geral.

A preocupação com a imagem de ciência concebida por professores não apareceu apenas em trabalhos brasileiros. Garcia (2004) analisou as concepções de ciência de docentes de uma universidade da Argentina, identificando que a maioria dos professores oscila entre realismo crítico e construtivismo.

1.1.3. Alunos do Ensino Básico

Em relação à concepção de ciências de nossos alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), encontramos o mesmo panorama delineado para a concepção dos professores: a concepção indutivista é predominante (KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2002, SOUZA et al, 2007, LUZ; LEAL, 2007, FERNANDES; FILGUEIRA, 2009).

Köhnlein; Peuzzi (2002) ao proporem a estudantes da terceira série do Ensino Médio que, em grupos, construíssem uma pequena história em quadrinhos que mostrasse como eles concebiam o trabalho de um cientista, verificam que os alunos estão muito influenciados por meios de comunicação e veem um cientista esquecido de si mesmo, preocupado com suas experiências de laboratório que levam a descobertas que beneficiam a humanidade. Já os alunos que responderam ao questionário da pesquisa de Souza et al. (2007) que investigava os conceitos apresentados por estudantes da nona série do Ensino Fundamental sobre o que é Ciência, o que é ser cientista e sobre o que é método científico, afirmaram que ciência é uma disciplina para alguns privilegiados intelectualmente, que é “coisa para louco” ou destinada a pessoas extremamente inteligentes. Mendes et al. (2007) realizou uma pesquisa semelhante, investigando através de questionário, como alunos do Ensino Médio de escolas públicas e privadas veem o físico. Constataram que a maioria dos alunos o enxergam atuando restritamente em escolas de Ensino Médio e Universidades (basicamente no ensino) e alguns ainda confundem o profissional da Física e o de Educação Física, dois campos de trabalho e estudo bem distintos.

No entanto, há pesquisas que encontraram alunos que percebem a ciência como um processo em construção (RAMOS; PINTO; VIANNA, 2009, LUZ; LEAL, 2007). Paula e Borges (2002, 2004) ao investigarem algumas ideias sobre ciência de estudantes da sétima e oitava séries que possuem um professor preocupado em abordar aspectos da natureza desse saber, verificaram que eles relacionam a produção do conhecimento científico com a curiosidade humana (PAULA; BORGES, 2002) e alguns deles consideram o papel imaginação nas teorias científicas e o caráter provisório deste conhecimento (PAULA; BORGES, 2004).

1.1.4. Cientistas

Ainda há duas pesquisas que analisaram a concepção sobre ciência de Albert Einstein. Gurgel; Pietrocola (2005) analisaram como Einstein concebe o papel da imaginação na construção do conhecimento científico. Concluem que este cientista descreve o processo de construção do conhecimento como “livres criações da mente humana”, mas notaram a presença de uma postura realista deste filósofo-cientista, que ressalta que nossas elaborações se submetem a uma estrutura racional que as fazem válidas. Karam (2006) ao identificar a concepção epistemológica da ciência de Einstein afirmou que a influência empirista nos primeiros trabalhos de Einstein é inquestionável, mas que na sequência de sua vida e obra, este cientista passou a criticar vários pressupostos do empirismo, o que o permitiu supor que houve uma considerável mudança em suas concepções epistemológicas.

1.1.5. Outros

Além dos trabalhos mencionados, há um artigo (RIBEIRO; KAWAMURA, 2008) que ao fazer reflexões sobre o papel da divulgação científica no ensino de Física, apresenta uma reflexão sobre a concepção de ciência divulgada por esses materiais. Muitos apresentam uma ciência neutra, autônoma e independente de contextos. E há uma pesquisa (Neves et al., 2004) que se preocupou em adequar um questionário voltado a compreender as visões de mundo de professores (aplicados em Botswana, Indonésia, Japão, Nigéria, Filipinas, Itália e Brasil em pesquisas anteriores) para uso com alunos.

