UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

GABRIELA MARKO

**Concepções de ciência e educação:
contribuições da história da ciência para a formação de
professores**

São Paulo

2018

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

GABRIELA MARKO

**Concepções de ciência e educação:
contribuições da história da ciência para a formação de
professores**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de
Educação como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em Educação.

Área: Ensino de Ciências e Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Ermelinda
Moutinho Pataca

São Paulo
2018

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

371.12 Marko, Gabriela
M345c Concepções de ciência e educação: contribuições da história da
ciência para a formação de professores / Gabriela Marko; orientação
Ermelinda Moutinho Pataca. São Paulo: s.n., 2018.
172 p. ils.; grafs.; tabs.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em
Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) - -
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

1. Formação de professores 2. História da Ciência 3. Pedagogia I.
Pataca, Ermelinda Moutinho, orient.

Elaborado por Nicolly Leite – CRB-8/8204

Nome: MARKO, Gabriela

Título: Concepções de ciência e educação: contribuições da história da ciência para a formação de professores

Dissertação de mestrado apresentada à
Faculdade de Educação da Universidade
de São Paulo para a obtenção do título
de Mestre em Educação

Aprovado em _____

Banca examinadora

Profa. Dra. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Profa. Dra. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Profa. Dra. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

*Aos seres humanos
que tiveram suas
verdades caladas
pelas verdades
de outro alguém.*

Agradecimentos

O florescimento deste trabalho se deve pela confiança, colaboração e apoio de muitas pessoas. Sozinha, seria impossível. Agradeço sinceramente:

À agência CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

À minha orientadora Ermelinda Pataca, pelo forte incentivo, pelas desconstruções e construções, que me fizeram crescer e chegar mais longe.

Aos meus companheiros de orientação Arcenira Lopes, Aroldo Silva, Camilla Marangao, Daniela Ferreira, David Almeida, Luna Bocchi, Rodrigo Arena, Rômulo Fontenele, Roni Oliveira, Tatiana Tavares e Vinicius Bezerra, que entre contribuições e afetos tornaram o texto e jornada melhores.

Aos funcionários da secretaria da pós-graduação e da biblioteca da FEUSP, por favorecerem o desenvolvimento da pesquisa de maneira humana e acolhedora.

Aos professores Biancha Angelucci, Cláudia Galian, Flávia Schilling, Maria Amélia Dantas, Rogério Monteiro da Siqueira e Thomás Haddad por manterem as inspirações e inquietações acadêmicas vivas.

Aos professores em formação, alunos da disciplina História da Ciência e suas vozes, por me apresentarem questões, quando busquei respostas.

Às sábias Mara Bezerra e Dina Soares por me ensinarem o valor da prática sobre a teoria.

Aos meus bons amigos Elvira Serapicos, Gabriela Valente, Jéssica Medeiros, Mariana Serapicos, Paulo Alves, Natali Vancini, Tania Sztutman e Tatiana Fecchio, por adubar esse trabalho com nossas conversas sobre educação, sobre estarmos vivos e sobre o amor.

Aos meus pais Leslie Marko e Rafael Marko por me apresentar renovadamente a beleza do mundo, pelo respeito e gentil confiança durante o processo do mestrado. À minha irmã Ana Julia Marko, pela capacidade de parar o tempo e me aconchegar no seu jardim. Aos meus familiares Lena Bartman, André Gimenes, Maritza Kirchhausen e Tommy Kirchhausen pela empatia.

Ao meu querido companheiro Robson Nakagawa, por estar sempre ao meu lado e cuidar com tanto carinho de mim, de nós e do nosso.

A meus preciosos alunos que sempre me ensinam tanto...

RESUMO

No campo do ensino de ciências, nas últimas décadas, reflexões teóricas e atividades práticas vêm sendo desenvolvidas a fim de incorporar a abordagem da História, Filosofia e Sociologia das Ciências em currículos, metodologias de ensino, materiais didáticos e programas de formação de professores. Essas discussões, mais presentes nas licenciaturas, pouco aparecem na graduação de pedagogo(a)s, responsáveis pela educação no Ensino Fundamental I e mediadores de diversos conhecimentos, nas variadas áreas. Esta investigação pretende contribuir com esta lacuna e tem como objetivo destacar o processo de construção de concepções mais complexas e dinâmicas de ciência e educação que se desenvolveu ao longo da disciplina de História da Ciência, oferecida em 2017 na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para alunos da pedagogia e para estudantes de outros cursos de licenciatura. Trata-se do entrelaçamento entre referenciais teóricos acerca da história da ciência, de ensino e de formação de professores e o estudo de caso empírico, por meio das percepções dos estudantes e da mediação da professora. Verificou-se o reconhecimento, por parte dos próprios educadores em formação, de contribuições dos debates e recursos didáticos desenvolvidos por eles para uma compreensão mais ampla e aprofundada da ciência. Pela concepção de **ciência e sua historicidade**, os alunos identificaram o caráter histórico do conhecimento, ou seja, reconheceram a importância do tempo, em suas diversas escalas, e do espaço como elementos fundamentais no contorno das construções científicas. Mais uma concepção elaborada nesse percurso aponta o atrelamento entre **ciência e a sociedade**, contemplando suas esferas social, política, econômica, cultural, ideológica, permeado por controvérsias, disputas e negociações, admitindo o caráter de credibilidade ao invés da ideia de verdade das asserções científicas. Além disso, conceber a **ciência como cultura** favoreceu o reconhecimento das práticas, técnicas e registros como atividades científicas, superando a imagem de ciência como uma atividade teórica e dogmática. Nesse processo, os professores em formação produziram **associações com o ensino** dos conteúdos científicos e escolares. Também elaboraram analogias com os fundamentos da educação, de maneira mais ampla. Essas relações entre história da ciência e atividade docente ocorreu tanto no cenário teórico, por meio de reflexões e discussões, como em atividades práticas: elaboração de dinâmicas e materiais didáticos. Isso favoreceu sua formação enquanto sujeitos críticos, emancipados e reverbera diretamente sobre suas práticas docentes.

Palavras-chave: Formação de Professores. História da Ciência. Pedagogia.

ABSTRACT

In the field of Science teaching, theoretical reflections and practical activities have been developed in the past decades in order to incorporate the approach of History, Philosophy and Sociology of Sciences in curricula, teaching methodologies, didactic materials and teacher training programs. These talks, more present in the Licentiate degrees, hardly appear in the graduation of pedagogues, who are responsible for the education in Elementary School I and mediators of knowledge in many areas. This research intends to fill this gap and aims to highlight the process of constructing more complex and dynamic conceptions of science and education that has been developed throughout the discipline of History of Science offered in 2017 at the Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo for students of Pedagogy and other undergraduate courses. It is the interweaving between theoretical references about the history of science, teaching and teacher education, and the empirical case study through the student's perceptions and the teacher's mediation. There was the recognition, by the training educators themselves, of contributions from the debates and didactic resources developed by them for a broader and more in-depth understanding of science. By the notion of **science and its historicity** the students identified the historical character of knowledge, that is, they recognized the importance of time, in its various scales, and space as fundamental elements in the outline of scientific constructions. Another notion that came up during this course points to the ties linking **science and society**, contemplating its social, political, economic, cultural and ideological spheres, permeated by controversies, disputes and negotiations, accepting the character of credibility rather than the idea of truth of the scientific assertions. Moreover, conceiving **science as culture** favored the recognition of practices, techniques and records as scientific activities, clearing away the image of science as a theoretical and dogmatic activity. In this process, the training educators produced associations with the teaching of scientific and educational contents. They also drew analogies with the fundamentals of education more broadly. These relations between the history of science and teaching activity occurred both in the theoretical setting, through reflections and discussions, as well as in practical activities, with the elaboration of dynamics and didactic materials. This favored their formation as critical, emancipated subjects, and reverberates directly on their teaching practices.

Keywords: Teacher Training. History of Science. Pedagogy.

SUMÁRIO

Introdução.....	10
------------------------	-----------

Capítulo 1: Referenciais teóricos: interfaces entre história da ciência e ensino e a formação de professores	16
---	-----------

1.1 História da ciência e ensino de ciências.....	16
1.2 História da ciência e formação de professores.....	23
1.3 Formação de educadores.....	38

Capítulo 2: Referenciais teóricos de história e sociologia da ciência.....	48
---	-----------

2.1 O debate entre as perspectivas internalista e externalista.....	53
2.2 Contribuições de Robert K. Merton para a consolidação da sociologia da ciência e a noção do <i>éthos</i> científico (1942)	57
2.3 A comunidade, o paradigma e as revoluções científicas de Thomas Kuhn (1962)	60
2.4 Nova perspectiva histórico cultural das ciências: Programa Forte da Sociologia do conhecimento – Escola de Edimburgo (1976).....	62
2.5 Nova perspectiva histórico cultural das ciências: Escola de Paris e as contribuições das investigações de laboratório de Bruno Latour (1979).....	67
2.6 Nova perspectiva histórico cultural das ciências: as disputas nas arenas transestêmicas de Karen Knorr-Cetina (1982).....	72
2.7 Nova perspectiva histórico cultural das ciências: “nunca pura” – contribuições e síntese de Steven Shapin.....	75
2.8 Debates acerca da difusão das ciências em termos mundiais.....	81
2.9 História da ciência no Brasil.....	88

Capítulo 3: Metodologia e caracterização da pesquisa participante.....	93
---	-----------

3.1 Metodologia.....	93
3.2 Caracterização geral da disciplina de História da Ciência.....	101

Capítulo 4: Construção de concepções de ciência e ensino.....	108
--	------------

4.1 Ciência e sua historicidade.....	115
4.2 Ciência e sociedade.....	121
4.3 Ciência como cultura.....	128
4.4 História da ciência, história da educação e ensino de ciências.....	135

Capítulo 5: Relações com a educação.....	144
Considerações Finais.....	163
Referências.....	166

Introdução

Entre disciplinas mais teóricas ou mais práticas, entre fundamentos da educação, didáticas, metodologias, hipóteses e estágios, graduei-me em pedagogia pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP) em 2011. Nas aulas, discutíamos as principais teorias de autores dos fundamentos da educação, concebendo suas ideias como necessárias e assertivas para promover uma educação de qualidade a nossos educandos e futuros alunos – sem perceber que se tratavam de conjuntos de escolhas interessadas de nossos professores. Algumas disciplinas possibilitaram mais reflexões, principalmente aquelas que apresentaram distintas concepções sobre um determinado objeto, pois reconhecer e utilizar múltiplas maneiras de compreender os fatos ou de atuar com as crianças ampliava nosso repertório e nos tornávamos mais críticos com relação a nossas próprias decisões sobre os processos de educar.

No penúltimo ano da graduação, me deparei com a disciplina optativa História das Ciências. O que a princípio parecia interessante, pois imaginei que apresentaria um contexto histórico aos conteúdos curriculares para as aulas de ciências, acabou se revelando uma nova perspectiva para compreender a ciência, o conhecimento e a educação, de uma maneira geral. Reconhecer diferentes pontos de vista, desfazer-se da concepção de “verdade”, perceber as discussões políticas por trás da consolidação de um conhecimento científico, descobrir as controvérsias, negociações, enredos em que se constituíram ou se perderam conhecimentos científicos, culturais... Essas foram algumas das discussões mais valiosas dos quatro anos como discente do curso de pedagogia, que me proporcionaram reflexões profundas, levando-me a rever tanto meu modo de pensar a educação e atuar nela, quanto de me relacionar com meu entorno.

As inquietações vindas daquela disciplina me acompanharam nas minhas práticas como educadora, em ambientes formais e não-formais, fossem em atividades de ciência, história ou mesmo em outros momentos. Os valores vinculados pela perspectiva da história das ciências compõem minhas reflexões e minha atuação para além da construção de seus conhecimentos científicos, buscando estratégias e metodologias para que também possa se conceber a sociedade de forma mais crítica e ativa. Instigada por essa abordagem que transformou meu próprio percurso como educadora, iniciei a investigação de mestrado com a intenção de desenvolver um trabalho que apresente

estofo teórico e espaços de diálogo para abordar pontes, relações, permeabilidades entre história da ciência, educação e formação de professores.

Já existe vasta literatura acadêmica que apresenta argumentos a favor da abordagem da história, filosofia e sociologia das ciências (HFSC) no ensino de ciências como, por exemplo, o dossiê “História das Ciências e Ensino de Ciências” publicado pela Revista Brasileira de História da Ciência em 2014, que sintetiza e apresenta trabalhos que elucidam interfaces entre os dois campos. Tais questões também aparecem como foco de programas de pós-graduação de universidades brasileiras e ganham cada vez mais espaços em congressos. Esses trabalhos já desenvolvidos contribuem com revisões teóricas que validam a importância de que no ensino de ciências seja contemplada a abordagem da história das ciências, bem como os aspectos discutidos pelos estudos sociais da ciência e tecnologia a fim de favorecer a formação da cidadania. Colaborando com esse diálogo, trabalhos de mestrado vêm apresentando ideias e possibilidades práticas e propondo materiais e sequências didáticas para o ensino de ciências pelo viés histórico e cultural, a partir das propostas curriculares brasileiras. No entanto, encontramos poucos trabalhos que ampliem essa relação, tangenciando a educação, de maneira mais abrangente.

Mesmo com essa crescente produção que valoriza a abordagem da história da ciência no ensino, estabelece-se o desafio de encontrar possibilidades e estratégias de como trabalhar com esta abordagem de modo efetivo. Para que essa concepção da área de ciências – mais humanizada e próxima da sociedade – se desenvolva de fato nas escolas, seria fundamental que a formação dos professores favoreça tais reflexões, afinando-se também a currículos, programas, materiais didáticos, recursos pedagógicos adequados a essa linha de pensamento do ensino-aprendizagem de ciências na escola.

Ainda que a educação científica ocorra de modo vertical, em todos os anos escolares, a formação dos professores que serão incumbidos de lecionar é diferente. Enquanto professores de ciências do Ensino Fundamental II e Ensino Médio possuem formação mais aprofundada em uma determinada disciplina escolar (biologia, física, química), os pedagogos, responsáveis pelo Ensino Fundamental I, cumprem um currículo significativamente diferente durante sua graduação, muito mais abrangente, pois é responsável por veicular diversos conhecimentos, de distintas naturezas. Mesmo com uma produção cada vez maior que aproxima HSFC da Educação Básica, muito pouco chega aos alunos de pedagogia.

Elaboramos um levantamento no início de 2017, através dos sites das universidades federais e estaduais de São Paulo – UFABC, UFSCAR, UNIFESP, UNESP, USP, UNICAMP, nos seus diversos *campi* – e verificamos um número muito pequeno de disciplinas de HFSC destinada a pedagogos em formação. Além de raras, são oferecidas como optativas ou eletivas e não ocorrem com frequência regular. É possível que disciplinas de metodologias do ensino de ciências contemplem esse enfoque, ou apresentem bibliografia acerca dessa abordagem, mas não faz parte de nosso objetivo mensurar isso nessa dissertação.

A pouca presença dessa abordagem na graduação revela-se como uma contradição ao notar que, recém-formado, o professor polivalente depara-se com os documentos de orientação curricular como os PCN (1998), que contemplam a perspectiva das HFSC na área de ciências naturais, já a partir do EF I: “A História da Ciência tem sido útil nessa proposta de ensino, pois o conhecimento das teorias do passado pode ajudar a compreender as concepções dos estudantes do presente, além de também constituir conteúdo relevante do aprendizado” (BRASIL, 1998, p. 21).

Concomitantemente, na pedagogia, as discussões e produções acerca da formação de professores apresentam múltiplas perspectivas e propósitos, muitas vezes contraditórios entre si. A criticidade do professor e conhecimento acerca daquilo que deverá lecionar na sala de aula são aspectos muito debatidos. Reconhecemos a importância de que o educador em formação entre em contato com as ideias de quais os fatores que influenciam a elaboração e divulgação de teorias, pois a educação baseia-se em conhecimentos – ou conteúdos – a serem ensinados, que são teorias validadas pela humanidade, ou melhor, por aqueles responsáveis em elaborar currículos e materiais didáticos.

Introduzidas essas problemáticas, reconhecemos a contribuição desta pesquisa a partir de duas demandas iniciais que tendem a se encontrar. A primeira é a interface entre a perspectiva da história da ciência e o ensino e a segunda é o avanço de teorias e metodologias que favoreçam a formação de professores críticos e emancipados. Com isso, nosso objetivo é evidenciar contribuições do contato com a perspectiva da história da ciência na formação desses educadores, enfatizando especialmente os estudantes de pedagogia e dando voz a eles, de modo a ampliar debates do ensino de ciências para os fundamentos da educação. Para isso também é nosso propósito desenvolver um panorama teórico acerca do campo de história e da sociologia da ciência, organizando teorias acerca do processo de desenvolvimento dos conhecimentos científicos.

Nesta dissertação, desenvolvemos as análises pelo entrelaçamento de dois eixos metodológicos. O primeiro deles é o embasamento teórico, a partir de sínteses de importantes referenciais já reconhecidos em seus campos. Nos dedicamos a textos que apontam relações entre história e sociologia da ciência e o ensino de ciências, a fim de ampliá-las, tocando também alunos de pedagogia. Mergulhando um pouco mais, buscamos e evidenciamos trabalhos que, dentro desse campo, têm seu foco na formação de professores. Aqui elaboramos um levantamento dessa produção acadêmica analisando a que público ela se destina. Aprofundamos também na leitura de alguns autores da educação, que se debruçam sobre a questão da formação de professores com a intenção de identificar permeabilidades com a história e sociologia da educação. Ainda nesse eixo de referenciais teóricos, foi fundamental retomar autores da história e sociologia da ciência, que buscam circunscrever concepções de ciência, de sua organização e dinâmica.

O segundo eixo da trama se dá pelas análises do estudo de caso desenvolvido durante a disciplina História da Ciência, oferecida pela professora Ermelinda Patata como optativa livre para alunos de pedagogia e outras licenciaturas, na FEUSP, no primeiro semestre de 2017. Nessa pesquisa participante, pudemos investigar falas, ações, escolhas, recursos e percepções dos alunos, da professora e da própria pesquisadora em um processo no qual se enfatiza a construção de concepções de ciência, relações com seu ensino, associações com a educação de uma maneira mais abrangente e o debate sobre suas próprias formações enquanto professores. As análises ocorreram durante a disciplina e algumas considerações parciais foram apresentadas aos alunos que, por sua vez, apontaram novos e importantes rumos para a continuação do trabalho. A caracterização da disciplina, de seus participantes e o detalhamento da maneira como foram se criando os critérios de análise são apresentados adiante.