O mapeamento dos trabalhos que investigaram concepção de ciência dos vários elementos que envolvem o ensino nos mostra que há a necessidade de rever os livros didáticos e que a insistência em discussões que envolvam a natureza da ciência se faz necessário, tanto na formação de professores quanto no Ensino Básico, pois ainda que a concepção empírico-indutivista seja predominante, há grupos de professores e alunos que apresentam uma visão de ciência mais próxima da contemporânea.

1.2. Proposição: reflexões sobre ciência e propostas de ensino

Ainda que exista a predominância de uma concepção ingênua de ciência no ambiente educacional, grande esforço tem sido despendido pelos pesquisadores em ensino de ciências para mudar esta visão.

Nos últimos dez anos de eventos do EPEF e SNEF encontrou-se trabalhos que são verdadeiros tratados de defesa da utilização da história e filosofia da ciência no ensino e outros que concordando com tais argumentações, trazem propostas de atividades que acreditam ser eficientes para se discutir alguns aspectos da natureza da ciência na sala de aula. Ainda, encontrou-se artigos que discutem a própria construção do conhecimento científico, com o objetivo de ratificar as proposições de uma ciência construída coletivamente, influenciada por questões subjetivas do cientista e por aspectos políticos, sociais e econômicos.

1.2.1. Teóricos

Paula; Aguiar; Castro (2005) argumentam sobre a importância da discussão a respeito do processo de construção do conhecimento científico além de se ensinar apenas os produtos deste conhecimento nos bancos escolares. Afirmam que para se alcançar este objetivo é preciso delimitar quais são os aspectos da natureza da ciência a serem contemplados e a que compreensão se pretende alcançar em relação a eles. Neste caminho, Lopes; Jafelice (2009) irá discorrer sobre a racionalidade das teorias científicas. Eles criticam, embasados nos pensamentos de Paul Feyerabend e Maturana, a crescente valorização da razão e do pensamento científico, a partir de um levantamento histórico sobre esta ascensão. Defendem que tanto a aprendizagem de conteúdos específicos como reflexões acerca da ciência devem estar presentes no ensino para se promover um novo senso comum, que perceba que não existe um método rígido e determinado para a investigação científica e de que existem diversos domínios de conhecimentos, igualmente válidos e legítimos. Gama; Zanetic (2009) também discutem a necessidade de uma problematização da autoridade dada à ciência, que têm dimensão exacerbada, segundo a hipótese do autor, pelo desconhecimento da forma pela qual a ciência é construída. Propõem temas da Cosmologia como alicerces para esta discussão tal como Alves; Henrique (2009) sugerem temas da Cosmologia para a discussão sobre a natureza da ciência nos bancos escolares. Já o artigo de Santilli (2000) argumenta sobre a importância de se refletir sobre método científico, ainda que a maioria dos estudantes não se torne cientistas. Conclui que este tipo de discussão permite ao docente apresentar uma

imagem da ciência flexível, aberta, construída pelo homem e não absoluta, sem por erro cair no relativismo perigoso, além de levar os alunos a se envolverem melhor com as ciências. Alveti; Cutolo (2005) irá dissertar sobre alguns elementos que compõe a comunicação científica. Acreditam que o entendimento de como os cientistas disseminam suas ideias num processo coletivo, com influências sociais, culturais e históricas, poderá auxiliar o professor a compreender outros aspectos das discussões da epistemologia da ciência, e possivelmente, encontrar caminhos para a renovação de sua prática docente e, conseqüentemente, dos conteúdos escolares. Angotti (2006) discute as características de uma Revolução Científica. Critica o uso do termo revoluções científicas para designar momentos da ciência do século XX que o autor apontaria como Ciência Normal e alerta para a necessidade de ficarmos atentos as nossas convicções sobre a epistemologia para a demanda do ensino de ciências atual. Também encontramos artigos que discutem sobre o papel do modelo na construção das teorias científicas, argumentando que este entendimento auxilia na construção de uma visão mais ampliada e consistente da ciência (BATISTA, 2000, 2004, MACHADO; VIEIRA, 2008).