Elaboramos as análises desta investigação ao costurarmos esses dois eixos – sínteses feitas a partir dos referenciais teóricos abordados ao longo dessa dissertação com as reflexões proporcionadas pelo contato direto com a formação de professores, percepções e atitudes dos sujeitos da pesquisa participante em tal disciplina. É importante ressaltar que esses cruzamentos não ocorreram de forma regular e objetiva, mas identificamos uma dinâmica espiralada, em movimentos de “ir e vir”, em que os referenciais teóricos ajudaram a entender a parte empírica da pesquisa, que retomou nosso olhar para conceitos importantes da teoria, iluminando novas percepções sobre o trabalho prático e assim por diante. Por essa metodologia, pretendemos mergulhar em

possibilidades de compreender ciência, relações com seu ensino e verificar essas contribuições na formação do educador, enfatizando, também a tangencia com sua prática docente.

Então, organizamos os capítulos desta dissertação da seguinte maneira. No primeiro capítulo, intitulado *Referenciais teóricos: interfaces entre história da ciência e ensino e a formação de professores* retomamos os principais argumentos evidenciados por estudiosos do ensino de ciências que privilegiam a interface com a abordagem histórica e social das ciências, apresentando representações das ciências como elemento cultural e mais próximo da sociedade. Levamos em conta as produções internacionais e nacionais publicadas nas últimas décadas no campo do ensino de ciências. Especificando um pouco mais, afunilamos o debate procurando referenciais que se preocupam em debater a formação do professor a fim de capacitá-lo por essa perspectiva. Na parte final do primeiro capítulo abordamos alguns autores especificamente da área da pedagogia e da formação de professores para alinhar algumas concepções e estabelecer um diálogo entre eles.

Para avançar no debate acerca das interfaces entre história da ciência e formação de professores, foi necessário mergulhar no campo da história e da sociologia da ciência. Então, o capítulo 2 *Referenciais teóricos de história e sociologia da ciência* apresenta um panorama que elaboramos a fim de evidenciar quais são os aspectos presentes nessas perspectivas, quais são os pontos que concebem esses enfoques. São muitos os autores que se empenharam em descrever suas percepções acerca do surgimento, sustentação e validação do conhecimento científico, bem como sobre as possíveis dinâmicas que se estabelecem entre os cientistas e entre eles e o contexto social, passando por distintas concepções sobre a definição de ciência. No panorama contemplamos autores internacionais, mas também enfatizamos as produções latino-americanas e brasileiras a fim de valorizar a produção local. Assim, neste trabalho foram feitas algumas escolhas com o objetivo de apontar referências de estudo e abrir perspectivas para a compreensão sobre este campo, tendo como público alvo pedagogos e educadores em geral. Reiteramos a importância de contemplar esse panorama teórico nessa dissertação, por se tratar de um trabalho exposto na Faculdade de Educação, voltado principalmente para a área de pedagogia, campo em que se encontra pouca presença sobre o assunto.

Já no capítulo 3 denominado *Metodologia e caracterização da pesquisa participante* temos a intenção de introduzir o estudo de caso desenvolvido nessa

investigação. Caracterizamos a pesquisa participante, sua metodologia e seus sujeitos. Apresentamos a composição da disciplina História da Ciência, a partir das intenções da professora, dos referenciais teóricos abordados em aula e do desenrolar de suas atividades práticas. Essa definição do estudo de caso empírico tem o propósito de dar suporte para a elaboração das análises da pesquisa participante, desenvolvidas nos próximos dois capítulos.

Então, no capítulo 4 *Construção de concepções de ciência e ensino* apresentamos o processo de construção de uma ideia complexa e dinâmica de ciência e ensino desenvolvido na disciplina e em constante diálogo com os referenciais teóricos. Foram identificados aspectos da ciência a partir de sua historicidade e de sua relação com a tecnologia e a com a sociedade. Também travamos debates acerca da concepção de ciência como cultura e reconhecemos a relação entre história da ciência e história da educação. Esse processo de análise está marcado pelas falas dos sujeitos da pesquisa que constantemente estão relacionadas ao ensino e a reflexões sobre suas próprias práticas docentes.

A última parte do desenvolvimento da dissertação, capítulo 5 *Relações entre história e sociologia das ciências com educação*, contempla análises dos referenciais teóricos e dos dados levantados durante a disciplina, com ênfase nas relações que surgiram entre esses dois campos. As conexões elaboradas tratam de múltiplos temas, passando por currículo, questões de gênero, concepção de infância, entre outros. Nossa intenção é justamente apresentar as permeabilidades como potencialidades e não fechar em únicas e determinadas contribuições da perspectiva desses campos para as reflexões e atividades educativas.

Capítulo 1: Referenciais teóricos: interfaces entre história da ciência, ensino e formação de professores

1.1 História da ciência e ensino de ciências

Neste capítulo, pretendemos buscar referenciais teóricos e estabelecer diálogos sobre as contribuições da história, sociologia e filosofia da ciência (HSFC) para o campo do ensino de ciências e, especificamente para a formação de professores de ciências e também de docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Vale ressaltar que nosso foco está especialmente sobre a história da ciência (HC), que aparece em diversos trabalhos também atrelada à filosofia da ciência. Aqui não pretendemos fazer uma revisão exaustiva de todos os trabalhos que abordam as interfaces entre esses campos. Após o levantamento de diversas produções, foram escolhidos alguns trabalhos cuja abordagem é mais próxima da argumentação desta dissertação.

A partir da década de 1980, pesquisas e produções acadêmicas, trabalhos teóricos ou mais práticos, por meio de investigações nas escolas, com materiais didáticos, currículos e programas, assim como formação de professores, têm buscado alternativas ao ensino de ciências que partam da ruptura de uma concepção de ciência como verdadeira, única, desinteressada. Esses autores, então, desenvolvem propostas para trabalhos escolares que possuam aspectos que tornem o contato com o conhecimento científico mais significativo ao âmbito social, ligados à formação da cidadania e mais próximo e acessível ao cotidiano dos alunos. Além disso, houve (e ainda há) preocupação constante com as imagens de ciências que se constroem pelo ensino/aprendizagem. Dentre diversas novas ideias, teorias e práticas educacionais, como alfabetização científica, letramento científico, entre outras, reconhece-se a abordagem da HSFC no ensino de ciências como uma possibilidade de contribuir para uma educação científica de maneira mais afinada com tais perspectivas e também com a intenção de romper com abordagem utilizada no ensino de ciências nas décadas anteriores.

No Brasil, discussões que contemplam HSFC no ensino também são foco de programas de pós-graduação de universidades brasileiras como Universidade Federal do ABC (UFABC), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de

Minas Gerais (UFMG), Pontifícia Universidade Católica (PUC/SP), entre outras. Trabalhos já desenvolvidos contribuem com revisões teóricas, reflexões, debates e propostas que validam a incorporação de uma abordagem historiográfica e cultural no ensino formal das ciências. Subsidiando esse diálogo, dissertações e teses (NEWERLA, 2000; FORATO, 2009; SILVA, 2013; SILVA, 2014; BANDEIRA, 2015; GANDOLFI, 2015) vêm apresentando ideias e possibilidades práticas, propondo sequências didáticas para o ensino de ciências por esse viés histórico e cultural, a partir das propostas curriculares brasileiras.

Nos últimos anos, a produção vem se ampliando e ganhando maior visibilidade, como o dossiê *História das Ciências e Ensino de Ciências* publicado pela Revista Brasileira de História da Ciência (2014), que destaca produções cujo mote é evidenciar permeabilidades entre os dois campos, apresentando propostas para um ensino que contemple esse enfoque. Esses textos decorreram de debates sobre quais visões de ciência vêm se desenvolvendo nas escolas, além de problematizarem como são trabalhadas por essas instituições. Além desse compilado, sessões dedicadas ao ensino de ciências já ocorrem em congressos de História da Ciência, como o Simpósio Temático Ações na Interface entre história da ciência e ensino: formação de professores e materiais e de apoio, presente no 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, ocorrido em novembro de 2016.

Para adentrar aos debates atuais, utilizamos concepções do pesquisador Michael Matthews, autor de referência nas discussões sobre o ensino de ciências afinado à abordagem da história e filosofia das ciências em âmbitos internacionais. Em seu artigo *História, Filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação* (1995) apresenta argumentos a favor da história e da filosofia das ciências na Educação Básica, partindo das propostas do Currículo Nacional Britânico, das recomendações contidas no projeto norte-americano de diretrizes curriculares e da contraposição a ideias que questionam a perspectiva histórica no ensino de ciências. Indica que, pela perspectiva da história da ciência, apresentar os conteúdos de forma contextualizada possibilita um processo de ensino-aprendizagem mais coerente, abrangente e entendível, portanto mais significativo aos estudantes: “para a compreensão de um conceito teórico, é necessário que se compreenda seu desenvolvimento histórico” (MACH *apud* MATTHEWS, 1995, p. 169). Assim, a concepção que o estudante vai construindo acerca desse campo é de que a ciência é mutável, instável, contém hipóteses transitórias e que ocorrem transformações no pensamento científico, de acordo com os contextos históricos,

sociais, culturais e políticos nos quais estão inseridos os cientistas, tendo em vista o objetivo de seus trabalhos.

Essa abordagem opõe-se à imagem de ciência como reveladora de uma única verdade e, assim, a noção de correto é reelaborada e reinterpretada pelos alunos, sendo necessário levar em conta os contextos nos quais estão inseridos os cientistas, os argumentos e os interesses políticos e econômicos que compõem cada discussão. Ao ser trabalhada por meio desta perspectiva, a representação de ciências torna-se mais humanizada, isto é, apresenta-se como elemento cultural da humanidade, diferenciando-se de uma imagem da ciência como algo divino ou dogmático. Assim, pode aproximar-se mais dos interesses dos alunos e seu entorno, e apresenta questões que possibilitem a discussão e a criticidade, uma vez que o conteúdo pode ser mais apropriado e relevante para esses indivíduos (MATTHEWS, 1995).

Outro ponto importante defendido pelo autor é que além de se aproximar dos saberes científicos, é fundamental que os alunos também conheçam a “natureza da ciência”: como os conhecimentos científicos são produzidos, quais os distintos contextos em que ocorrem, como as decisões são negociadas ou disputadas, os interesses por trás de publicações, consensos e as controvérsias científicas, por meio de quais práticas e tecnologias. Matthews (1995) explica que essas questões não deveriam ser tratadas como um eixo separado às proposições científicas nos currículos e aulas de ciências, mas de forma integrada, concomitantemente, pois somente assim, os conteúdos e práticas científicas fariam sentido e abordariam o conteúdo de maneira completa e contextualizada. Por esse ensino-aprendizagem mais entrelaçado, favorece-se a compreensão, por parte do aluno, de que as ciências apresentam formas de interpretar a realidade e não apenas de observá-la e traduzi-la.

O autor Derek Hodson (1992) também contribui com a argumentação a favor da abordagem da história da ciência no ensino, afirmando que possibilitaria um processo de ensino-aprendizagem mais significativo para os alunos. Para isso, ele propõe a relação entre três eixos: saber ciência (aprender e apropriar-se dos conhecimentos científicos), saber sobre ciência (conhecer a natureza da atividade científica, seus métodos e reconhecer a existência de complexas interações com a sociedade, bem como disputas internas) e saber fazer ciência (reconhecer práticas como atividades científicas, envolver-se em tarefas de investigação científica e construir conhecimentos sobre resolução de problemas).

Nesse sentido, Silvia Figueirôa (2009) defende que a abordagem da história e da filosofia das ciências no ensino de ciências permite a discussão sobre saberes transitórios por apresentarem esses conhecimentos de maneira reflexiva. O pensamento crítico acerca da ciência favorece a concepção de que não há verdades absolutas, mas hipóteses ou teses coerentes com determinados períodos, em locais e culturas específicos. A autora não se utiliza apenas de exemplos históricos, mas coloca situações de ensino como metodologias e teorias educacionais para fortalecer sua argumentação. As várias explicações e demonstrações de modelos favorecem a ideia da “natureza científica”, pois abordam reflexões e conhecimento sobre por quais caminhos ocorrem o pensar e o fazer científicos.

Sobre este aspecto, é possível estabelecer relação com os argumentos da professora de didática de ciências naturais da Universidade de Buenos Aires (UBA), Ana Espinoza (2010). Defende que, no processo de aproximação entre o conhecimento científico e a escola, expresse-se a importância de refletir sobre e de compreender como se produz o conhecimento científico. Discutir com os alunos por quais caminhos o pensar e o fazer científicos ocorrem, autoriza-os a se experimentarem cientistas, desmistificando, ou então, criando suas concepções de cientistas humanizados. Essa vivência não precisa acontecer apenas nos laboratórios, reproduzindo descobertas, mas em todo o seu processo de pesquisa científica. Assim, os conceitos de descrição, teoria, hipótese, modelo, bem como a observação, o registro e a imaginação são objetos de ensino. A capacidade de explicação é uma das competências fundamentais a serem desenvolvidas pelos alunos da escola básica, aprimorando sua argumentação e ponderação a cada ano. Essas habilidades podem ocorrer durante as atividades da educação científica, mas não precisam se limitar a elas. O exercício de ser cientista deve permear o trabalho com os alunos, sendo eles os protagonistas da construção do seu conhecimento científico, vivenciando o pensar e o fazer científicos.

Os autores Marcia Alvim e Marcelo Zanotello (2014) estabelecem uma comparação entre distintos trabalhos no ensino de ciências da Escola Básica para construir sua argumentação. Por um lado, a abordagem positivista – pela qual muitos professores foram e são formados –, ocorre de modo que os alunos aprendam a resolver exercícios e reproduzir determinados conhecimentos corroborados como verdadeiros. Em contraposição, os autores defendem o enfoque histórico e cultural nos processos com os alunos e seus aportes para as aulas de ciências. Explicam que por essa perspectiva, o ensino deve

envolver a construção de uma cultura científica, fazendo com que o estudante adquira noções sólidas sobre o quê as ciências produzem, quais seus objetos de estudo, como elas se desenvolvem historicamente e como se relacionam no mundo contemporâneo com as esferas social, econômica e política (ALVIM e ZANOTELLO, 2014, p.350).

Ainda nessa análise, pelo viés positivista a história da ciência é abordada de maneira acessória, como dispositivo didático, em que são apresentados importantes cientistas na tentativa de relativizar e suavizar a abordagem “conteudista”. Na opinião dos autores, isso empobrece o potencial de contribuições da história da ciência. Pela perspectiva que defendem, a história cultural da ciência valoriza os estudos sobre ciências, contemplando suas práticas, representações, contextos em que ocorreram, contradições pelas quais passaram e significados que adquiriram. Desse modo, a concepção de ciência que se desenvolve é que, por fazerem parte e serem estruturantes de culturas humanas, possuem proposições mutáveis, diversas. Portanto, no ensino, essa concepção fomenta a reflexão e a cidadania, uma vez que a sociedade contemporânea está marcada pela tecnociência e rápido acesso à informação. Na Educação Básica, a ciência, ao “ser entendida como produção humana em processo e seu discurso percebido como uma importante ferramenta política e econômica, seu ensino assume um papel primordial na educação, incentivando uma postura mais crítica, reflexiva e cidadã” (ALVIM & ZANOTELLO, 2014, p.353).

Além disso, salientam que a história das ciências contém um caráter interdisciplinar entre os conhecimentos científicos e as áreas de humanidades, possibilitando uma elaboração que aproxime a dimensão conceitual com a formativa e social, representando a ciência como um elemento pertencente à esfera cultural.

Também nessa linha de raciocínio, a portuguesa Maria Eduarda Santos (2005) admite a importância de que a educação seja favorecedora à formação da cidadania, em conformidade com o momento social em que a humanidade se encontra. Argumenta que o conceito de cidadania é complexo e se modifica, estando mais relacionada a um ou outro aspecto da sociedade, dependendo dos interesses em debate das épocas. A luta pela cidadania, na contemporaneidade, exige direito ao conhecimento; afinal, a sociedade em rede, causada pela revolução das tecnologias, traz uma nova lógica que descentraliza o acesso à informação e facilita a livre comunicação entre as pessoas. Assim, a partir da década de 1960, entende-se que o conhecimento é pressuposto para a emancipação, por haver maior aproximação entre conhecimento e sociedade; ciências e

cidadania. Defende que a democracia presume que os cidadãos dotados de seus conhecimentos, sejam capazes de afetar decisões políticas que, por sua vez, tangenciam a sociedade na qual estão inseridos, realçando que o desenvolvimento de uma cidadania cultural, crítica e ativa depende também de se ter conhecimento sobre ciência: “aprender sobre ciência é diferente (...) das explicações científicas sobre o mundo (...), tem a ver com a forma como o cientista conhece o que ele conhece, ou seja, com a forma como projecta, gera e usa os seus conhecimentos” (SANTOS, 2005, p. 145).

Pelo ponto de vista da autora, a educação atual, responsável pela transmissão de conhecimentos, tem se preocupado pouco com os valores e práticas da cidadania, assim como as discussões acerca de cidadania quase não se debruçam sobre questões de conhecimento, sua produção e circulação. Então, ela explica sobre a importância de se “cientifizar a cidadania”: uma maneira de oferecer ferramentas de reflexão aos indivíduos para que possam se envolver com os debates científicos de forma crítica e ativa. Da mesma forma, ressalta a necessidade de “civilizar as ciências”, ou seja, considerar as experiências e práticas não declaradamente científicas e os saberes dos cidadãos nas atividades científicas.

Para Santos (2005), a educação pela abordagem da Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) favorece o diálogo entre distintos saberes, a preocupação com a educação para os valores e para direitos humanos, a construção da cidadania, concebendo o aluno como sujeito ativo de participação nas aulas. Ao contemplar debates éticos e culturais, colocando diversos saberes em debate, se afeta a concepção de mundo e de cidadania. Assim, compreende-se que a educação CTS pode ocorrer no processo educativo como um todo, sendo o ensino de ciências um campo particular. Por essa abordagem, busca-se “um ensino científico que não se feche no interior das lógicas disciplinares e que, para além de uma legitimidade científica, tenha preocupações com uma legitimação social, cultural e política” (SANTOS, 2005, p. 152).