Em outra linha, encontramos o trabalho de Queiróz; Nardi (2008) que faz um levantamento a partir da análise das atas dos ENPECs e de periódicos sobre o uso da epistemologia de Ludwik Fleck como referencial na área de ensino de ciências. Destaca que este referencial mostra que a construção do conhecimento científico não é uma atividade neutra, individual e aleatória.

Ainda na linha de trabalhos teóricos, encontrou-se a pesquisa de Rodrigues; Silva (2009), que discorrem sobre o uso do termo alfabetização científica. Afirmam que este pode estar relacionado a um enfoque econômico, vinculado a uma visão de ciência determinista e neutra, ou a um enfoque social, que envolveria conhecer sobre a ciência e fazer parte da tomada de decisões que necessitem deste saber.

Outros trabalhos argumentam sobre o uso da história e epistemologia da ciência no ensino para humanizar a ciência, contextualizando-a sócio-culturalmente e a aproximando do cotidiano do aluno. (WETPHAL; PINHEIRO; TEIXEIRA, 2005, LOSS; MACHADO, 2005).

1.2.2. Propostas

Ao encontro das argumentações sobre a importância de discussões sobre ciência na formação científica, encontrou-se vários artigos que trazem propostas de ensino para sua realização. Apresenta-se a seguir um breve relato destas propostas, agrupando-as conforme a estratégia de ensino utilizada: abordagem histórico-filosófica, relação ciência e arte e outros.

1.2.2.1. Abordagem histórico-filosófica da ciência

Moura; Silva (2005, 2006, 2008) propõem o estudo histórico sobre elementos da ótica newtoniana para mostrar o caráter transitório do conhecimento científico e a ciência como construção humana, desmistificar a concepção de método científico universal e a crença nos grandes gênios. Forato; Pietrocola; Martins (2007) sugerem uma releitura dos trabalhos de Isaac Newton para mostrar que a atividade científica pode sofrer influências de questões subjetivas do cientista, evidenciando, por exemplo, a influência da teologia de Newton em suas pesquisas. Silva e Martins (2008) sugerem o estudo da história da natureza da luz para humanizar a ciência. Ferreira (2008) propõe o estudo sobre as atitudes dos cientistas diante de resultados inesperados em episódios históricos envolvendo trabalhos experimentais para desmistificar a concepção indutivista de ciência. Já Staub e Peduzzi (2003) defendem o uso de episódios científicos como a experiência de Oersted, o problema da suplementação do sistema ptolomaico pelo copernicano, entre outros, para a promoção de uma filosofia não empirista. O uso da história das pesquisas e das descobertas de Hans Christian

Oersted também foi citado por Westpal; Pinheiro; Pinheiro (2005) como forma de humanizar a ciência na introdução didática do ensino do eletromagnetismo.

Silva; Silva (2008), através da discussão das hipóteses construídas por Bohr, Kramers e Slater, em 1924, para explicar os fenômenos de interação entre a radiação e a matéria, e Bogdonas Andrade; Silva (2009), através da utilização do episódio histórico da Cosmologia chamado "Grande Debate", propõem a discussão do caráter provisório do conhecimento científico, a relação entre teoria, experimento e observação e a ciência como uma construção coletiva. Staub; Peduzzi (2005) sugerem o estudo da história da ótica baseado na filosofia bachelardiana em uma disciplina de Evolução dos Conceitos da Física para fazer germinar e crescer uma imagem mais dinâmica da ciência. Já Daniel; Peduzzi (2008) propõem uma problematização de dois artigos "Entrevista com Tycho Brahe" e "Entrevista com Kepler – Do seu Nascimento à Descoberta das duas Primeiras Leis" para refutar uma possível imagem de ciência descontextualizada e socialmente neutra.

Assim verificamos que a inserção da discussão de aspectos relacionados à natureza da ciência através do uso da história da ciência é uma proposta recorrente entre os pesquisadores. No entanto, Pagliarino; Silva (2006) alertam que o uso inadequado da história da ciência pode levar o aluno a uma concepção errônea da natureza da ciência, conforme exemplifica, expondo alguns mitos envolvendo episódios relacionados a Arquimedes e a coroa do rei de Siracusa.

Além de trabalhos que sugerem o uso da história da ciência para se promover discussões sobre o fazer científico, com o mesmo propósito, há pesquisas que sugerem a articulação entre ciência e arte para fomentar tais discussões.

1.2.2.2. Ciência e Arte

O artigo de Guerra; Reis Braga (2003a) retrata como o momento histórico e cultural de uma época influencia o modo que artistas e cientistas interpretam e representam a realidade, com o objetivo de promover a apropriação da ciência como um conhecimento historicamente construído e que constitui como a arte, mais uma interpretação de mundo. Nory; Zanetic (2005) e Oliveira; Zanetic (2005) sugerem o uso de textos de peças teatrais para problematizar as questões éticas, políticas e sociais suscitadas pela Física e pela ciência em geral, de maneira a promover uma visão mais global da ciência. E Santos; Silva; Figueiredo (2007) estabelecem uma relação entre a decadência da cultura grega, ao separar razão e emoção, representado pelos deuses Apolo e Dionísio, e a decadência do ensino de Física pelo mesmo motivo. Concluem que para manter um ensino vivo e criativo é preciso resgatar a complementaridade dos aspectos apolíneos e dionisíacos.

1.2.2.3. Outros

O trabalho de Valente; Barcellos; Zanetic (2007) sugere a leitura e discussão de um texto que simula uma entrevista com Einstein para se promover associações entre o conhecimento físico e outros tipos de conhecimentos, além de trazer uma visão de ciência mais ampla. Já Menezes; Moraes (2009) propõem a leitura de um texto que discute o papel da ciência no mundo contemporâneo, a partir de um romance do Machado de Assis, o Alienista, para mostrar a ciência como construção humana e filosoficamente contextualizada. Pinheiro; Costa; Moreira (2009) propõem a discussão do texto *Partículas Elementares e Interações Fundamentais na perspectiva do Modelo Padrão*, elaborado por um dos autores do artigo, como meio de desmistificação do método científico como um processo linear e cumulativo. E Pinto; Zanetic (2000) com o objetivo de discutir/difundir estratégias alternativas para o ensino

de física, apoiadas em elementos das filosofias da ciência e da cultura, propõem um curso de extensão para professores de física do ensino médio com a discussão de temas das físicas clássica e moderna referenciados em diferentes visões epistemológicas.

Assim, verificamos que nos últimos dez anos de pesquisas em Ensino de ciências, não faltaram discussões e propostas que buscassem promover uma imagem da ciência não neutra, que sofre influências sociais, políticas e econômicas, construída socialmente, por homens comuns, e não grandes gênios, que possuem uma história de vida e escolhas de referências teóricas que influenciam o andamento de suas pesquisas, que se baseiam nos mais diversos métodos de pesquisa, nesta busca incessante de entender, interpretar e representar a natureza. No entanto, percebemos, como já tínhamos dito com o resultado do Mapeamento, que é necessário insistir em tais discussões, não só em nível de propósito, mas também na prática, em estudos que implementem as propostas na sala de aula e avaliem sua efetividade.

Apresentamos a seguir o resultado das pesquisas publicadas nesta última década nas edições do SNEF e EPEF que apresentam propostas de ensino aplicadas e analisadas.

1.3. Intervenção: propostas de ensino aplicadas e analisadas

Encontramos 25 artigos apresentando o resultado da aplicação de propostas de ensino com o tema relacionado à filosofia da ciência. Entre estes, 12 trabalhos apresentaram intervenções realizadas com alunos do Ensino Básico e as outras 13 propostas estão direcionadas à formação de professores.