De maneira similar, outra pesquisadora portuguesa, Maria da Conceição Duarte (2004) também explicita que é preciso compreender o ensino de ciências inserido e em relação com essa “sociedade da informação e do conhecimento”, mas aponta uma importante contradição. Por um lado há a busca em ampliar a cultura científica e aproximá-la dos cidadãos, seja pela educação formal (ensino escolar) ou não formal (divulgação científica por museus ou diversas mídias). No entanto, concomitantemente, a impressão de um fracasso dessa educação também cresce. A autora apresenta estudos cujos resultados apontam que cidadãos portugueses adultos possuem baixo nível de

conhecimento científico, não compreendendo as ciências por eles estudadas. O que revela, portanto, limitações no ensino tradicional de ciências e a necessidade de buscar novos recursos e metodologias para o ensino de ciências. Além disso, reconhece uma mudança nos objetivos desses esforços: idealizar uma geração de cientistas deixa de ser o foco, ganhando espaço o propósito de “formar cidadãos capazes de estabelecer uma relação crítica com a ciência e a tecnologia, mas também conhecedores da História da Ciência” (DUARTE, 2004, p. 318). Seguindo seu raciocínio, Duarte (2004) elabora uma sistematização de concepções de diversos autores que argumentam a favor da inclusão da história da ciência no ensino, que resumiremos aqui em tópicos:

1) A história da ciência pode favorecer a compreensão dos conteúdos científicos porque, de acordo com as percepções de Piaget e Garcia (1987), há paralelismos entre o desenvolvimento de proposições científicas no percurso da história da humanidade e a construção psicológica e cognitiva que os alunos desenvolvem sobre os conceitos científicos. No entanto, há estudos mais atuais, como os de Pedrinaci (1999) que tratam dessa concepção de maneira mais moderada, referindo-se às atuais concepções de que haveria apenas possíveis analogias entre a construção dos conhecimentos ao longo da história e aquela feita pelos alunos.

2) A perspectiva da história da ciência contribui para a compreensão da natureza do conhecimento científico, já que a aprendizagem dos conteúdos científicos é mais efetiva e é compreendida com maior sentido quando são apresentados como fruto de atividades humanas coletivas, inseridas e validadas e/ou refutadas em contextos sociais, históricos e culturais.

3) A maneira como a história da ciência é abordada nas atividades escolares pode colaborar com o rompimento das noções de ciência como dogma – evitando que se concebam as teorias científicas como verdade, bem como afastar-se da ideia de que proposições científicas validadas em outras épocas sejam consideradas erradas pelo olhar da atualidade.

4) O ensino de ciências baseado em um enfoque histórico carrega o potencial de aproximar cientistas e não cientistas, pois favorece uma imagem mais humanizada da ideia de ciência. Assim, cidadãos podem desenvolver um olhar menos idealizado e mais positivo acerca dos trabalhos teóricos e técnicos, bem como dos profissionais e colaboradores da área.

5) Uma vez que a história da ciência concebe que os conhecimentos científicos só foram desenvolvidos, divulgados e debatidos em interfaces com outras esferas do

conhecimento e da vida, como a matemática, o comércio, a tecnologia, a cultura, é possível trabalhar com o ensino de ciências de maneira mais integrada com as diferentes disciplinas e conteúdos escolares.

Apresentados esses argumentos que defendem a aproximação entre a abordagem da história da ciência e o ensino, afunilamos um pouco mais a discussão, voltando nosso olhar para a questão da formação de professores.

1.2. História da ciência e formação de professores

Partindo da referência de Matthews (1995), a formação do professor de ciências embasada pelo caráter contextualista (filosófico e histórico) é fundamental para que ocorra efetivamente o ensino-aprendizagem por essa abordagem, carregando os benefícios dessa perspectiva. No entanto, o autor vai além dessa asserção e explica que a história e a filosofia da ciência contribuem para a formação de professores críticos, com acesso aos conhecimentos, mesmo que esses não sejam conteúdos objetivamente utilizados em suas aulas. Denominou esse conceito como “instrução em ciências”, diferenciando essa abordagem de um simples “treinamento”, em que o professor aprenderia apenas aquelas proposições científicas, de modo superficial, a serem transmitidas aos alunos. Portanto, é fundamental que na formação (instrução) dos professores de ciências estejam contemplados elementos que permitam o maior conhecimento e apropriação de seu material de trabalho, a fim de desenvolver relações com os processos científicos e com a natureza da ciência mais próxima, coerente e crítica.

Para compor essa discussão acerca da importância da institucionalização da abordagem da história da ciência na formação de professores, em nosso país, e buscar produções ainda mais atuais que contemplem relações entre história da ciência e formação de professores, fizemos um levantamento por meio da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Atualmente, a plataforma contempla 372.124 dissertações de mestrado e 172.776 teses de doutorado. A busca foi feita pelas palavras-chave “história da ciência” e “formação de professores” e foram encontradas 196 publicações. No entanto, ao fazer uma análise qualitativa do material reconhecido, percebemos que muitos destes foram selecionados pelo mecanismo de busca por contemplarem uma das palavras chaves no nome da linha de pesquisa na qual se

encontra, mas não ocorrem em seu título. Além disso, lemos o resumo de cada um desses trabalhos a fim de distinguir, qualitativamente, aqueles que realmente pudessem subsidiar o debate acerca da história da ciência implicada à formação de professores. Por fim, classificamos apenas 36 destes trabalhos – sendo 20 dissertações e 16 teses –, reconhecendo suas contribuições significativas nesse campo investigado.

Também fizemos o exercício de colocar apenas a palavra “ensino” como palavra chave e foram encontrados 64.612 resultados. Isso quer dizer que do total de trabalhos acerca desse tema, apenas 0,0006% das investigações trabalham com a interface entre história da ciência e formação de professores. Então pesquisamos como palavra-chave apenas o conceito “formação de professores”, resultando em 19.839. Portanto, a história da ciência está presente em apenas 0,002% das publicações referentes ao debate em questão. Esses dados representam uma visibilidade ínfima e assim, apontamos para uma necessária institucionalização de trabalhos que enfatizem a história da ciência na formação de professores.

Por mais que a presença dessas produções ocupe um pequeno espaço em termos globais, nos preocupamos aqui em mapear e identificar que obras são essas, quem são os pesquisadores, seus orientadores, onde ocorrem. É fundamental iluminá-los. A seguir, a Tabela 1 contempla os trabalhos em questão, organizados pelo ano de defesa:

Tabela 1: Dissertações e Teses acerca das interfaces entre história da ciência e formação de professores

	Título	Autor(a)	Orientador(a)	Ano de defesa	Instituição	Área	Dissertação ou Tese
1	O movimento do sangue no corpo humano	Nadir Castilho Delizoicov	Edel Ern	2002	UFSC - Centro de Ciências da Educação	Biologia	Tese
2	Papel da história da ciência nas licenciaturas em ciências naturais e matemática	Kilwangy Kya Kapitango-a-Samba	Marcia Helena Mendes Ferraz	2005	PUCSP - Departamento de História da Ciência	Licenciatura em ciências naturais e matemática	Dissertação
3	A disciplina História da Matemática: Um estudo sobre as concepções do professor do Ensino Superior	Terezinha Francelino Ferreira	Ubiratan D'Ambrósio	2005	PUCSP - Departamento de Educação	Matemática	Dissertação
4	A história da ciência em periódicos brasileiros de química: contribuições para formação docente	Helder Eterno da Silveira	Pedro da Cunha Pinto Neto	2008	Unicamp - Faculdade de Educação	Química	Tese

5	Aprendizagens de um grupo de futuros(as) professores(as) de química na elaboração de conteúdos pedagógicos digitais: em face dos caminhos abertos pela Lei Federal nº 10.639 de 2003	Juliano Soares Pinheiro	Rejane Maria Ghisolfi da Silva	2009	UFU - Departamento de Ciências Exatas e da Terra	Química	Dissertação
6	Dificuldades e possibilidades da utilização da história da ciência no ensino de química: um estudo de caso com professores em formação inicial	Deividi Marcio Marque	João José Caluzi & Silvia Regina Quijdas Aro Zuliani	2010	UNESP - Faculdade de Ciências	Química	Tese
7	A Biologia e a história da disciplina ensino de ciências nos currículos do curso de Pedagogia da UFSC (1960 - 1990)	Néli Suzana Quadros Britto	Diana Carvalho de Carvalho	2010	UFSC - Centro de Ciências da Educação	História da educação	Tese
8	Ciência e religião: reflexões sobre os livros de história da matemática e a formação do professor	Marcos Francisco Borges	Antonio Carlos Brolezzi	2010	USP - Faculdade de Educação	Matemática	Tese
9	Possibilidades de exploração da história da ciência na formação do professor de matemática: mobilizando saberes a partir da obra de Nicolau Copérnico de revolutionibus orbium coelestium	Maria José de Freitas Mendes	Bernardete Barbosa Morey	2010	UFRN - Centro de Ciências Sociais Aplicadas	Matemática	Tese
10	A contribuição da história da matemática na formação dos professores das séries iniciais	Jussara Teodoro de Faria	Marcia Helena Mendes Ferraz	2010	PUCSP - Departamento de História da Ciência	Matemática	Dissertação
11	A educadora Maria Laura: contribuições para a constituição da educação matemática no Brasil	Pedro Carlos Pereira	Saddo Ag Almouloud	2010	PUCSP - Departamento de Educação	Matemática	Tese
12	História da matemática: uma disciplina do curso de licenciatura em matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora	Wagner da Cunha Fragoso	Maria Cristina Araújo de Oliveira	2011	UFJF - Instituto de Ciências Exatas	Matemática	Dissertação

13	Ateliês de história e pedagogia da matemática: contribuições para a formação de professores que ensinam matemática nos anos iniciais	Lúcia Helena Bezerra Ferreira	Iran Abreu Mendes	2011	UFRN - Centro de Educação	Matemática	Tese
14	História e filosofia da ciência no ensino de ciências naturais: o consenso e as perspectivas a partir de documentos oficiais, pesquisas e visões dos formadores	Kilwangy Kya Kapitango-a-Samba	Elio Carlos Ricardo	2011	USP - Faculdade de Educação	Ciências Naturais	Tese
15	Dos Curie a Rutherford: aspectos históricos e epistemológicos da radioatividade na formação científica	Marinês Dominguês Cordeiro	Luiz Orlando de Quadro Peduzzi	2011	UFSC - Centro de Ciências da Educação	Física	Dissertação
16	Compondo narrativas sobre a história da matemática	Dayane Darlley Moreira	Sônia Maria Clareto	2011	UFJF - Faculdade de Educação	Matemática	Dissertação
17	Formação crítico-transformadora de professores de Física: uma proposta a partir da História da Ciência	Breno Arsioli Moura	Cibelle Celestino Silva	2012	USP - Interunidades em Ensino de Ciências	Física	Tese
18	Alguns elementos que reforçam a importância da história da matemática na formação de professores	Wilson Monteiro	Fumikazo Saito	2012	PUCSP - Departamento de Educação	Matemática	Dissertação
19	O ensino de astronomia em uma vertente investigativa a partir de histórias problematizadoras: o que emerge da fala de professores após experiência em sala de aula	Telma Cristina Dias Fernandes	Marcos Daniel Longhini	2013	UFU - Departamento de Ciências Humanas	Astronomia	Dissertação
20	Ciência, tecnologia e sociedade : narrativas de licenciandos e supervisores do PIBID/UFABC	Paula Aparecida Borges de Oliveira	Mirian Pacheco Silva	2013	UFABC	Ciências	Dissertação
21	A História da matemática e o blog na formação inicial do professor	Lidiane Schimitz Lopes	André Luis Adrejew Ferreira	2013	UFPel - Faculdade de Educação	Matemática	Dissertação

22	Um estudo sobre a apreciação do raciocínio matemático na formação inicial de professores	Francisca Vandilma Costa	John Andrew Fossa	2013	UFRN - Centro de Educação	Matemática	Tese
23	Ensinando sobre a natureza da ciência: uma abordagem explícita e contextualizada a partir da história do vácuo	Wesley Costa de Oliveira	Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira	2013	UFRN - Centro de Ciências Exatas e da Terra	Natureza da ciência	Dissertação
24	As imagens em movimento e sua contribuição para o ensino das ciências físicas no Brasil - 1800 a 1960	Marcelo de Carvalho Bonetti	Yassuko Hosoume	2013	USP - Interunidades em Ensino de Ciências	Física	Tese
25	A formação inicial de professores e a cultura científica na educação básica: problematizando a prática docente na interface das disciplinas estágio supervisionado e história da física	Sebastião Ivaldo Carneiro Portela	Lizete Maria Orquiza de Carvalho	2014	UNESP - Faculdade de Ciências	Física	Tese
26	A abordagem histórica e filosófica da ciência no curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Sergipe - Campus São Cristóvão	Leonardo Ferreira de Almeida	Carmen Regina Parisotto Guimarães	2014	UFS	Biologia	Dissertação
27	A história da matemática no portal do professor: uma análise hermenêutica dos planos de aula	Rosana Rodrigues da Silva	Virginia Cardia Cardoso	2015	UFABC	Matemática	Dissertação
28	Atividade orientadora de ensino de geometrias na perspectiva lógico-histórica : unidade entre ensino e aprendizagem na formação inicial de professores de matemática	Talita Secorun dos Santos	Maria do Carmo de Sousa	2015	UFSCAR - Centro de Educação e Ciências Humanas	Matemática	Tese
29	Uma proposta de ensino de frações no 6º ano do ensino fundamental a partir da teoria histórico-cultural	Carolina Innocente Rodrigues	Fabiana Fiorezi de Marco	2015	UFU - Departamento de Matemática	Matemática	Dissertação

30	Uma visão do ensino de matemática na escola de aplicação da UFPA nas décadas de 1970 e 1980 a partir das narrativas de seus professores	Márcio Benício de Sá Ribeiro	Maria José de Freitas Mendes	2015	UFPA - Instituto de Educação Matemática e Científica	Matemática	Dissertação
31	Formação docente para a inserção da história e filosofia da ciência no ensino: textos histórico-pedagógicos em discussão	José Diogo dos Santos Nicácio	Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira Drummond	2015	UFRN - Centro de Ciências Exatas e da Terra	Natureza da ciência	Dissertação
32	A construção de uma abordagem histórica para o ensino de termodinâmica: Sadi Carnot e o estudo da máquina térmica	Danielle Beatriz de Souza Borges	Thaís Cyrino de Mello Forato	2016	UFABC	Física	Dissertação
33	Concepções de professores atuantes e em formação sobre história da química e a natureza da ciência	Anderson de Oliveira Santos	Marlene Rios Melo	2016	UFS	Química	Dissertação
34	A história da ciência nacional na formação e na prática de professores de física	Winston Gomes Schmiedecke	Paulo Alves Porto	2016	USP - Interunidades em Ensino de Ciências	Física	Tese
35	História da matemática na formação de professores: sistemas de numeração antigos	Gesivaldo dos Santos Silva	Bernardete Barbosa Morey	2016	UFRN - Centro de Ciências Exatas e da Terra	Matemática	Dissertação
36	A criatividade matemática de John Wallis na obra <i>Arithmetica Infinitorum</i> : contribuições para ensino de cálculo diferencial e integral na licenciatura em matemática	Gabriela Lucheze de Oliveira Lopes	Iran Abreu Mendes	2017	UFRN - Centro de Educação	Matemática	Tese

Fonte: Tabela desenvolvida para esta dissertação, a partir de dados coletados no BDTD.

A partir desse levantamento, podemos inferir algumas informações importantes sobre a produção e circulação de conhecimento acerca da história da ciência na formação de professores. Primeiramente, é possível perceber que o desenvolvimento desses trabalhos ocorreu em apenas treze universidades, sendo vinte departamentos diferentes. Mais uma vez, isso significa que pouquíssimos institutos brasileiros – considerando-se o território nacional – estão envolvidos com esse foco de pesquisa. Contudo, percebe-se que as produções estão relativamente espalhadas por diversas

instituições, sem considerá-las dispersas, pois há alguma frequência em cada local. Isso pode ser observado no gráfico a seguir:

Figura 1: Distribuição de trabalhos acerca de HC e formação de professores por

Fonte: Imagem elaborada para esta dissertação.

É possível notar que não há um polo de produção, que desponte ou que seja destoante com relação aos outros centros ou departamentos. Então, podemos identificar que a circulação desses conhecimentos pode ser impulsionada, assim como seu desenvolvimento nessas e em outras potentes instituições. Aguçando ainda mais o olhar, e atentando-nos aos agentes das pesquisas, reconhecemos que se trata de trinta e dois orientadores das pesquisas, pois quatro deles assinam por duas orientações cada um. No caso dos autores, apenas um deles se dedicou a esse enfoque tanto em seu processo de

mestrado, quanto no doutorado. Mais uma vez, esse cenário de potencialidades de crescimento torna-se evidente.

Outro ponto interessante é o fato de a grande maioria desses trabalhos estar inserida em institutos de educação e ensino. Isso nos mostra que há maior preocupação no campo da educação, enquanto as faculdades de ciência abordam menos a formação de professores. O que aparentemente pareceria “natural” é um debate a ser travado, pensando se essa deveria ou não ser uma demanda desses departamentos.

Por fim, afirmamos que esse levantamento admite um panorama mais global acerca das dissertações e teses sobre a história da ciência na formação de professores produzidas no Brasil a fim de entendê-las como parte de um processo necessário que é a institucionalização e desenvolvimento de produções teóricas e práticas, pontuais e nacionais, sugestões e curriculares. Com isso, não se pretende enaltecer os orientandos e orientadores presentes nessa tabela, mas evidenciar o valor de seus esforços para que seja possível chegar a uma concepção maior. Para que assim essa perspectiva e essa concepção de ciência e de conhecimento possam estar mais próximas aos professores, para que se formem seres humanos e profissionais mais críticos, responsáveis pela educação.

Ademais das dissertações e teses, há grande diversidade de artigos acadêmicos publicados. A esmagadora maioria dessas produções estabelece relações entre história da ciência e a formação de professores especialistas das áreas de ciências, como biologia (MARTINS, 1998; SILVA e COELHO, 2017), física (CARDOSO, 1996; MARINELI, 2016) e química (COKI e MORADILLO, 2008; COLAGRANDE, 2016; SANTOS, 2016). Esses são apenas alguns exemplos de trabalhos encontrados durante as investigações e que podem conter ou não concepções de história da ciência e de seus aportes no ensino de ciências próximas às defendidas neste trabalho. Afinal, não é nosso objetivo analisá-las, pois não nos debruçaremos sobre esses núcleos de investigação, com tais especificidades.