1.3.1. Formação de alunos do Ensino Básico

A maioria dos trabalhos foi elaborada para alunos do Ensino Médio. Apenas um deles (CRUZ; GUERRA, 2009) foi realizado com alunos do Ensino Fundamental. Este último foi uma proposta pedagógica com o objetivo de discutir noções da teoria da Relatividade Restrita com o 9º ano, através da aplicação de um texto que trabalhava o conceito de movimento, tendo a história da ciência como eixo condutor. O autor pretendia mostrar, através de episódios históricos, o processo de construção do conhecimento, possibilitando uma discussão do papel da ciência na sociedade contemporânea, de seus métodos e de suas limitações. Os autores concluem, baseados nas impressões positivas demonstradas pelos alunos já na fase inicial de implementação da proposta, que este tipo de abordagem pode ser um caminho para se diminuir o índice de rejeição ao estudo de física.

1.3.1.1. Abordagem histórico-filosófica

Entre as propostas para alunos do ensino médio, destacam-se as abordagens histórico-filosóficas. Forato; Martins; Pietrocola (2008) apresentam uma proposta utilizando três episódios da história da óptica, com foco nas teorias da luz, para trabalhar dois aspectos da NC: que uma observação significativa não é possível sem uma expectativa preexistente e que a natureza não fornece evidências suficientemente simples que permitam interpretações sem ambiguidades. Os resultados sugerem que os aspectos pretendidos sobre a NC foram compreendidos pela ampla maioria da sala. Quintal; Moraes (2009) apresentam uma proposta de caráter histórico-filosófico que utilizou a história da ciência como eixo condutor e apresentou o desenvolvimento do pensamento científico no estudo do eletromagnetismo. Verificaram que a abordagem histórica pode gerar certa resistência em alguns alunos por não apresentar verdades prontas e acabadas, mas que pode ser um elemento importante para uma prática pedagógica que pretenda trazer a ciência para o contexto sociocultural do aluno.

Guerra; Reis; Braga (2003b) também propõem a elaboração de um currículo para um curso de eletromagnetismo com enfoque histórico-filosófico, trabalhando a "Naturphilosophie" e a contribuição à ciência trazida por filósofos adeptos ou simpatizantes desta visão de ciência. Da mesma maneira que a proposta de ensino mencionada anteriormente, a utilização da abordagem histórico-filosófica permitiu problematizar a ideia equivocada de uma ciência linear, construída por meio de descobertas de verdades inquestionáveis. Os autores mencionam que os alunos se motivaram bastante com o trabalho em sala e enxergaram a ciência como parte da cultura. Guerra; Braga, Reis (2009), anos depois, apresentam outra pesquisa com a abordagem histórico-filosófica, mas com o objetivo de trabalhar temas da Cosmologia. Os autores perceberam que os alunos passaram a relacionar a Física com outras disciplinas e que esse olhar filosófico para a Física é um ponto de contato importante com outros campos do conhecimento, possibilitando trabalhos interdisciplinares.

Há artigos que já apresentaram propostas interdisciplinares com abordagens histórico-filosóficas. Sales; Santos (2003) apresentam uma proposta envolvendo História e Física, em que os alunos constroem a linha do tempo desde a Antiguidade até o Século XX. Os pesquisadores perceberam uma dificuldade dos alunos em explicar a ciência grega, dizendo que na época não existia ciência, já que não há um método científico e experimentos. Apontam que é preciso melhorar as discussões neste ponto. Silva; Bocanegra; Oliveira (2005) apresentam um trabalho interdisciplinar com as disciplinas Física e Química. Através da apresentação de argumentos e fatos históricos discutiu-se sobre a validação das hipóteses e das teorias, explorando a ideia de modelos científicos e a provisoriade das formas como a ciência interpreta a natureza. Os pesquisadores notaram que os alunos passaram a assimilar melhor os conceitos básicos da Física e da Química a partir da compreensão de aspectos básicos da natureza da Ciência. Bocanegra; Silva; Andrade (2007) realizaram um trabalho envolvendo Física, Química e Filosofia, com o intuito de superar visões generalistas, absolutistas e deformadas da ciência, da atividade científica e do cientista. Discutiram com os alunos aspectos históricos do surgimento da ciência e as principais características básicas da atividade científica – hipótese, raciocínio lógico, dados empíricos, quantificação dos dados, construção de modelos, previsibilidade, comunidade científica e refutação; diferenças entre relatos do senso comum e científicos. As atividades, na perspectiva dos autores, auxiliaram os alunos a compreenderem que a ciência é uma atividade humana e, enquanto tal, sujeita aos aspectos econômicos, éticos e políticos. Balthazar; Oliveira (2009) apresentaram uma proposta envolvendo professores de Física, Química e Biologia, com foco na história da ciência e a relação entre ciência, cultura e outras áreas. Os autores afirmam que a intervenção foi bem sucedida, pois acreditam que os alunos apresentaram uma visão mais crítica a respeito do cientista e da ciência.

1.3.1.2. Outros

Há trabalhos que escolheram outras abordagens, diferentes da histórica, com o intuito de promover discussões sobre a ciência nas salas de aula. Silva et al (2005) problematizaram questões sobre o desenvolvimento da ciência através de discussão em grupo sobre excertos de filmes. Uma leitura preliminar dos resultados indicam grande interesse e motivação dos estudantes a esta abordagem de ensino. Cunha; Carvalho (2005), na tentativa de que alunos do ensino médio pudessem perceber a transitoriedade do conhecimento científico, realizaram uma intervenção em que os estudantes fizeram experiências físicas analisadas por duas perspectivas científicas, uma hegemônica, a Mecânica Newtoniana, e uma não hegemônica, a Mecânica Relacional. No artigo não foram apresentados resultados, pois a aplicação da proposta estava em andamento. Soares; Braga (2007) já optaram por trabalhar com questões sobre a origem das crateras lunares, origem do Sistema Solar, algumas importantes descobertas científicas feitas recentemente no Sistema Solar e o significado de uma

“prova científica”, para fornecer ao aluno uma visão sobre ciência. Os autores mencionam que houve grande participação dos alunos às atividades.

1.3.2. Formação de Professores

Entre as propostas de ensino voltadas para a formação de professores também encontramos trabalhos que optaram pela abordagem histórico-filosófica para promover discussões sobre ciência.

1.3.2.1. Abordagem histórico-filosófica

Silveira et al (2009) desenvolveram uma sequência didática que utiliza um episódio histórico envolvendo o movimento relativo, a fim de aprimorar o conhecimento dos alunos de licenciatura em Física em relação ao tema e a compreensão da ciência como construção humana. Os pesquisadores afirmam que o uso da história apresentou um aspecto positivo, pois foi possível a desmistificação da física por parte do aluno, que passou a encará-la como algo em constante transformação. Peduzzi (2004) propôs um texto voltado a um curso de Evolução dos Conceitos da Física: “Do átomo grego ao átomo de Bohr”, para trabalhar história da ciência, considerando os pressupostos da filosofia moderna da ciência, com intuito de que os alunos compreendessem a evolução do pensamento científico, a existência de diferentes interpretações para as histórias, o conflito de opiniões, carga teórica e transitoriedade. Os resultados revelaram que alunos se distanciaram de uma concepção de senso comum em relação aos temas. Monteiro; Nardi (2007) também apresentaram uma proposta em uma perspectiva histórica, em que licenciandos em Física realizaram um estudo sobre o espectroscópio de chamas. Os pesquisadores avaliaram se tal abordagem influenciaria ou não os planejamentos de ensino dos alunos, como também as visões de ciência. Os resultados revelaram que os licenciandos adquiriram uma visão mais crítica em relação ao conhecimento científico e na análise de como livros didáticos apresentam os conteúdos deste saber. Teixeira; Freire (2007) também analisaram a eficácia de uma abordagem de ensino apoiada na história e filosofia da ciência na melhoria da qualidade da formação dos estudantes de Física de nível superior. Avaliaram um curso que, além de apresentarem discussões explícitas sobre a natureza da ciência, trabalhava textos originais de cientistas e textos do projeto Harvard. No entanto, não apresentam os resultados dessa análise no artigo estudado.