Além desse foco dado às áreas de ensino dentro da ciência, alguns trabalhos defendem a presença da história da ciência na formação do professor de ciência, de maneira geral, – o que, pelo nosso entender podem-se incluir pedagogos que, entre outras atividades, lecionam essa disciplina nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Portanto utilizaremos esses referenciais como ponto de partida.

Autores de grande referência no Brasil e na América Latina são Anna Maria P. Carvalho e Daniel Gil-Perez. Em seu livro *Formação de professores de ciências:*

tendências e inovações (1993) – aporte utilizado em grande quantidade dos trabalhos elaborados acerca desse tema –, apontam quais seriam as necessidades formativas dos professores de ciências. Dentre elas, identificam conhecer os conteúdos a serem ensinados de maneira mais apropriada, questionar acerca de imagens simplistas do ensino de ciências, preparar atividades, dirigir o trabalho, avaliar, entre outros aspectos. Determinam seis pontos centrais que denominam como necessidades formativas do professor para que leccione ciências. O primeiro deles é denominado como “Conhecer a história das ciências (...) como forma de associar os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção (...)” (CARVALHO e GIL-PEREZ, 1993, p.22). De acordo com seu ponto de vista, é relevante que o professor entre em contato com a História das Ciências, por diversos motivos. Em primeiro lugar, reconhecem o valor científico dos conteúdos apresentados durante os debates presentes no campo. Ademais, é importante que o professor seja capaz de contextualizar e identificar os problemas sociais, culturais, econômicos, históricos e/ou políticos que deram origem aos conhecimentos científicos conhecidos hoje.

Argumentam, também, que refletir e discutir sobre como as hipóteses foram se comprovando ou não ao longo do tempo possibilita aproximar-se mais do pensar e fazer científicos, permitindo que o aluno tenha uma compreensão de que a área de ciências não é um trabalho empírico-indutivista simplório. Ao afirmar isso, os autores estão construindo sua tese central, de que é necessária uma mudança didática na forma de ensinar ciências e que passa, principalmente pela ideia de que professores e alunos desenvolvam uma concepção mais adequada de trabalho científico. Conhecer a ciência de maneira contextualizada favorece a compreensão de conteúdos complexos a serem ensinados e potencializa a inovação de recursos e práticas didáticas. Conforme Carvalho e Gil-Perez (1993), o professor em cuja formação aproximou-se dos conteúdos da história da ciência será capaz de tratar, em suas aulas, de uma visão não distorcida da ciência – como o método tradicional apresentaria. No entanto, nesta dissertação nos permitimos abordar essa questão de uma maneira um pouco diferente, pois pensamos que, uma vez que não há maneira correta e verdadeira de se conceber a ciência, não utilizaríamos a expressão “imagens deformadas” para nos referirmos ao tema. Mesmo assim, consideramos a importância e os impactos dessa concepção para os avanços nos trabalhos de pesquisa sobre as interfaces entre história da ciência e educação. E é justamente buscando compreender o que seria então essa “imagem não deformada” que elaboramos a pesquisa participante apresentada nesse trabalho.

A partir dos referenciais desenvolvidos por Carvalho e Gil-Perez (1993), diversos autores reiteram essas ideias, enquanto outros afastam-se, buscando outros caminhos. Abordamos a seguir alguns desses trabalhos a fim de montar um panorama repleto de argumentos a favor da presença de história das ciências durante a formação dos docentes.

Em seu artigo, Marques (2015) defende que a formação do professor de ciências que contempla aspectos históricos pode oferecer mais conhecimentos sobre o assunto, estando mais envolvido com os debates científicos, bem como com sua entrada na Educação Básica. Assim, buscará também trabalhar com um ensino que aborde a disciplina por esse viés, partindo do pressuposto de que quando o conceito a ser aprendido está contextualizado historicamente, flexiona a visão de ciência e do fazer científico. Além disso, argumenta que essa perspectiva contribui com a aproximação entre escola e realidade. Com a intenção de romper com a concepção de uma ciência linear e de uma história da ciência que privilegie apenas grandes nomes desse campo do conhecimento, será possível também trabalhar de maneira interdisciplinar respeitando, contudo, seus pressupostos epistemológicos, didáticos e metodológicos. Defende também cursos de formação de professores de ciências, que invistam na presença de historiadores da ciência e pelo conhecimento do conteúdo por essa perspectiva, ocorra a elaboração de materiais didáticos coerentes com propostas historiográficas e didáticas contemporâneas.

Duarte (2004), citado anteriormente, após desenvolver sua argumentação em seu artigo acerca dos aportes da história da ciência para o ensino de ciências, apresenta conclusões de quatro estudos feitos para verificar a importância e utilização da história da ciência no ensino de ciências, a partir de investigações e questionários realizados com professores de ciências em Portugal, entre 1996 e 2003. Em suma, a autora reconhece que, por mais que muitos desses profissionais identifiquem o valor de trabalhar no ensino de ciências por uma abordagem histórica, isso não ocorre de fato durante suas práticas, nos cursos que lecionam nas escolas. Pelo contrário, veiculam a ideia de desenvolvimento científico como um processo cumulativo e linear. E por fim, admite que alguns dos professores das distintas pesquisas avaliam sua formação em história da ciência negativamente, deficitária.

Para tentar explicar isso, a pesquisadora reflete sobre as imagens que esses docentes fazem da atividade científica, por quais meios ocorrem suas formações, com quais recursos e materiais didáticos e indaga-se a respeito de quais seriam as estratégias

por quais os professores irão refletir sobre suas concepções relativas à natureza das ciências. No decorrer de sua investigação, conclui que há insuficiências de diversas naturezas na formação de professores e que a mesma deve ser repensada.

Assim, a autora chega à questão central de sua argumentação que é a relevância de uma formação de professores que contemple a abordagem da história da ciência, considerando os desafios para sua implementação. Defende que o primeiro passo seria trabalhar com concepções de ciências para que os professores em formação reflitam e se localizem acerca de suas imagens de natureza do conhecimento científico. Também considera fundamental que tal abordagem esteja presente na formação dos educadores de maneira sistemática: presente frequentemente ao longo de toda a formação inicial e continuada e não apenas em uma disciplina durante o curso. Essa abordagem deve contemplar um caráter multidisciplinar, marcada pela flexibilidade e o encontro entre diversas áreas do conhecimento, e também inclua diálogos entre teorias, práticas e metodologias, abrangendo uma formação mais geral, cultural e social. Esse trabalho precisa contemplar:

princípios como o do respeito/valorização dos saberes dos professores localmente construídos (traduzido no princípio da simetria epistemológica), o de aproximação dos professores à prática da investigação (cultivando comunidades críticas de investigação), o da problematização de teorias, práticas e contextos (rejeitando uma imagem estática, não problemática do conhecimento), por meio de uma reflexão sistemática e crítica reveladora das complexidades e contingências das práticas sociais que produzem o conhecimento (combatendo a “reificação, a descontextualização e a tecnocratização”) (DUARTE, 2004, p.326).

Mais um aspecto a ser considerado na argumentação acerca da importância da história da ciência na formação de professores é defendido por Ferreira e Ferreira (2010) em seu artigo *A História da Ciência na formação de professores*. Os autores sustentam que, em contato com essa abordagem durante sua formação, os futuros professores se apropriam dos conteúdos, compreendendo-os de maneira mais clara, sendo assim uma motivação e envolvimento com os conteúdos, reverberando também para seu ensino na educação básica. Explicam que um conhecimento é apenas instrumental quando não possui valor em si, considerando-o apenas como uma ferramenta para alcançar algum outro objetivo – como aprender um determinado conceito científico apenas com o mote de ser aprovado em uma universidade, por meio

de um sistema de vestibular, por exemplo. Há assim, falta de sentido, por parte de alunos e professores, levando ao distanciamento com a realidade e desinteresse por parte dos estudantes. Portanto, os autores defendem que o professor que aborda as ciências pelo viés histórico e cultural pode motivar os alunos, favorecendo uma aprendizagem que contribua para a suas compreensões de mundo, atingindo algo mais externo e significativo.

Em seu recente artigo, Gandolfi e Figueirôa (2017) realçam a importância da história e filosofia da ciência na formação de professores para que construam imagens mais críticas da ciência, a partir de questionamentos a uma visão de ciência neutra e dogmática. Por essa abordagem, evidenciam-se reflexões e debates acerca de características das proposições científicas, assumindo-as como frutos de trabalhos coletivos, de proposições mutáveis, realçando aspectos humanos e sociais durante seu processo de desenvolvimento, divulgação e/ou refutação. Para que o professor tenha uma formação associada a uma perspectiva emancipatória e política, é importante que entre em contato com a natureza da ciência bem como suas relações com outros campos do conhecimento. Outro ponto destacado é que além de lidar melhor com o conteúdo e com os conhecimentos a serem trabalhados nas escolas, o professor estará mais instrumentalizado para desenvolver escolhas acerca das metodologias e formas de avaliação, na organização e planejamento de sua atividade, bem como para a elaboração de materiais e recursos didáticos para suas próprias práticas docentes. Dessa maneira, afirmam as autoras,

o professor de Ciências poderia adquirir autonomia para questionar e ressignificar o quê e como ensina o conhecimento científico, deixando de apenas consumir livros didáticos ou, quando muito, alguma pesquisa acadêmica, mas sim se tornando um crítico desse conhecimento técnico que incorpora em sua prática. (GANDOLFI e FIGUEIRÔA, 2017, p.12).

Neste artigo, as autoras analisam o processo de investigação de uma delas, em seu trabalho de mestrado, acerca da prática docente a partir do uso de textos e fontes histórico-científicos, a fim de verificar seu impacto e colaborações nesse processo formativo no que tange à natureza da ciência. Por suas considerações, concluem que essa estratégia contribui com a formação e atuação crítica dos professores e recomendam possibilidades de formação continuada para que professores de ciências também utilizem esse recurso.

Já a pesquisa desenvolvida por Chinelli, Ferreira e Aguiar (2010), buscou outro recurso para discutir a formação de professores de ciências. Desenvolveram um questionário para investigar quais seriam as concepções epistemológicas contempladas pelos professores de ciências. Notaram que ocorrem distintas compreensões concomitantes em uma mesma instituição, ou mesmo no conjunto de percepções de um mesmo profissional, ocasionando possíveis confusões e dificuldades no ensino-aprendizagem de ciências. Assim, apontam a necessidade de que cursos de formação de professores incluam a história da ciência nos cursos de formação de professores e ressaltam a importância de se debaterem aspectos dos estudos sociológicos sobre educação, principalmente no que se refere ao currículo. Argumentam que essa possibilidade favorece a autonomia do docente na definição dos objetivos do ensino, na seleção dos conteúdos e na organização das situações de aprendizagem.

Pensando em renovações didáticas, os autores defendem que os debates e a formação de professores não fiquem apenas em um âmbito teórico, mas que contemplem experiências de reflexão sobre as práticas, como:

experiências interdisciplinares; experimentos que estimulem a elaboração de hipóteses e permitam que sejam testadas; exemplos concretos das profundas relações existentes entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente; e oportunidades para que se discutam a democratização do conhecimento e questões éticas relacionadas à produção e à distribuição de produtos científicos e tecnológicos. Como também, a fim de contribuir para a ruptura com as barreiras paradigmáticas, experiências que envolvam a história da evolução dos conhecimentos científicos (CHINELLI, FERREIRA e AGUIAR, 2010, p.33).

Mais um aspecto interessante abordado pelos autores é a valorização de museus e centros de ciências como espaços potentes para que experiências assim possam ocorrer. Afirmam que espaços não formais contam com equipes multidisciplinares de profissionais, recursos, aproximações, interações e tempos diferentes. Além disso, acervos, dinâmicas e curadorias distintas às dos currículos tradicionais e livros didáticos serviram como suporte para formação de professores que aborde o caráter social, cultural e histórico dos conhecimentos e atividades científicos, concepção discutida neste capítulo.

Isso nos remete à compreensão de que o espaço de atuação do pedagogo não é apenas a instituição escolar, por isso veremos as contribuições para os espaços não

formais também, como museus e diversas modalidades de educação não formal, informal ou social, pensando também na divulgação científica.

Afunilando um pouco mais, reconhecemos a raridade de trabalhos que exploram permeabilidades entre história da ciência e a formação do pedagogo, sem debruçar-se especialmente sobre o ensino de ciências. Buscando insistentemente mais sobre possíveis trabalhos que versassem, de maneira ainda mais específica, interfaces entre história da ciência e formação de pedagogos, encontramos a dissertação de mestrado de Jussara Faria (2010) intitulada *A Contribuição da História da Matemática na formação dos professores das séries iniciais*. Por mais que não nos debruçaremos sobre o ensino de matemática, este trabalho nos chamou a atenção e foi importante considerá-lo, pois apresenta a especificidade com a questão da formação de professores polivalentes. Além disso, há permeabilidades entre a história da ciência e a da matemática, bem como de argumentos que defendem a presença dessas perspectivas no ensino, que podem conversar com os debates aqui travados.

A fim de evidenciar algumas dessas pontes, consideramos algumas concepções de Ubiratan D'Ambrósio (1999), um dos referenciais utilizados pela autora e também muito importante para a área de Educação Matemática no Brasil. De acordo com o autor, “a matemática tem, como qualquer outra forma de conhecimento, a sua dimensão política e não se pode negar que seu progresso tem tudo a ver com o contexto social, econômico, político e ideológico” (D'AMBRÓSIO, 1999, p. 23). No entanto, quando a concepção da matemática não passa por esse viés crítico, o ensino de seus conteúdos pode acabar ressaltando a imagem de que apenas gênios, pelo toque divino, são capazes de produzir conhecimentos matemáticos, como se fossem conhecimentos exteriores à esfera humana. Em decorrência dessa perspectiva, formar-se-iam alunos subordinados, passivos e acríticos.

A alternativa que proponho é orientar o currículo matemático para a criatividade, para a curiosidade e para crítica e questionamento permanentes, contribuindo para a formação de um cidadão na sua plenitude e não para ser um instrumento de interesse, da vontade e das necessidades das classes dominantes. A invenção matemática é acessível a todo indivíduo e a importância dessa invenção depende do contexto social, político, econômico e ideológico (D'AMBRÓSIO, 1999, p.24).

Com isso, o autor não quer dizer que a educação matemática seja, em si, o instrumento de acesso social e econômico – afinal, aspectos de desigualdade e injustiça social e política englobam muitas outras questões. Mesmo assim, ressalta a importância

de uma educação matemática, pelo viés histórico, como instrumental para promover professores e alunos críticos e questionadores. Adiciona também aportes das pesquisas e práticas da etnomatemática para a formação do aluno e do professor. Ao investigar e ponderar acerca das origens sociais dos conhecimentos matemáticos em distintos contextos (espaciais, temporais e culturais consideradas marginais), compõem preocupações de natureza política, reflexiva e crítica perante a neutralidade e veracidade da matemática.

Apoiada nesses referenciais teóricos, em primeiro lugar, Faria (2010) enfatiza contribuições de uma abordagem histórica e contextualizada dos conteúdos para o ensino de matemática, para todas as séries do Ensino Fundamental, partindo da concepção de matemática como manifestação cultural, sendo utilizada, não apenas de forma abstrata, mas aplicada a outros campos da esfera social. Defende também o contato de alunos e professores com a etnomatemática na escola, perspectiva que considera como manifestações matemáticas muito além de cálculos e operações aritméticas, contemplando também relações, classificações e inferências nas diversas atividades de uma sociedade, das práticas artesanais, artísticas ao comércio e indústria.

A seguir, Faria (2010) apresenta de forma detalhada e analítica uma retrospectiva de algumas das tendências na educação matemática no Brasil a fim de justificar a presença da história da matemática no ensino. Não cabe aqui discorrer sobre os conceitos apresentados sobre isso, tampouco é nosso propósito aprofundar nas concepções de história da matemática que se apresentam no trabalho. No entanto, buscamos pistas acerca das interfaces desse campo com a formação de educadores dos anos iniciais do fundamental.

Para destacar pontos específicos da intersecção com a formação de professores polivalentes, a autora caracteriza e analisa o percurso da história da pedagogia no Brasil no Centro Específico e Aperfeiçoamento do Magistério (CEFAM), chegando aos cursos de licenciatura plena e suas diretrizes. Nesses diversos momentos, ilumina que a presença da história da matemática no ensino da área é considerada como um recurso pedagógico. Ao analisar os documentos, diretrizes e currículos – textos oficiais tanto para o trabalho escolar no Ensino Fundamental I, como para formações de professores nos cursos de pedagogia – busca interfaces e identifica nesses documentos a necessidade do trabalho de ensino-aprendizagem que contemple uma abordagem histórica. Entretanto, aponta que os cursos de graduação em pedagogia são deficitários nesse sentido.

A autora também analisa bibliografias utilizadas nas disciplinas de metodologias do ensino de matemática para discentes de pedagogia em diversas faculdades e afirma que, comumente, durante a formação inicial desses professores há contato pouco significativo com o próprio conteúdo de matemática, ficando assim, ainda mais escasso o aprofundamento na história da matemática e seu pensamento contextualizado. Mesmo assim, Faria (2010) reforça que a formação, pelo viés da história da matemática, colabora com a compreensão dos próprios conteúdos matemáticos.

Em suma, pelo levantamento em tais documentos, reconhece que é dada importância ao enfoque histórico no ensino da matemática desde o CEFAM, em 1990. No entanto, somente com os PCNs a história da matemática é reconhecida como um dos recursos pedagógicos a serem considerados no ensino. Seu argumento principal se dá pela importância de que educadores em formação – inicial e continuada – tenham contato e venham a se apropriar dos processos e práticas da história da matemática, para que possam refletir e debater criticamente sobre posicionamentos presentes nas diretrizes curriculares e nos programas e a fim de produzir inovações curriculares, “pois de nada adianta os documentos oficiais abordarem importantes recursos como a história da matemática, por propiciar compreensão mais ampla da trajetória dos conceitos e métodos da matemática quando o futuro professor não tem contato com ela” (FARIA, 2010, p.68).

Por fim, reconhecemos que é preciso partir dos referenciais teóricos abordados até aqui para ampliar essas relações entre história da ciência e educação. Se é nossa intenção refletir e identificar contribuições desse campo para a formação de pedagogos é preciso também pensar sobre as concepções de educador, bem como, que concepções de formação seriam adequadas às propostas. Apresentamos, a seguir, uma reflexão acerca dessas possibilidades.

1.3 Formação de educadores

Ao mergulharmos no campo da formação de professores, não pretendemos esgotar os aspectos e controvérsias travados nesse campo. No entanto, buscamos autores cujas ideias nos permitam identificar pontes e possíveis diálogos com o que a literatura acerca das interfaces entre história da ciência e ensino vem colocando.

Primeiramente, utilizaremos conceitos importantes desenvolvidos por José Mario Pires Azanha. A escolha desse autor deu-se pelo fato de ser filósofo da educação dedicado à realidade brasileira, a partir da ênfase de nossas características nacionais e locais. Preocupando-se constantemente com a consciência social, também defende a educação como fundamento da democracia, além da democratização do ensino – o que conversa com valores desta dissertação. Em sua leitura, é possível perceber o pensamento crítico e preponderância pela análise e avaliação de slogans educacionais. Além dessas características gerais, outro aspecto nos chama a atenção com relação à obra de Azanha em que é possível estabelecer reflexões e diálogos com esta dissertação: o olhar que desenvolve para a ciência e para o conhecimento e como os contempla ao referir-se à educação.

Os organizadores de *A Formação do Professor e Outros Escritos*¹ sublinham que o próprio autor afirmava que, apesar de transitar entre diversos aspectos da esfera educacional, a formação de professores era sua preocupação principal. Dedicou-se ao tema não apenas por meio de discussões filosóficas, mas participou também das discussões acerca das políticas públicas e leis brasileiras que regulamentam o campo.

Em seu texto *É Possível Ensinar a Pensar?*, Azanha (2006) apresenta e amplia o debate ocorrido em uma conferência organizada pelo Centre Educational Research Innovation (CERI), em 1989, em Paris, cuja pergunta principal é a mesma que dá nome ao texto, e originalmente em inglês: *can thinking be thought?*. O autor explica que essa questão decorre da preocupação que se tem de que a educação deva atender às questões sociais e econômicas contemporâneas, que, por sua vez, são cada vez mais elaboradas e complexas. Para isso, já não bastaria que a escola se responsabilizasse em transmitir os conteúdos tradicionais curriculares, mas deveria contemplar o processo do desenvolvimento de habilidades intelectuais que serão exigidas posteriormente pelo mercado de trabalho, além daquelas que serão convenientes para exercer sua cidadania, em uma sociedade democrática. O autor admite a resposta positiva para a questão central do debate e apresenta uma nova questão, a qual irá refletir durante o texto: como é possível ensinar a pensar?

Para iniciar sua reflexão comenta que “desde a antiguidade aquele que ensina tem sempre alguma expectativa de que aquilo que é ensinado traga ao aprendiz um proveito que ultrapasse os limites da situação imediata de ensino” (AZANHA, 2006, p.

¹ Nesta obra estão compilados textos que ainda não haviam sido finalizados e/ou publicados até a data do falecimento de Azanha.

28). Com isto, o autor quer dizer que a aprendizagem deveras significativa é aquela que extrapola ao próprio conteúdo aprendido. Nessa dissertação defendemos que a história da ciência é uma perspectiva que fornece elementos, favorecendo situações em que isso possa acontecer. Abordar os conteúdos das aulas de ciências, ou qualquer outro que envolva conhecimentos socialmente construídos, por um enfoque histórico possibilita que a aprendizagem não se limite aos conceitos empregados, mas transborde para uma compreensão mais ampla e complexa acerca deles, bem como em favor da construção de uma concepção de ciência mais humanizada, repleta de controvérsias, como já foi apresentado anteriormente. O ensino que contempla essa abordagem torna-se mais rico e contribui com o desenvolvimento do pensar dos alunos.

Aprofundando um pouco mais, a presença da história da ciência na formação do professor, seja ele responsável por ministrar conteúdos de ciências ou não, o provoca a desenvolver o seu próprio pensamento. Essa é uma maneira de apresentar debates que vão do senso comum a questões mais específicas de modo a colocar algumas ideias para serem revistas. A experiência da desconstrução e de apresentar esses temas por outros pontos de vista desenvolve o pensar. No caso dos pedagogos que lecionam diversos conhecimentos, de naturezas distintas, seriam convidados a pensar a respeito: como surgiram, como se difundiram, quais os interesses por trás da consolidação desse conhecimento, quais as controvérsias e disputas que estão por trás dessa tese, em que – ou para quem – esses conhecimentos favorecem a sociedade, porque foram escolhidos – ou não – pelos currículos escolares... entre tantas outras possibilidades de questionamentos.

Azanha (2006) organiza as tendências de como ensinar a aprender em duas categorias principais. A primeira é assinalada como *Skills Approach* (habilidades intelectuais), orientação que indica que é possível desenvolver o pensar de modo direto, de maneira independente dos conteúdos curriculares. Ou seja, é um método em si e que pode ser aplicado em diversos contextos escolares. Já a concepção da *Infusion Approach* compreende que as disciplinas funcionariam como meios, nos quais as habilidades intelectuais estariam presentes por infusão, como o chá na água quente, por exemplo. Por essa possibilidade de infusão, os alunos desenvolveriam técnicas do pensar. Está posto o debate: “não se consegue pedagogicamente escapar do dilema entre a suposição de um desenvolvimento autônomo do intelecto ou a suposição de que esse desenvolvimento é sempre obtido a partir de ou impregnado de elementos culturais” (AZANHA, 2006, p. 35).

Preocupando-se com a temática da formação de professores, o autor admite que há certos padrões que vêm se repetindo, como a necessidade de buscar integrações entre teoria e prática, mecanismos que invistam na interdisciplinaridade, argumentos acerca da escola brasileira como uma unidade e uma formação de professores advinda de uma política nacional. Acrescenta que as teorias pelas quais teóricos e os próprios professores transitam aparecem e desaparecem, de acordo com tendências, deixando o campo de formação de professores pouco consolidado, o que complica “alicerçar a formação de docentes sobre terreno tão movediço” (AZANHA, 2006, p.56).

Por último, utilizaremos ainda um ponto debatido pelo autor. Ao tocar a questão da cidadania como objetivo da educação, retoma as ideias de Stuart Mill, sustentando que a democracia ocorre por cidadãos ativos, mas os governantes preferem os sujeitos passivos. Pela defesa da democracia, defende a força de um ensino que desenvolva o aluno como um cidadão ativo. Mais uma vez reconhecemos pontes com os referenciais de história da ciência e o ensino.

Outros princípios adotados nesta dissertação são desenvolvidos pela pesquisadora Selma Garrido Pimenta. Dedicou parte de sua produção para repensar a formação de professores – dando importância especial aos pedagogos e não apenas licenciandos –, situada no contexto de que futuramente trabalhariam em escolas circunscritas em uma sociedade tecnológica, multimidiática e globalizada. A autora admite a responsabilidade dos professores em mediar as relações entre informação, conhecimento, sociedade e escola.

É nesse contexto que Pimenta (1999) critica atividades apenas teóricas, afastadas da realidade e do cotidiano escolar, distante do educar social. Reafirma então, a importância das pesquisas sobre a prática para identificar novos caminhos para a formação docente. Recomenda fortemente que uma dessas novas possibilidades seja o desenvolvimento da identidade profissional docente, contemplando saberes que configuram a docência. Para pensar nessa questão, apresenta alguns pressupostos. As aulas e atividades durante a graduação de pedagogos e licenciandos são responsáveis por colaborar com as reflexões teóricas e investigações práticas para exercerem sua atividade docente, a partir da identificação de problemáticas que surgem durante do cotidiano escolar. Sublinha que é esperado, do professor em formação, que

mobilize os conhecimentos da teoria da educação e da didática necessários à compreensão do ensino como realidade social e que desenvolva neles a capacidade de investigar a própria atividade para, a

partir dela, constituírem e transformarem os seus saberes-fazeres docentes, num processo contínuo de construção de suas identidades como professores (PIMENTA, 1999, p. 18).

Por identidade, entende-se um processo de construção do sujeito, situado em seu contexto histórico. No caso, a profissão docente, surge em determinado momento vai se transformando de acordo com as novas necessidades sociais – cada vez mais aceleradas. Esse é o caráter dinâmico da profissão do professor, modificando seu exercício, a partir das variadas leituras críticas sobre a realidade. Ou seja, esse processo ocorre por um movimento em que são revisadas as práticas tradicionais, refletindo também sobre os significados profissionais do ser docente. Ocorre também a revalidação de ações que importam e são eficazes para a educação. Outro elemento fundamental dessa construção está na autoria de cada professor, que imprime seus significados, a partir de seu próprio olhar acerca do mundo, da educação e do que se atribui ao ser professor (PIMENTA, 1999).

Cabe aos responsáveis pela formação dos docentes mediar o processo de construção de sua identidade como professor mobilizando os **saberes da docência**. Então, a autora aprofunda em seu texto três dimensões desses saberes: a experiência, o conhecimento e os saberes pedagógicos.

A autora explica que os indivíduos que estão estudando para tornarem-se docentes já chegam aos cursos de formação com muitos conhecimentos e com certa concepção acerca do que é ser professor. Muitos deles não o são, todavia, mas possuem a experiência, como alunos da educação básica, de imaginar e transpor-se para o papel de professor. Além desse tipo de experiência, há também aquela do professor em si, durante sua atividade docente, que se constrói pelas reflexões que elabora acerca de sua própria prática, além do produzido pelo contato e debate com colegas, ou trabalhos desenvolvidos por estudiosos (PIMENTA, 1999).

Para compreender melhor a próxima dimensão, a autora problematiza o conceito de conhecimento. Conta-nos que os professores em formação expressam curiosidade para avançar e aprofundar nos conhecimentos os quais, posteriormente serão responsáveis por ensinar. No entanto, afirma a autora, poucos refletem criticamente acerca desses conhecimentos – qual o seu significado para si próprios, para a sociedade contemporânea, para o ensino... qual é a relação desses conhecimentos com o poder, a desigualdade, a democracia... como diferentes maneiras de se trabalhar com os

conhecimentos podem gerar distintas concepções e relações com os mesmos... entre tantas outras questões.

A autora pondera acerca da concepção de conhecimento: trabalho com informações, a partir de análises, classificações, buscando também contextualizá-las e circunscrevê-las em seus respectivos cenários. Mas apenas pela avaliação das informações ainda não se pode considerar como conhecimento; ainda é importante estabelecer associações entre conhecimento e realidade, desenvolvendo novas ideias. Isso é o que ela denomina como inteligência. Assim, também, a consciência e a sabedoria dependem da reflexão e da elaboração de formas existenciais novas, constituindo um processo de humanização.

E é nessa trama que se pode entender as relações entre conhecimento e poder. A informação confere vantagens a quem a possui, senão as sociedades não se armariam contra a divulgação de informações, nem as manipulariam. O acesso à informação não se dá igualmente a todos os cidadãos. Então é preciso informar e trabalhar as informações, para se construir a inteligência. Mas a inteligência pode ser cega e isso afeta o poder do conhecimento, uma vez que o poder não é intrínseco àqueles que produzem conhecimento, se não que aqueles que controlam os produtores de conhecimento. Um enorme poder flui do conhecimento, mas não daqueles que o produzem. Portanto, não basta produzir conhecimento, mas é preciso produzir as condições de produção do conhecimento. Ou seja, conhecer significa estar consciente do poder do conhecimento para a produção da vida material, social e existencial da humanidade (PIMENTA, 1999, p.22).

Reconhecemos que essas percepções da autora dialogam com o campo da história da ciência e o ensino e estão constantemente presentes ao longo desta dissertação. Nos capítulos 3, 4 e 5 retomamos esses pontos.

E como fica o lugar da escola com relação à produção de conhecimento, ou melhor, à consciência do poder do conhecimento? Pimenta (1999) explica que no contexto atual, a partir da terceira revolução industrial, o rápido acesso às mais diversas informações é facilitado pelos meios de comunicação, principalmente via internet, cuja velocidade e quantidade de informações são muito maiores. Isso deixa a função da escola – e dos professores – aparentemente inutilizada, não eficiente. Contudo, partindo da concepção exposta pela autora, o conhecimento ocorre pelo processamento das informações, chegando também à inteligência e sabedoria e aí está o papel dos professores: mediar as relações entre as esferas social e escolar, a fim de que os alunos possam avançar pelo caminho da sabedoria, por um processo de humanização, cuja finalidade seria socializá-los no processo civilizatório, responsabilizando-os pelas

possíveis continuidades e rupturas de maneira consciente e reflexiva. Portanto, a autora defende que o objetivo da educação escolar, inserida nesse cenário tecnológico, globalizado e multimidiático é favorecer que os alunos se vinculem com conhecimentos por uma perspectiva crítica e transformadora, analisando, confrontando e contextualizando-os.

Por fim, discorremos sobre algumas concepções do português António Nóvoa, pois concebe a formação de professores inserida no contexto de uma possível mudança nos caminhos da educação. Sua tese está fundamentalmente apoiada na concepção da identidade docente, ou seja, reconhecer cada professor como pessoa – indivíduos com suas histórias, concepções e experiências práticas – dentro de uma cultura docente, a partir de processos de socialização. Nóvoa argumenta que a formação deve ocorrer dentro e pela profissão docente, a fim de atingir o aperfeiçoamento e buscando inovações. Reconhece que o objetivo não é formar o profissional como portador do conhecimento, para que o aluno seja o alvo final, mas que o próprio professor, enquanto sujeito, seja o mote da formação, e assim, um professor pleno. Portanto, a formação dos educadores corresponde a muito mais do que um espaço de apropriação de conteúdos a serem ensinados e técnicas de como trabalhar com eles (NÓVOA, 1992; 2009).

Pelo parecer de Nóvoa (1992), o processo de profissionalização deveria ter como consequências o aumento de rendimentos escolares, desenvolvimento de maior poder/autonomia e elevação do estatuto de cada indivíduo. Antagonicamente, pelo processo de proletarização há o distanciamento entre concepção e execução, padronização das tarefas, diminuição dos custos com a mão-de-obra e intensificação das exigências dirigidas ao trabalhador. Então, o autor afirma que a tendência em muitos países é que a profissionalização dos professores tem se aproximado desse segundo processo: cada vez mais a concepção se afasta da execução, as teorias das práticas, os currículos e programas das atividades docentes. Além disso, é visível o aumento das exigências sobre o professor e uma intensificação de tarefas e atividades.

Adverte que essa sobrecarga recai sobre os professores e acaba levando-os a buscar caminhos mais fáceis como a legitimação da intervenção de especialistas teóricos, perdendo seu poder no ensino e subestimando aprendizagens e concepções desenvolvidas ao longo do tempo, a partir de suas próprias experiências práticas. O autor, então, se preocupará com esta mudança no campo da educação, pelo viés da formação dos educadores.

Para tanto, Nóvoa (2009) mostra-se crítico aos modelos de formação de professores que estabelecem listas de competências, atributos ou habilidades. À vista disso, apresenta uma reflexão sobre quais seriam as disposições a serem desenvolvidas em tal processo. Argumenta que, pela noção de disposição, trata-se das relações entre as dimensões pessoais e profissionais na produção indetentária do professor, ou o que denomina como personalidade do professor.

Das cinco disposições, chamaremos a atenção principalmente para duas, que contribuem de forma mais relevante com nosso trabalho. A primeira apoia-se na necessidade de se conhecer bem aquilo que se ensina, afinal um bom domínio do conteúdo é essencial para o processo de ensino-aprendizagem. Posiciona-se a favor do investimento para que se trabalhe com o conhecimento do ponto de vista teórico e conceitual, pois em suas práticas docentes, professores encontrarão problemas que não são unicamente instrumentais, mas exigem rápidas e complexas decisões. Complementando essas ideias, insiste na

importância de um conhecimento que vai para além da ‘teoria’ e da ‘prática’ e que reflete sobre o processo histórico da sua constituição, as explicações que prevaleceram e as que foram abandonadas, o papel de certos indivíduos e de certos contextos, as dúvidas que persistem, as hipóteses alternativas, etc. (NÓVOA, 2009, p. 5).

Além disso, o trabalho com o conhecimento não pode ocorrer por uma simples e direta transposição didática ou pela aplicação de teorias na sala de aula, mas deve ser elaborado pelo desenvolvimento de conhecimentos pertinentes, a partir de um esforço constante de reflexão e (re)construção, incitando a transformação dos saberes. Por esses exercícios, seria possível organizar dilemas pessoais, sociais e culturais. Esse processo é denominado pelo autor como transformação deliberativa. De acordo com ele, é necessário que o processo de formação ocorra pela multiplicidade de modelos e práticas de formação, buscando possibilidades novas para as relações dos professores com o saber pedagógico e científico.

Outra disposição apresentada em seu texto refere-se ao tato pedagógico. O ato de educar, enfrentando os desafios que aparecem pelo fato de a escola estar contextualizada em um ambiente cultural, social e repleto de relações humanas, requer tato pedagógico. Esse olhar sensível do professor não se desenvolve a partir de teorias, mas por práticas de auto-formação, alicerçado por suas próprias experiências de vida pessoais e profissionais. Neste ponto, Nóvoa retoma sua tese de que o professor é um

ser humano e refere-se à relevância de que se elabore conhecimento pessoal inerente ao conhecimento profissional, admitindo que o sentido da profissão não é apenas uma reprodução de matrizes técnicas ou científicas.

Ou seja, é fundamental que o decurso da formação privilegie a criação de hábitos e sistemáticas de reflexão e autonomia a partir de referenciais pessoais, favorecendo a apropriação de seu próprio processo de formação, bem como o desenvolvimento de sentidos e significados em sua história de vida. Em suas próprias palavras: “a formação de professores tem ignorado, sistematicamente, o desenvolvimento pessoal, confundindo ‘formar’ e ‘formar-se’, não compreendendo que a lógica da actividade educativa nem sempre coincide com as dinâmicas próprias da formação” (NÓVOA, 1992, p. 12).