1.3.2.2. Abordagem filosófica

Há outros trabalhos que discutiam explicitamente as características da ciência. Queiroz; Lima; Castro (2003) analisaram as mudanças de concepção acerca da natureza da ciência de um licenciando que participou ativamente do curso baseado em leitura de textos, apresentação de experimentos e discussões que levassem os alunos a apresentar seus posicionamentos pedagógicos e filosóficos sobre a ciência e o ensino de Física. Os pesquisadores apontam que tiveram sucesso em mostrar ao aluno uma nova imagem da ciência onde o real, tal como é concebido pelo cientista, é o produto social de um processo cognitivo do sujeito em interação com os objetos observáveis que ele tenta interpretar. Mamede; Zibermann (2005) desenvolveram um curso estruturado em discussões acerca da natureza da ciência, correntes do ensino de ciências e elaboração pelos alunos de projetos de ensino de física. Em relação à epistemologia da ciência, foram constatadas mudanças nas ideias dos alunos quanto ao valor que o conhecimento de filosofia da ciência tem para o professor de ciências.

1.3.2.3. Outros

Encontramos outras propostas voltadas para a formação de professores com as mais diferentes abordagens de ensino. Três deles são de Piassi; Pietrocola (2007a, 2007b, 2008) relacionados a temas de ficção científica. No primeiro deles, os pesquisadores propõe a leitura de três contos de ficção científica, sendo que um destes tem o objetivo de discutir a formulação e a verificação de hipóteses científicas. Os pesquisadores afirmam que as reflexões de natureza ética parecem ser de especial interesse por parte dos alunos, que a partir do debate se engajam espontaneamente na busca pelo confronto de opiniões a respeito das consequências do conhecimento científico. Nos outros dois trabalhos (2007b, 2008) os investigadores propõem a análise do filme “Primeiro Contato” para o estudo de temas relacionados aos processos de produção do conhecimento científico. Os resultados indicam que os alunos desenvolvem outra visão sobre as questões da ciência (2007b) e conseguem identificar os conflitos envolvendo a ciência apresentados no filme (Ciência, Religião, Estado) com diferentes tomadas de posição dos estudantes em relação a eles (2008). Brandão, Araujo, Veit (2008, 2009) desenvolveram um curso sobre o processo de modelagem científica para formação continuada de professores através da proposição de tarefas por meio virtual. Ao final do artigo os pesquisadores analisam os aspectos positivos do curso relacionado à concepção de modelo apresentada pelos professores durante o curso (2008) e referente às atividades propostas pelo software (2009). Teixeira (2000) desenvolveu um curso para professores do ensino fundamental baseado em atividades experimentais. Verificou que após o curso os professores continuaram apresentando a mesma visão indutivista da ciência que tinham anteriormente e analisam as causas deste resultado. Carvalho; Vianna (2000) propuseram que professores acompanhassem a rotina de cientistas e perceberam que a imersão no meio científico proporcionou uma visão da ciência como um empreendimento em construção.

A apresentação das propostas acima possibilita termos uma noção dos esforços despendidos pelos pesquisadores em ensino de ciências, nesta última década, no desenvolvimento de propostas de ensino no nível prático, que permite avaliar os sucessos e dificuldades encontradas para se promover a discussão sobre ciências na sala de aula.

1.4. Análise dos resultados e algumas considerações

Ao todo foram analisados noventa e um artigos envolvendo o tema epistemologia da ciência, sendo trinta e quatro publicados no EPEF e cinquenta e sete no SNEF, nos últimos dez anos destes dois eventos. Os trabalhos classificados como Mapeamento compõem 34% deste grupo, a categoria Proposição abrange 38% e Intervenção, 28%.

A preocupação em relação ao tema cresceu consideravelmente de 2007 em diante em relação aos anos anteriores. Em média tínhamos sete trabalhos publicados por evento de 2000 a 2006 e encontrou-se quinze trabalhos publicados em cada evento de 2007 a 2009.