Aqui nos permitimos inferir, argumentando que o contato com a perspectiva da história da ciência – pelos argumentos explicitados nesta dissertação e visitados durante a pesquisa participante – durante a formação de professores poderia favorecer o desdobramento dessas duas disposições. Primeiramente, há contribuições com essa reflexão acerca do conteúdo a ser apropriado pelo professor, para então ser ensinado. Indo um pouco mais além, como apresentado anteriormente, durante debates proporcionados pelo viés da história da ciência, o educador em formação tem a possibilidade de rever e (re)elaborar algumas concepções e conceitos construídos ao longo da história de vida dessas pessoas sobre a ciência e a produção e circulação do conhecimento, bem como das controvérsias e transformações que a compõe, além de convocá-las para o exercício de cidadania mais reflexivo e crítico. Em segundo lugar, no sentido de que o professor em formação vive o exercício de formar-se, a abordagem da história da ciência propicia o desenvolvimento de aspectos reflexivo e crítico, para que o professor mantenha-se bem informado, conhecedor de seu próprio patrimônio cultural.

Voltando à obra de Nóvoa (2009), reconhecemos mais uma disposição apresentada pelo autor, que trata do desenvolvimento da cultura profissional. Por essa concepção, convocam-se os professores para também se responsabilizarem e serem mais ativos na formação de professores; as práticas da formação devem acontecer de modo incorporado no terreno da profissão. Pela quarta disposição admite que a formação de professores deve incentivar o trabalho em equipe, desenvolvendo culturas colaborativas e consolidando parcerias, construídas pelos próprios educadores. Essa é a dimensão coletiva e compartilhada da profissão docente, fundamental para a educação.

Por fim, o princípio da responsabilidade social é a quinta disposição indicada pelo autor. Com isso, ele pretende chamar a atenção para o papel que os professores possuem fora da escola. Acusa a falta de visibilidade social e acredita no reforço de sua presença pública, a partir de sua credibilidade e capacidade de comunicação. Ressalta assim que a formação deva promover professores ativos em debates de políticas educacionais – seja em âmbitos públicos, federais, estaduais, municipais, ou mesmo nas discussões em suas respectivas instituições.

Encerrando este capítulo, reafirmamos que esta dissertação é mais uma tentativa de aproximação entre esses diversos autores que, mesmo em especificidades, podem estar contribuindo e argumentando sobre os mesmos aspectos.

Capítulo 2: Referenciais teóricos de história e sociologia da ciência

Com a intenção de defender possíveis interlocuções entre pontos da história da ciência e algumas questões da educação, faz-se necessário adentrar no âmbito da história e da sociologia da ciência a fim de revelar quais são os aspectos, debates e consensos que concebem essa abordagem.

Ao longo do tempo, o modo de compreender o surgimento, sustentação e validação da produção científica, bem como as possíveis dinâmicas que se estabelecem entre os cientistas e entre eles e o contexto social, vem se modificando e cada autor, ou grupo de pensadores, apresenta algumas diferenças ao concentrar seu olhar sobre essas questões. Não cabe aqui discorrer sobre todas essas possibilidades, nem mesmo enunciá-las em sua totalidade.

Pretendemos apresentar um panorama de apenas alguns conceitos e concepções, marcos na historiografia, valorizados atualmente, e pelos quais será possível estabelecer um diálogo mais adiante, nesta dissertação com a formação de educadores. Não se pretende aqui estabelecer uma revisão historiográfica fechada, nem completa. Não é objetivo desta pesquisa expor de maneira exaustiva, nem esgotar os modelos propostos pelos pesquisadores que serão apresentados. Mergulhamos nas principais e mais difundidas ideias da história e da sociologia das ciências.

Para tanto, elaboramos um panorama, estudo será realizado diretamente sobre algumas obras e publicações escolhidas de autoria nomes muito utilizados desses campos, além da apreciação de trabalhos de outros estudiosos que já leram os primeiros, sistematizaram suas ideias e as apresentam de maneira relacionada, comparada, evidenciando os sistemas de interpretação do comportamento dos cientistas, de suas práticas e relações. Esses trabalhos que estabelecem cronologias e apresentam as abordagens clássicas, sistematizando correntes e principais conceitos da história e da sociologia da ciência como guias de leitura, auxiliando e contextualizando as principais interpretações existentes, são apresentados a seguir. A escolha por autores brasileiros é justificada também dentro da perspectiva da pesquisa, uma vez que aqui se legitimam as produções nacionais.

Este capítulo está organizado em duas partes principais. A primeira consiste neste panorama, a partir de escolhas com o objetivo de apontar referências de estudo e

abrir perspectivas para a compreensão sobre este campo, tendo como público alvo educadores em geral, e não sociólogos ou historiadores da ciência.

Para iniciar a investigação e adentrar mais profundamente nesse panorama partimos das revisões bibliográficas de trabalhos que foram elaborados com a intenção de serem abordados no ensino superior, como guias ou manuais (MATTEDI, 2006). Ou seja, a história e a filosofia da ciência estão sendo inseridas nos cursos de graduação no Brasil e, com isso surge a necessidade de se elaborar esse tipo de material. Mais uma vez tangenciamos na questão da institucionalização desse campo de saberes e debates nas universidades e formações iniciais e continuadas. Além desses trabalhos, a escolha pelo texto de Pestre (1996) deu-se pelo grande impacto que teve sua tradução para o português no Brasil, pois tem sido utilizado por diversos pesquisadores e está presente em diversos cursos de pós-graduação.

Diversos autores (MATTEDI, 2006; PORTOCARRERO, 1994; PESTRE, 1996; PREMEBIDA et al., 2011; PASTORE, 2014) dedicaram-se a elaborar sínteses e organizar de maneira cronológica o desenvolvimento dos estudos sociais da ciência e tecnologia, articulando distintas contribuições da sociologia, história, filosofia, seja da ciência ou do conhecimento. Nesta pesquisa, serão utilizados esses trabalhos como estopim para o aprofundamento e leitura dos próprios autores que apresentam suas contribuições, como Robert Merton, Thomas Kuhn, David Bloor, Bruno Latour, Karen Knorr-Cetina, Steven Shapin, entre outros importantes pesquisadores para a discussão e consolidação desse campo de pesquisa e ensino. As escolhas, por contemplarem especialmente esses autores, ainda que guiadas pelos primeiros listados acima, se deu principalmente porque elaboram uma nova perspectiva de ciência, desenvolvendo uma complexa concepção de ciência que, pelo nosso olhar, pode contribuir com a formação de educadores críticos, pois favorecem a elaboração de diálogos com a educação. Ademais, em seus trabalhos, pudemos identificar outras pontes com o ensino de ciência e com debates dos fundamentos da educação. Essas aproximações serão apresentadas mais adiante, na segunda parte do capítulo.

O brasileiro Gianriccardo Grassia Pastore (2014) aborda a discussão entre as perspectivas internalista e externalista, travada entre historiadores da ciência nas décadas de 1930 e seguintes. Destaca a relevância do trabalho de John Bernal – apresentado adiante – para uma concepção de ciência original, elucidando novas referências para a concepção de ciência, bem como para o desenvolvimento dos campos da história e da sociologia das ciências.

O francês Dominique Pestre (1996) elabora um breve – porém preciso – panorama da renovação de ideias das correntes metodológicas das últimas décadas do século XX, discutida por historiadores, sociólogos, filósofos, antropólogos. A partir de uma análise historiográfica, propõe uma nova abordagem da história social e cultural das ciências, sua compreensão e de suas práticas utilizadas por esta e pela próxima geração de historiadores, chegando aos dias de hoje como importante referência para os trabalhos na área, em alguns países. De acordo com o autor, o ponto de partida da renovação na abordagem histórico-cultural da ciência coincide com uma importante mudança na maneira de se pensar história em geral. Os historiadores passam a valorizar e legitimar outras versões de um mesmo ocorrido e compreendem que há distintas interpretações ao se narrar os fatos, levando em conta inclusive aquelas versões que até então eram consideradas erradas ou menores.

A professora titular de Filosofia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Vera Portocarrero organizou o livro *Filosofia, História e Sociologia das Ciências*, publicado em 1994, contendo diversos capítulos que apresentam análises de leituras das teorias do conhecimento desenvolvidas nas últimas décadas. Utilizaremos neste trabalho alguns capítulos que contemplam abordagens para compreender a relação entre o sujeito produtor de ciência, o conteúdo científico e a representação, ou estabelecimento dos conhecimentos produzidos. As tendências mais atuais concebem a ciência por seu caráter contextual e contingencial, produto de influências sociais, econômicas, políticas e culturais.

Outra base desta investigação utilizada para compor esta pesquisa são autores brasileiros que se debruçam especificamente sobre o campo da sociologia das ciências. Os gaúchos Adriano Premezida, Fabrício Neves e Jalcione Almeida (2011) discorrem em seu artigo sobre diversas perspectivas e metodologias presentes na constituição do campo dos estudos sociais em ciência e tecnologia, evidenciando relações entre diferentes agentes das discussões, como sociólogos, epistemólogos e cientistas políticos. Além de apresentarem as contribuições dos pesquisadores em seus momentos históricos respectivos, os autores significam elementos que, com os devidos avanços, permanecem nas discussões atuais do campo, ajustando e discutindo o caminhar de suas próprias contribuições.

O professor doutor Marcos Mattedi (2006) da Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB) desenvolveu, em seu livro *Sociologia e Conhecimento: Introdução à Abordagem Sociológica do Conhecimento*, uma apresentação das

principais escolas envolvidas com a sociologia do conhecimento e como se deu a formação da área subdisciplinar: sociologia das ciências. O autor salienta as diversas perspectivas da configuração e desenvolvimento desses campos e ressalta argumentos que defendem e esclarecem relações entre a produção e sustentação do conhecimento e o contexto social no qual estão inseridos. Esse livro foi elaborado para sua utilização no ensino superior.

A partir da leitura desses trabalhos, que consideramos como guias, ou manuais para a imersão no campo dos estudos sociais das ciências, escolhemos alguns autores que, ao longo do tempo, contribuíram com a formação e o desenvolvimento dessas ideias. Como não é nossa intenção esgotar a obra dos autores escolhidos, fizemos também uma seleção de textos, entre artigos, capítulos e livros que favorecessem a compreensão de suas principais contribuições.

Anne Marcovich e Terry Shinn (2013) se empenharam em organizar a obra *Ensaio de Sociologia da Ciência*, conjunto de publicações do pesquisador Merton ao longo de mais de cinquenta anos² de dedicação e trabalho, englobando contribuições do autor na perspectiva do desenvolvimento das ciências e sua relação com a sociedade, apontando fundamentos teóricos, conceitos fundamentais e pesquisas empíricas. Nessa versão traduzida para o português, os organizadores consideram Merton o fundador da área subdisciplinar sociologia da ciência, inserida no campo da sociologia do conhecimento, naquele momento histórico. Dessa obra, nos atentaremos principalmente ao prefácio – escrito por Sylvia Garcia –, o posfácio – concebido pelos organizadores do livro – e os ensaios *Puritanismo, Pietismo e Ciência* (1936) e *A Ciência e a Estrutura Social Democrática* (1942), elaborados pelo autor em questão.

No caso das contribuições de Kuhn, foi importante conhecer sua obra publicada em 1962 *A Estrutura das Revoluções Científicas*³ como um todo. De acordo com Pestre (1996), esse trabalho foi um marco fundamental para os novos enfoques dos estudos sociais e culturais da ciência e da tecnologia.

Para aprofundar a discussão sobre as obras de Latour, consideramos essencial entrar em contato com seus trabalhos *A vida de laboratório: a produção dos fatos*

² Segundo Marcovich e Shinn (2013), Merton “dominou” o campo da sociologia das ciências até as ideias de Thomas Kuhn acerca das revoluções científicas, em 1962. Mesmo assim, Merton continuou trabalhando e apresentando grandes contribuições para o campo.

³ É utilizada neste trabalho a edição que foi traduzida para o português e publicada em 2013, pela Editora Perspectiva.

científicos (1997), desenvolvido em colaboração com Steve Woolgar e *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora* (2000).

A autora Karen Knorr-Cetina, além de ser citada nos manuais utilizados nesta pesquisa, foi também muito citada pela professora Margaret Lopes em uma disciplina de pós-graduação sobre estudos sociais da ciência, na USP. Sua concepção de arenas transepistêmicas foi apresentada pela ministrante, mas não houve indicação de leitura dos trabalhos da autora. Então escolhemos seu artigo *Comunidades científicas o arenas transepistêmicas de investigación? Una crítica de los modelos cuasi-económicos de la ciencia* (1996), publicado pelo periódico Redes como ponto de partida para a leitura de sua teoria.

Mais um pesquisador importante para o desenvolvimento do campo dos estudos sociais das ciências foi Shapin, que trabalha há mais de cinquenta anos investigando o desenvolvimento e a circulação do conhecimento científico. Seleccionamos suas obras *El Leviathan y la bomba de vacío: Hobbes, Boyle y la vida experimental* (2005) – elaborada em coautoria com Simon Schafer – e *Nunca pura: estudos históricos de ciência como se fora produzida por pessoas com corpos, situadas no tempo, no espaço, na cultura e na sociedade e que se empenham por credibilidade e autoridade* (2013).

Além desse conjunto de trabalhos escolhidos para serem discutidas, constatamos a importância de um tema tangencial e que complementaria nosso panorama. O artigo de George Basalla *The spread of Western Science*, publicado pelo periódico Science em 1967 apresenta uma forma de perceber a difusão da ciência moderna. Em debate a esse trabalho, alguns autores, como o indiano Kapil Raj, em seu trabalho *Relocating modern Science: Circulation and the construction of knowledge in South Asia and Europe, 1650–1900* (2007) se dedicaram a apresentar uma perspectiva distinta com relação ao que Basalla denominou como expansão da ciência ocidental moderna.

Além desses, reconhecemos a importância de se considerar as perspectivas elaboradas na América Latina e no Brasil, acerca da produção e o trânsito da ciência e tecnologia. Para isso, seleccionamos artigos que tratam sobre o debate e que foram publicados na Quipu, Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, como o artigo *Acerca del problema de la difusión científica en la periferia: el caso de la física newtoniana en La Nueva Granada (1740-1820)* de Luiz Carlos Arboleda (1987). Outros autores latinoamericanos importantes para o debate serão contemplados neste trabalho, tendo pelo menos um texto analisado para compor o panorama que se propõe estabelecer aqui. Juan Saldaña, que por muito tempo foi o

editor da revista, está representado aqui com seus textos *Ciência e Identidade Cultural: história da ciência na América Latina* (2000) e *Mi experiencia como editor de la revista Quipu* (2004). Outras composições a serem explorados são *La ciencia como ficción. Historia y contexto*, de Xavier Polanco (1986) e *Modelos de Mundialización de La Ciencia*, de Maria Ortega e Antonio Lafuente (1992).

Para finalizar a revisão de alguns autores importantes e suas abordagens no campo dos estudos sociais das ciências, selecionamos trabalhos de autores brasileiros, em diálogo com os debates apresentados e com os estudiosos acima, que também desenvolveram suas perspectivas acerca da discussão: *Marcos para uma história das ciências no Brasil*, de Figueirôa (1997), *Ciência e Modernidade no Brasil: A constituição de duas vertentes historiográficas da ciência no século XX*, de Moema Vergara (2004) e *História e historiografia das ciências latino-americanas: Quipu (1984-2000)*, de Márcia Regina da Silva (2014). Por fim, consideraremos também as contribuições do pesquisador do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), Luiz Carlos Borges, *O lugar da Astronomia Cultural na História da Ciência* (2012), que apresenta as produções brasileiras ao que se refere à astronomia.

Por fim, sublinhamos que não concebemos esse panorama como uma atividade linear, em que cada autor, a partir da teoria do outro, acrescenta um novo elemento. Entendemos mais como uma dinâmica, em que novos aspectos vão aparecendo e se ressignificando.

2.1 O debate entre as perspectivas internalista e externalista

De acordo com Vergara (2004), no final do século XIX, a história das ciências era desenvolvida por cientistas e filósofos que buscavam compreender os processos de apreensão das ciências com a intenção de reproduzir e alargar esse conhecimento. Essa abordagem fazia parte da grande perspectiva que se tinha de que o método científico era o verdadeiro e universal, modelo pelo qual se chegaria ao progresso. Completando essa ideia, Figueirôa (1997) aponta que os estudos de caráter histórico sobre as ciências focavam-se privilegiadamente sobre aspectos internos ao conhecimento científico, concebendo “a ciência como manifestação cultural epistemologicamente superior, cujo progresso, determinado pela acumulação de conhecimentos, seria o único processo de condução à verdade sobre o mundo real” (FIGUEIRÔA, 1997, p.19).

Todavia, em 1931, segundo Pastore (2014), o Segundo Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia, sediado em Londres, contou com um grupo de pesquisadores soviéticos que marcou a historiografia das ciências, contribuindo com uma nova visão para a discussão sobre as ciências. Dentre os pesquisadores russos, estava presente o diretor do Instituto de Física de Moscou Boris Hessen (1893-1936), que expôs elementos para compor essa perspectiva original no campo da história da ciência, a partir das ideias marxistas e da noção do materialismo dialético. Hessen apresentou sua análise sobre os princípios de Isaac Newton e a física moderna, realçando o que chamou de raízes socioeconômicas da mecânica de Newton. Ao compreender os princípios newtonianos considerando o contexto social e político no qual o físico estava inserido, Hessen enfatiza a permeabilidade entre os aspectos sociais e o campo da ciência e salienta que o contexto socioeconômico é determinante no desenvolvimento científico.

Instigados por essa nova perspectiva de compreender as ciências, começam a aparecer no fim da década de 1930 trabalhos que buscavam estabelecer relações entre a produção científica e o entorno no qual se desenvolvia. Essa corrente designada “externalista” opunha-se, então, à abordagem já estabelecida, denominada “internalista” e busca compreender a ciência como fruto da história e do contexto político no qual está inserida. Já a visão internalista assegurava-se por meio da reconstrução lógica da ciência assinalando que a história das ciências independe das estruturas sociais, pois, de acordo com seu entendimento, as proposições são elaboradas por indivíduos, os cientistas. Pela visão externalista, esse cientista passa a ser compreendido como um criador de realidades, em contraposição à imagem de um cientista revelador dos fenômenos naturais, como era considerado de acordo com a visão internalista (PASTORE, 2014).