Ano	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Trabalhos	5	2	6	6	15	6	15	15	15

Os trabalhos classificados na categoria Mapeamento indicam que há a necessidade de rever os livros didáticos, que em sua maioria apresentam uma visão distorcida da Ciência. Em relação à formação de professores e alunos do Ensino Básico, as pesquisas apontam que a insistência em discussões que envolvam a natureza da Ciência se faz necessária, pois ainda que as investigações apontem que a concepção empírico-indutivista seja predominante no ambiente educacional, há pesquisas que encontraram grupos de professores e alunos com uma visão de ciência mais próxima da contemporânea.

De qualquer maneira, verificamos que os pesquisadores em ensino de ciências já têm despendido grande esforço para alterar tal situação. Na categoria Proposição, percebemos a insistência dos pesquisadores em ratificar uma ciência construída coletivamente, influenciada por questões subjetivas do cientista e por aspectos políticos, sociais e econômicos, além de se preocuparem em desenvolver propostas de ensino relacionadas ao tema. Entre os 35 trabalhos desta categoria, 14 (40%) são voltados à reflexões sobre o tema e 21 (60%) são propostas de ensino não aplicadas. Em relação aos últimos, a grande maioria (13 trabalhos) opta pela abordagem histórico-filosófica da ciência.

Já a categoria Intervenção parece revelar que a maioria das propostas de ensino (23 de 25 trabalhos) tem conseguido tornar a visão de ciência dos envolvidos nas atividades mais abrangente ao promover reflexões sobre alguns aspectos da natureza da ciência em sala de aula. Entre outros aspectos de sucesso das intervenções, as pesquisas apontam que as atividades promoveram maior participação e motivação dos alunos nas aulas (CRUZ; GUERRA, 2009, SILVA et al., 2005, SOARES; BRAGA, 2007), que os estudantes desenvolveram uma visão mais crítica sobre a ciência (BALTHAZAR; OLIVEIRA, 2009, MONTEIRO; NARDI, 2007), perceberam a ciência como um processo em construção (GUERRA; REIS; BRAGA, 2003b, SILVEIRA et al, 2009, CARVALHO; VIANNA, 2000) e que está sujeito a influências de aspectos econômicos, éticos e políticos (BOCANEGRA; SILVA; ANDRADE, 2007, QUEIROZ; LIMA; CASTRO, 2003). Quanto as duas propostas de ensino que não perceberam grandes mudanças na concepção de ciências dos alunos após o curso, uma atribuiu tal fato a falta de tempo para discussões mais aprofundadas (TEIXEIRA, 2000) e a segunda, ainda que tenha apresentado sucesso em outros aspectos, informou que os alunos apresentaram dificuldades em perceber que a ciência não possui um método único para sua produção (SALES; SANTOS, 2003).

Estas proposições se baseiam nas conclusões apresentadas pelos artigos analisados. Cabe a ressalva de que nenhuma pesquisa é neutra e que os resultados apresentados podem ser influenciados pelo olhar de cada pesquisador para o problema em questão. Não realizamos uma análise mais criteriosa das metodologias adotadas pelas investigações que compõem este estudo da arte, nos concentrando inicialmente em categorizar os objetivos e construir um panorama dos resultados divulgados por estas pesquisas.

Também é possível perceber que devido à complexidade do tema que envolve a natureza da ciência, os pesquisadores têm a necessidade de escolher alguns dentre os vários aspectos relacionados à produção do conhecimento científico para o desenvolvimento das intervenções.

Considerando o aumento do número de trabalhos publicados nestes dois importantes eventos da área de pesquisa em ensino de ciências (EPEF e SNEF) o longo desta década, podemos dizer que há uma tendência dos pesquisadores desta área em aprofundar as investigações relacionadas ao uso da filosofia da ciência no ensino. Concordamos com esta necessidade, visto a importância de uma visão integral da ciência para o pleno exercício da cidadania em uma sociedade científica e tecnológica. Além de promover uma maior compreensão da dimensão cultural desse conhecimento, o que pode minimizar uma supervalorização desse saber em depreciação de outras formas de ver o mundo, tal como apontam algumas das pesquisas analisadas.