A disputa velada entre as correntes internalista e externalista estava fortemente associada à Guerra Fria, em que os países dependiam dos avanços científicos e tecnológicos para elaborar suas estratégias e próximos passos na corrida espacial, ou mesmo nas relações de poder entre as nações envolvidas no conflito. Os interesses políticos e econômicos eram causa e consequência de tal desenvolvimento. Para os internalistas, o cientista era compreendido como elemento fundamental para o desenvolvimento das técnicas, enquanto o segundo grupo concebia que o papel principal estava nas mãos das estruturas sociais, considerando o indivíduo produtor de ciência como secundário. Pode-se compreender que a corrente externalista interpreta que o progresso científico está de acordo com as demandas sociais e solicitações

econômicas (PASTORE, 2014). Para tratar, aqui, da tensão entre as perspectivas de cada uma dessas abordagens da HC, será utilizado um exemplo de trabalho de cada uma, representado por um autor importante.

Correspondente à corrente internalista pode ser considerado o historiador da ciência Derek Solla Price (1922 – 1983), com sua produção *O Relógio Celeste na Grécia e na China*, capítulo de seu livro *A Ciência desde a Babilônia* (1976). Inicialmente, o pesquisador pretendia estudar a fronteira entre as histórias da ciência e da tecnologia, a partir de aparelhos experimentais e dos laboratórios científicos. Price (1976) focou seu estudo em determinados instrumentos científicos, possibilitando uma análise mais profunda de objetos que comumente tiveram as funções de relógios – mesmo apresentando algumas variações – em distintas épocas e locais, especificamente, os relógios chineses do século II com os relógios celestes ocidentais do século XIV. Em sua investigação, não se preocupou em considerar tais espaços e tempos como elementos relevantes na comparação e análise; dedicou-se a averiguar o desenvolvimento da tecnologia em questão, utilizada em cada aparato, de maneira a articular diferentes objetos apenas por terem usos em comum. Assim, ele explora um tipo de tecnologia e suas funções, estabelecendo, dentro da lógica da abordagem internalista, uma reconstrução da ciência.

Em contraste, motivado pelas asserções exibidas por Hessen, o irlandês John Desmond Bernal (1901-1971) publicou seu livro *The Social Function of the Science* em 1939, obra fundamental para o estabelecimento do campo da sociologia das ciências alguns anos depois, pois apresentava os estudos sobre a ciência levando em conta as esferas cultural e social nas quais estava inserida. Até então, a história das ciências preocupava-se em relatar uma sucessão linear de fatos acerca dos conhecimentos científicos legitimados (PASTORE, 2014). Neste trabalho de Bernal ([1939], 1976) fica evidente a influência do pensamento marxista, considerando que a função das ciências seria possibilitar o trabalho e o sustento para a sociedade de uma maneira geral e deveriam colaborar com a formação de uma civilização mais justa e igualitária, e que não atendesse apenas aos interesses da burguesia, classe dominante em detrimento de outras classes sociais. O cientista deveria desenvolver um papel mais engajado e próximo à sociedade, favorecendo a transformação social de acordo com os ideais políticos e econômicos representados pelas convicções socialistas.

Bernal elabora sua obra *Science in History* ([1954], 1976) durante o período da Guerra Fria, em que a sociedade assistia ao desenvolvimento acelerado de grandes

trabalhos científicos e tecnológicos e de altos impactos sociais, seja como ameaças por bombas, avanços na medicina ou na agricultura. Essas inovações provocavam novas e frequentes reflexões sobre qual seria a função das ciências na sociedade. “Deveriam ser utilizadas a favor da militarização? Como seria sua relação com os governos? E como seria sua relação com a educação etc.?” (BERNAL *apud* PASTORE, 2014, p. 15). Bernal expõe a repercussão das ciências na sociedade e a capacidade de influenciarem as ideias e opiniões da população. Explica que as ciências e as transformações da Revolução Industrial eram vistas, por um lado, como fonte de progresso e riqueza, porém, por outro, esse sistema também é gerador de massas de operários explorados e oprimidos, obrigados a sobreviver em péssimas condições de trabalho e de vida. O produto elaborado por esses trabalhadores é retirado deles e apropriado pela burguesia que, contrariamente, desfruta de ótimas condições.

Outro exemplo do uso dado à ciência é na confecção e aprimoramento de armamento bélico e nuclear, eficaz para eliminar a humanidade e destruir recursos naturais fundamentais à sobrevivência, mas que não aproveita de seu potencial para resolver problemas sociais mais sérios, como a questão da fome, por exemplo. Mais uma vez, o autor aponta os interesses do sistema político pressionando as atividades científicas. Também salienta que o cientista deveria assumir sua responsabilidade social, revertendo as competências das ciências para um mundo mais pacífico e justo. Para utilizar termos marxistas, Bernal compreende as ciências como parte da superestrutura.

Concluindo, nesta obra Bernal (1976) dedica-se a analisar e comparar aspectos da estrutura das ciências e a da sociedade. Em suas discussões, ainda não aparecem teorias que detalhem ou expliquem de que maneira a sociedade influencia a ciência ou é influenciada por ela, mas ele argumenta a favor de sua tese que os contextos político, social e econômico apontam caminhos e acabam assim determinando aspectos do desenvolvimento das ciências.

Os movimentos do capitalismo e da ciência estão relacionados entre si, mas de forma tão íntima que se torna impossível explicar essas relações em termos simples de causa e efeito. Contudo, podemos afirmar que, no início do período, o factor econômico é dominante: são as condições da ascensão do capitalismo que tornam possível e necessário o triunfo da ciência experimental (BERNAL, 1976, p. 368).

2.2 Contribuições de Robert K. Merton para a consolidação da sociologia da ciência e a noção do *éthos* científico (1942)

De acordo com Premebida et al.(2011), a sistematização de estudos a cerca de componentes que causam, constroem, mantém e transformam o conhecimento começam a surgir no final do século XIX, com a influência das discussões filosóficas que aconteciam na época. A partir do século seguinte, essas questões extrapolam a área da filosofia e são abordadas, também pelo campo da sociologia. Os primeiros representantes dessa perspectiva são Max Scheler (1874-1928), Karl Manheim (1893-1947) e Ludwik Fleck (1896-1961), algumas novas considerações sobre a produção de conhecimento.

Nas décadas de 1940, 50 e 60 os estudos sobre as ciências avançam, recebendo distintas contribuições, como por exemplo a perspectiva externalista e as ideias marxistas. Entre os anos 1950 e 1960, o grupo britânico de estudiosos denominado *Social Studies of Science*⁴ se estabelece e “se caracteriza pelo estudo da estrutura, mudanças, e organização da comunidade científica, da cientometria e do papel dos cientistas na sociedade” (PREMEBIDA et al., 2011, p.25). Os autores compreendiam que o foco das investigações estaria na instituição das ciências e começam a investigar suas relações com o contexto social no qual a ciência se desenvolvia, e não tanto no conteúdo do conhecimento científico em si. O sociólogo norte-americano Robert K. Merton (1910-2003) é importante representante da fase em que o campo dos estudos sociais das ciências começa a se formar.

De acordo com Mattedi (2006), o sistema mertoniano pode ser organizado em duas fases principais. Na primeira, as publicações iniciais de Merton tendem a retratar as relações entre puritanismo e ciências com a intenção de salientar a influência da sociedade no processo de consolidação da ciência, na Inglaterra, no século XVII. Na segunda o autor reorienta sua produção, amplia seu âmbito de investigação e revela-se interessado em reconhecer os elementos por trás da estrutura normativa da ciência.

Durante a primeira fase, Merton pesquisa as esferas científica, cultural e social e suas relações nos século XVII, período marcado por um crescimento expressivo do interesse pelas ciências na Inglaterra. Elabora uma análise da elite cultural inglesa ressaltando por um lado as associações entre ciências e setores econômicos e, por outro,

⁴ Em português, utiliza-se o termo Estudos Sociais da Ciência.

conexões entre ciências e valores da população. Ao investigar a história da *Royal Society*, o autor se depara com uma estreita relação na qual a ética puritana, expressão considerada ideal das atitudes de valor básica para o protestantismo ascético em geral, conduziu os interesses daquela população de tal maneira que passou a firmar-se como um elemento importante na intensificação do desenvolvimento de atividades científicas (MATTEDI, 2006; MERTON 1936/2013).

A partir dessa percepção, Merton ([1936], 2013) desenvolve o conceito de “*éthos* puritano”, prevalecente naquele contexto social dentro do qual a ciência era desenvolvida. O sociólogo indica que esse *éthos* foi influente e definidor para o crescente interesse comum pela perspectiva racional e empírica, propósitos fundamentais da investigação científica. Portanto, compreende que o puritanismo não foi responsável por criar a ciência, mas reconhece que contribuiu de maneira significativa para a decisão das principais características de sua sistematização, bem como para o processo de institucionalização da ciência.

A segunda fase do sistema mertoniano amplia a noção de *éthos* puritano a fim de descrever o que denominou como o “*éthos* científico”. Em sua publicação de 1942, *A Ciência e a Estrutura Social Democrática*, o sociólogo explica que o *éthos* da ciência é considerado:

esse complexo afetivamente modulado de valores e normas que se considera serem obrigatórios para o homem da ciência. As normas são expressas na forma de prescrições, proscições, preferências e permissões. Elas são legitimadas em termos de valores institucionais. Esses imperativos, transmitidos por preceitos e exemplos, e reforçados por sanções, são internalizados em graus variados pelos cientistas, modelando sua consciência científica ou, se alguém preferir a expressão mais atual, seu superego. Embora o *éthos* da ciência não tenha sido codificado, ele pode ser inferido do consenso moral entre os cientistas, tal como ele se expressa no uso e costume, em incontáveis escritos sobre o espírito da ciência e na indignação moral provocada pelas contravenções do *éthos* (MERTON, [1943], 2013, p. 183-184).

Esse conjunto de normas é o que garante que a comunidade científica se autorregule, de maneira autônoma. Por essa perspectiva, se os valores do contexto social não correspondem às normas da ciência esta perde sua autonomia e criticidade, como nas situações em que regimes totalitários ditam ideologias para a sociedade e novos objetivos para as produções científicas. No caso do nazismo, por exemplo, a ciência viu-se obrigada a servir de maneira utilitarista a uma sociedade bélica e de extermínio, deixando de trabalhar de maneira intelectual e emancipada.

Investigando as relações entre as condições sociais e a ordem científica, Merton ([1943], 2013) evidencia quatro “imperativos institucionais (costumes)” responsáveis por orientar o comportamento dos cientistas e que, ao mesmo tempo, determinam a ciência enquanto uma atividade social. O sociólogo esclarece que as relações que se estabelecem entre os cientistas são pacíficas, cooperativas, uma vez que as atividades são regidas pelo *éthos* científico. A seguir apresentam-se tais imperativos:

- A) Universalismo: a noção de verdade está sujeita a essas normas coletivas pré-estabelecidas. Então, a proposição verdadeira não se concebe como uma compreensão subjetiva, mas qualifica-se como objetiva. O interesse do pesquisador está em investigar as obrigações morais que estão por trás da criação da ciência, que são eficazes, corretas e boas.
- B) Comunismo: as descobertas científicas são resultados de trabalhos colaborativos e estão destinadas à utilização e consulta pela comunidade. O conhecimento produzido tem autoria, mas é de domínio público. O pesquisador não é proprietário intelectual de sua produção, apenas é valorizado, adquirindo reconhecimento e estima. Como esses são os únicos méritos que o cientista recebe e por ocorrer de maneira proporcional à sua produção, então, ele utiliza como critério de realização a escolha de prioridades com relação às suas pesquisas, pois quanto maior a originalidade, maior o status que virá em seguida. Pelo entender de Merton ([1943] 2013), estabelece-se uma “cooperação competitiva” em que os produtos de investigação ficam à disposição da comunidade científica, enquanto apenas o produtor receberá algum reconhecimento.
- C) Desinteresse: o cientista não desenvolve suas pesquisas por um simples interesse pessoal, paixão pelo conhecimento, altruísmo, nem por impulsos extracientíficos, mas o que o motiva é a necessidade de apresentar resultados a seus colegas. Além desse aspecto, o autor afirma que o comportamento dos cientistas reflete “um padrão distintivo de controle institucional de uma ampla gama de motivos” (MERTON, [1943] 2013, p. 194).
- D) Ceticismo organizado: as proposições científicas resultantes de novas pesquisas são sempre submetidas a exames críticos antes de serem validadas e divulgadas para a comunidade científica e em geral.

Conforme a revisão de Mattedi (2006), em 1996, devido a críticas, avanços e controvérsias no campo da sociologia das ciências, Merton agrega dois novos imperativos relacionados ao *éthos* científico. Ao apresentá-los, o sociólogo reconhece que na relação entre os cientistas há, para além da perspectiva da cooperação, um aspecto caracterizado pela concorrência.

- E) Originalidade: uma vez que a ciência valoriza o avanço do conhecimento, o cientista é instigado a produzir mais e novas proposições e a busca pela

originalidade incita discussões entre os cientistas para definir suas prioridades.

- F) Humildade: os cientistas reconhecem publicamente seus limites e consideram a existência do trabalho do outro. Agradecimentos, dedicatórias, citações entre outras atividades revelam o caráter humilde do sujeito produtor de ciência.

Portanto, o autor defende que a ciência é uma instituição social, regida por normas sociais e cujo foco não está nas metodologias científicas, mas nos costumes que delimitam suas atividades. Assim, segundo Mattedi (2006), Merton é pioneiro em associar ciência – até então considerada uma instituição independente – às condições e valores normativos que regulamentam seu funcionamento e validação dos conhecimentos produzidos. A configuração do campo da sociologia da ciência, na década de 1940 abre um grande leque de possibilidades que irão se desenvolver em pesquisas consecutivas, tendo como objetivo, não o conteúdo do conhecimento em si, mas a compreensão sobre os produtores de ciência – sujeitos e influências.

2.3 A comunidade, o paradigma e as revoluções científicas de Thomas Kuhn (1962)

De acordo com Figueirôa (1997), a dicotomia entre internalistas e externalistas e a perspectiva de que nenhuma das duas correntes se questionava acerca da concepção de verdade e objetividade inerente ao conhecimento científico abalaram-se no início da década de 1960 com a perspectiva de Thomas Kuhn (1923-1996), que “apresenta o conhecimento científico como construção elaborada com base na ótica do paradigma em vigor, afirmando que a substituição de um paradigma por outro não envolve critérios de verdade ou falsidade quando da sua comparação com a natureza” (Figueirôa, 1997, p.19).

Em sua obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Kuhn ([1962], 2013) propõe uma possível maneira de conceber como ocorre a produção científica, sua sustentação e renovação, desenvolvendo os conceitos chaves para sua explicação, como paradigma, comunidade científica, ciência normal, anomalia, crise e revolução científica no desenvolvimento da ciência. A proposta do autor ressalta a intrínseca articulação entre tais objetos, pois o funcionamento da estrutura depende de relações fortes e bem estabelecidas.

De acordo com o teórico, o conhecimento científico produzido, sustentado e legitimado por uma comunidade científica é chamado de paradigma. Aqueles que aderem e partilham do mesmo paradigma pertencem à comunidade e os que discordam, não fazem parte do grupo e, portanto, estão excluídos da ciência. Para tanto, os membros dessa comunidade mantêm sempre o acordo entre si, embasados nas mesmas proposições científicas fortes e se organizam de maneira autorregulamentada, com a preocupação de socializar novos pesquisadores que entram de acordo com a autoridade e o caráter dogmático que o paradigma possui. Fundamentados nos conhecimentos estabelecidos, os cientistas não se preocupam em gerar novos paradigmas, mas se empenham em resolver novos problemas e quebra-cabeças, utilizando o paradigma em voga – o que deflagra o caráter fortemente estável da comunidade científica. O paradigma define de modo rígido e normativo o campo e a metodologia dos estudos, assim como o perfil dos cientistas.

Analizando atentamente, Kuhn ([1962], 2013) desenvolve sua teoria a partir de uma relação de vínculo estreito afinada às suas concepções chave: reconhece que a comunidade científica gera, legitima e reproduz o paradigma que, por sua vez, estabelece, configura a própria comunidade. A ciência é uma convenção e a comunidade científica é, ao mesmo tempo, responsável por criar os padrões e o resultado dessa convenção. A constituição e a gestão da comunidade científica são extremamente atreladas ao desenvolvimento e à validação de um paradigma, revelando a noção de consenso e do caráter autoritário a ele atribuído.

Os cientistas estão preocupados em resolver problemas, ou “quebra-cabeças”⁵ da maneira mais eficiente possível, de acordo com o paradigma vigente na e pela comunidade, apresentando e divulgando soluções compatíveis. Durante o percurso estável podem aparecer anomalias, situações que não são passíveis de resolução de acordo com a tradição estabelecida. Os pesquisadores, então, trabalham para transformar essas anomalias em casos que, de alguma maneira, sejam passíveis de encaixe e possam ser respondidos de acordo com o paradigma vigente. Entretanto, quando essas anomalias perduram, explica Kuhn ([1962], 2013), a ciência normal depara-se com uma situação de crise e deverá, portanto, rever o seu paradigma e renovar seus recursos de análise e de solução dos problemas. Essa crise, caracterizada por certo

⁵ Kuhn utiliza-se da ideia de *puzzles* como metáfora, compreende que a resolução de problemas científicos depende de regras muito bem estabelecidas, assim como a solução de *puzzles*.

acúmulo de questões em aberto e desestabilização na comunidade científica, é o cenário no qual ocorrerá a Revolução Científica.

A comunidade científica demonstra muita resistência e se opõe às mudanças, o quanto for possível, pois foi concebida entrelaçada ao paradigma que está sendo questionado, e os cientistas compreendem que seria uma questão de tempo até que encontrem as soluções das anomalias utilizando o mesmo paradigma. De repente, a rigidez da comunidade científica abre espaço para conflitos e competições – contrapondo sua situação normal de consenso – e o resultado desses embates será o estabelecimento de um novo paradigma mais eficiente, superior e que se contraponha ao primeiro. Inicialmente, indivíduos vão estabelecendo essa conversão e aceitando o novo paradigma, até que esse movimento torna-se coletivo: ocorre uma reorganização da comunidade científica e, finalmente, a ciência normal se reestabelece novamente, continuando seu curso estável e dogmático. Por mais que a mudança de paradigma científico transforme o conteúdo e os métodos científicos e o conteúdo das discussões se abale, os moldes da comunidade científica retornam a seu estado de ciência normal e bem estruturado. Agora a ciência já está pronta para viabilizar e sustentar o novo paradigma.

A grande contribuição de Kuhn para a nova perspectiva da história social da ciência – mesmo que anterior a ela – está em pensar como conhecimento e comunidade científicos estão intimamente articulados, como se faz necessária uma validação coletiva de um conhecimento para que se torne verdadeiro e eficaz, ao mesmo tempo que é um paradigma é capaz de organizar, ou melhor, estruturar um ambiente de trabalho e relações. Essas primeiras noções vão se desenvolvendo e abrem caminhos para a discussão de outros autores, que se debruçam ao longo do século XX para tentar explicar essas relações, acrescentando elementos e tornando-as cada vez mais complexas, surgindo também críticas às imagens desenvolvidas por Kuhn.

2.4 Nova perspectiva histórico cultural das ciências: Programa Forte da Sociologia do conhecimento – Escola de Edimburgo (1976)

Com o desenvolvimento das pesquisas, durante a década de 1970, a concepção sobre o avanço das ciências naturais deixa de ser concebido como o resultado de um processo individual e excepcional. A prática científica passa a ser considerada mais uma

ação social, estabelecida dentro de uma cultura. Os autores da história e da sociologia da ciência investigam não apenas como ocorre e circula a ciência no âmbito social, mas como o contexto interfere, influencia e implica as questões a serem desenvolvidas pela ciência (Mattedi, 2006). O foco do olhar dos autores se volta para as intrínsecas relações entre o contexto social dos cientistas, da produção e estabelecimento dos conhecimentos científicos com os conteúdos desenvolvidos nos laboratórios e em outras práticas.

De acordo com Pestre (1996), as discussões e os estudos sobre ciências a partir da década de 1970 marcam a historiografia da história social e cultural das ciências e propõe uma nova abordagem do campo, sua compreensão, conceitos e concepções, chegando aos dias atuais como importante referência para os trabalhos na área, em muitos países, resultando na institucionalização de grupos de pesquisa, linhas temáticas em programas de pós-graduação, eventos e periódicos especializados, caracterizados por uma variedade de abordagens. Nessas pesquisas, solidifica-se a noção de caráter histórico, social e cultural da produção de conhecimento científico e novas perspectivas vão se desenvolvendo a partir desse importante aspecto.

Em 1971 foi criada a revista de divulgação *Social Studies of Science*⁶, cujo primeiro editorial, apresenta a justificativa elaborada pelos autores para o interesse social e político nos estudos sociais da ciência:

Particularly since the mid-1960's, the rapid growth of the scientific estate, the high cost of military research and development, and the uncertain relation between scientific expenditure and economic growth, have quickened the interests of economists and administrators in all industrialized countries.

David Bloor, Bruno Latour, Michel Callon, Steven Shapin, Karin Knorr-Cetina, Harry Collins entre outros autores dão início a essa nova perspectiva, desenvolvendo pesquisas por essa abordagem – com seus devidos avanços – até os dias atuais.

De acordo com Mattedi (2006), o início dessa fase é fortemente marcado pelas propostas do intitulado Programa Forte da Sociologia do Conhecimento, da Escola de Edimburgo, que apresenta os trabalhos desenvolvidos na *Science Studies Unit* (SSU) da Universidade de Edimburgo, Escócia. Esse departamento foi construído em 1966 com o propósito de desenvolver pesquisas e promover o ensino acerca dos aspectos sociais das

⁶ A revista está em circulação até os dias atuais e pode ser acessada online.

ciências. Dentre os trabalhos mais marcantes da década de 1970 estão as pesquisas de Barry Barnes, Bloor, Donald MacKenzie e Shapin.

Manuel Palácios, autor do capítulo *O Programa Forte da Sociologia do Conhecimento e o Princípio da Causalidade*, contido no livro organizado por Portocarrero (1994), admite que, anteriores ao campo da sociologia das ciências já existiam duas correntes de investigação que se aproximavam dessa temática. Uma se preocupava com a sociologia do conhecimento: ao investigar as culturas, buscar compreender as crenças compartilhadas por grupos sociais, aproximando-se da noção de ideologia e dos estudos de antropologia. A outra se debruçava sobre a atividade científica institucionalizada contemporânea e pretendia averiguar os processos históricos nos quais ocorreram as produções científicas, pela primeira vez acercando a vida social desse momento, o que foi denominado como contexto da descoberta. O autor também explica que a Escola de Edimburgo inicialmente recupera os estudos dos sociólogos Durkheim, Mannheim e Wittgenstein que seriam de grande influência para os próximos trabalhos do Programa Forte. Durkheim apresentava uma noção de correspondência entre os campos do conhecimento e as relações sociais, enquanto que, as ideias de Wittgenstein, foram incorporadas à teoria do conhecimento e à teoria dos jogos de linguagem.

Até o fim da década de 1960, era convenção que, enquanto os sociólogos investigariam os impactos sociais no conhecimento científico, caberia à filosofia os estudos sobre o conteúdo científico da produção. Entre esses campos, até então, não havia diálogo ou articulação. Com as propostas da Escola de Edimburgo, a sociologia deixou de investigar apenas a dinâmica de interação e as regras internas dos cientistas e instituições e passou a dedicar-se também ao estudo do conteúdo do conhecimento científico, com a intenção de estabelecer relações entre as descobertas científicas e os aspectos sociais às quais estão circunscritas. Os estudos da Escola de Edimburgo buscam evidenciar “a relação existente entre conhecimento científico e a ordem social, mais precisamente que o conhecimento científico constitui o reflexo das estruturas social, econômica e política, e procuram, portanto, dessacralizar a imagem científica” (BARNES, 1977, *apud* MATTEDI, 2006, p.160).

Nessa investigação com relação aos impactos do contexto social na produção científica, os respectivos autores desenvolvem o “modelo de interesses”, que descreve quais e como se dão as motivações dos cientistas na produção de conhecimento. O modelo concebe dois grupos de interesses: os interesses gerais, que se referem a

instigações cognitivas e individuais dos cientistas; e os interesses específicos, pautados nos estímulos sociais dos cientistas, envolvendo discussões e escolhas políticas entre os sujeitos que estiverem em conflito ou em desacordo com relação a determinados resultados.

O livro *Knowledge and social imagery*⁷ de David Bloor (1976), inserido nesse campo de discussões, é resultado de importantes contribuições do autor para essa nova perspectiva. Ele ressalta que, ao investigar sobre erros e falhas nos trabalhos científicos, é comum que se apresentem os fatores sociais como condicionantes para tais problemas. Já quando ocorrem descobertas infladas de inovação e prestígio, o sucesso aparece como resultado apenas do êxito do conhecimento científico, da razão e das capacidades cognitivas. Bloor ressalta que a sociologia das ciências até então estava preocupada apenas com o terreno do erro e que seria importante integrar os estudos acerca dos episódios de “fracasso” e “sucesso” das ciências, contrapondo a noção de que os estudos sociais das ciências distorcem o conhecimento. De acordo com Queiroz e Melo (2008), Bloor esteve intensamente influenciado pelas concepções de Durkheim, que apresenta o âmbito social como causa e princípio de todos os fenômenos culturais. Assim, o sociólogo da Escola de Edimburgo propõe uma renovação do papel dos fatores sociais na questão da produção do conhecimento, afirmando que o trabalho da sociologia das ciências precisa cumprir quatro princípios fundamentais.

Pelo princípio da causalidade, afirma que os processos cognitivos possuem condições que deram origem a seu desenvolvimento, considerando fatores científicos e sociais. Pelo princípio da imparcialidade, Bloor ([1976], 2009) assume que é objeto dos estudos sociais das ciências a explicação tanto do que se reconhece enquanto verdadeiro, bem-sucedido, como o que se denomina como falso ou falho no conhecimento. Segundo o princípio da simetria, assegura que os padrões de explicação, as metodologias da pesquisa sejam os mesmos quando se chega a um produto científico acertado, bem como quando o resultado apresenta-se como erro. Por fim, o princípio da reflexividade declara que os modelos explicativos devem ser aplicados à própria sociologia.

Nesse sentido, sustenta que a verdade não é dada por um “sábio detentor dos saberes”, como se os conhecimentos fossem revelações divinas, tampouco descobertas imponentes feitas por “cientistas geniais”. Portanto, Bloor ([1976], 2009) ressalta que o

⁷ Traduzido e publicado em português com o título *Conhecimento e Imaginário Social*, em 2009.

conhecimento, como produto de um trabalho que obteve sucesso, não é uma crença verdadeira, mas é aquilo em que os homens creem com confiança. E, posto isso, argumenta que os interesses sociais são fundamentais na construção e no estabelecimento dessas crenças científicas. Assim sendo, é fundamental que o cientista debata e explique sobre suas descobertas.

A partir dessa concepção, Bloor ([1976], 2009) propõe uma investigação sociológica com a intenção de verificar a relação entre processos científicos e condicionantes sociais, concebendo uma abordagem que vai além da perspectiva de Merton: já não é suficiente investigar os processos, estruturas e organização interna da ciência, mas seria necessário expandir o foco do olhar, buscando elementos para além das práticas científicas, aspectos e contextos sociais que favoreçam a compreensão sobre a construção, validação, refutação ou transformação dos conhecimentos científicos.

A grande contribuição dos trabalhos iniciais do Programa Forte em Sociologia do Conhecimento foi trazer o conteúdo científico para o foco dos estudos da sociologia da ciência, apresentando uma nova perspectiva sobre a relação entre a produção científica e os aspectos sociais. Ou seja, aproximar o que, até então, era objeto exclusivo do campo da filosofia – o conteúdo do conhecimento científico – possibilitou uma nova perspectiva à sociologia da ciência. Além disso, ao considerar que é foco de estudo deste campo tanto os sucessos como os insucessos no desenrolar da ciência – como apresentado pelo princípio da simetria – Bloor reitera aspectos dessa nova perspectiva que a Escola de Edimburgo apresenta na época. Portanto, esse conjunto de trabalhos favoreceu a consolidação de uma área especializada das ciências humanas: os estudos sociais da ciência.

Considerando que a sociologia da ciência é reflexiva – conforme o princípio de Bloor –, houve autores em seguida que trouxeram críticas às considerações da Escola de Edimburgo. A principal delas, de acordo com Mattedi (2006), foi que seus autores consideravam apenas os resultados ou a ciência pronta e não concebiam o processo de construção das proposições. Esse será, então, foco de estudos seguintes apresentados nesta pesquisa. Atualmente a Escola de Edimburgo está formada por um grupo interdisciplinar de sociólogos, filósofos e historiadores do conhecimento científico.

2.5 Nova perspectiva histórico cultural das ciências: Escola de Paris e as contribuições das investigações de laboratório de Bruno Latour (1979)

Avançando cronologicamente com o desenvolvimento das concepções quanto à ciência, Mattedi (2006), salienta que no decorrer da década 1980, na França, os pesquisadores do Centro de Sociologia da Inovação (CSI), Bruno Latour e Michel Callon, entre outros, conceberam a abordagem da Escola de Paris. Dedicaram-se ao estudo da construção do conhecimento científico, enfatizando as necessárias vinculações entre as proposições e os contextos social e cultural nos quais estão inseridos seus criadores, os cientistas, ampliando as relações propostas pelo Programa Forte, em alguns pontos importantes.

O primeiro deles é a resignificação da noção de simetria, proposta por Bloor. Para além de colocar em foco tanto trabalhos que obtiveram sucesso como aqueles que falharam, a simetria deve estender-se e também aparecer como princípio ao se considerar natureza e sociedade, que estavam representadas como dois polos muito diferenciados no Programa Forte. De acordo com Latour:

se a ciência possui certeza, frieza, distanciamento, objetividade, isenção e necessidade, a Pesquisa parece apresentar todas as características opostas: ela é incerta, aberta, às voltas com problemas insignificantes como dinheiro, instrumentos e *know-how*, incapaz de distinguir até agora o quente do frio, o subjetivo do objetivo, o humano do não-humano. Se a ciência prospera agindo como se fosse desvinculada do coletivo, a Pesquisa é vista como uma experimentação coletiva daquilo que humanos e não-humanos, juntos, podem suportar (Latour 2001 *apud* Mattedi 2006).

De acordo com Mattedi (2006), a Escola de Paris indica uma expansão da ideia de simetria para explicar a natureza e a sociedade, atribuindo-lhes igualdade de tratamento. As considerações de Callon (1986) citadas por Mattedi (2006) enfatizam que natureza e sociedade não são puras, nem estão previamente determinadas. As duas são consequências de arranjos entre aspectos humanos e não humanos, considerados pelo autor como práticas de tradução, pois os fenômenos se mesclam com a interpretação dada a eles, estabelecendo e reestabelecendo a concepção da organização de cada uma, conforme a abordagem do pesquisador. A simetria entre natureza e sociedade, portanto, significa que ambas são passíveis de se (re)construir, conforme o olhar do pesquisador.

Inspirado por essa concepção, Latour desenvolveu pesquisas com uma metodologia que denominou “etnografia das ciências”. Compreendeu que, assim como cientistas observam a natureza a fim de decifrá-la, ou traduzi-la, o sociólogo da ciência precisa ir a campo, investigar o cenário onde se constroem os conhecimentos científicos: o laboratório. Assumindo concepções e metodologias com as quais entrou em contato na sua formação como antropólogo, Latour se propôs a realizar um trabalho de acompanhamento, descrição e análise das discussões e práticas que ocorreram no importante Instituto Salk ⁸, em San Diego, com a intenção de analisar as dinâmicas envolvidas no cotidiano daquela instituição. O autor desenvolve suas teorias a partir da discussão do TRF(H) ⁹, com a finalidade de compreender e explicar como ocorre a construção de um fato. Realça que muitos cientistas ainda duvidavam, em 1962 que o TRF existia, era uma consideração incerta. Alguns anos depois, esse enunciado havia se tornado um fato científico, validado por todos. Em decorrência de sua análise, publica o livro *Laboratory life* em 1979¹⁰ em coautoria com o sociólogo inglês Steve Woolgar que se interessara pela etnometodologia e pela questão da reflexividade presente na sociologia das ciências (LATOURE; WOOLGAR, 1979/1997).

Com a investigação no laboratório, Latour evidencia que lá o pesquisador se depara com recursos humanos, econômicos e tecnológicos, elementos fundamentais para a produção de conhecimento científico. Logo na introdução de seu outro livro, *Ciência em Ação* (2000), o autor discorre sobre alguns episódios da pesquisa com a finalidade de revelar o DNA, elucidando como as disputas entre os grupos de pesquisadores estiveram presentes no processo de investigação, bem como o uso de artefatos técnicos, como computadores, raios-x, máquinas que possibilitassem ao ser humano olhar algo tão pequeno e descrever seu formato e seu funcionamento. As cenas descritas no livro ocorrem nos anos de 1951, 1980 e 1985 e estão marcadas pela relação entre os avanços dos argumentos científicos, as tecnologias utilizadas e as relações

⁸ O Instituto era dirigido por Roger Guillemin que, por sua vez, foi contemplado com o Prêmio Nobel de fisiologia ou medicina em 1997 referente a seus trabalhos relativos a neuroendocrinologia e hormônios relacionados ao hipotálamo.

⁹ O *Thyrotropin Releasing Factor – Hormone* (TRF-H) regula maior ou menor atividade da tireoide induzindo a liberação do TSH, sendo muito vinculado a questões de endocrinologia e metabolismo. Entretanto, Latour comenta que a importância desse hormônio também pode ser considerada por ser um produto utilizado em novos testes, será matéria prima para que novas descobertas sejam feitas. Assim, o TRF assume também uma função de instrumento.

¹⁰ Traduzido e publicado em português em 1997, como *Vida de Laboratório*.

sociais e políticas que se estabelecem entre grupos e com seus agentes fornecedores e fomentadores.

Nesse livro, Latour estabelece uma comparação entre o que ele conceberia como a ciência pronta, estabelecida, e a ciência em construção, que ainda está em debate e em busca de credibilidade. Na tabela a seguir, estão organizadas as frases que o autor utiliza como ponto de partida para apresentar as discussões:

Figura 2: Quadro comparativo entre concepções de ciência

Ciência pronta	Ciência em construção
Acate os fatos sem discutir	Descarte os fatos inúteis
Fique sempre com a máquina mais eficiente	Decida o que é eficiência
Quando a máquina funcionar, todos se convencerão	A máquina vai funcionar, quando as pessoas interessadas estiverem convencidas
O que é verdade sempre se sustenta	Quando as coisas se sustentam elas começam a se tornar verdade.

Fonte: *Ciência em Ação* (LATOURE, 2000, p. 16 a 28).

A partir de suas pesquisas sobre quais são como acontecem as atividades no laboratório, Latour considera que esse espaço é uma “fábrica de fatos”. Latour e Woolgan ([1979], 1997) pontuam que os cientistas desenvolvem e reestabelecem enunciados, que são debatidos, emprestados, reutilizados, citados, ignorados, confirmados ou refutados pelos outros cientistas. Os sociólogos expõem que esses cientistas são escritores e leitores que buscam convencer a si mesmos e ao outro a respeito das proposições geradas ali. É nessa dinâmica que se constitui um fato – não muito comum de acontecer. Ao ser produzido, o enunciado “integra-se ao estoque das aquisições científicas, desaparecendo silenciosamente das preocupações da atividade cotidiana dos pesquisadores. O fato é incorporado aos manuais universitários, ou, por vezes, torna-se a ossatura de um novo aparelho” (LATOURE & WOOLGAR, [1979], 1997, p. 91). Latour ressalta, portanto, que um enunciado torna-se fato nessa dinâmica de convencimentos e credibilidade, no momento em que se libera dos aspectos históricos e sociais que constituíram sua produção e sustentação. Essa dissociação é tão forte que, de acordo com os autores, escrever a história de um fato é um grande desafio, pois seu referencial histórico se perdeu, para que se tornasse um fato científico: alguns anos após o surgimento desse fato, as negociações e investimentos – que foram fundamentais para dar-lhe tal status – já não são relevantes, afinal trata-se agora de uma proposição estabelecida, já é consenso entre os indivíduos e as instituições.

Para compreender a noção de Latour quanto às dinâmicas de convencimento e consenso entre os cientistas, vale ressaltar a perspectiva abordada por Hochman (1994),

que estabelece um diálogo entre as ideias deste autor e as teorias de Kuhn. De acordo com Hochman (1994), Latour argumenta que o local mais adequado para investigar o cientista é o laboratório. Assim, ele retoma o foco de estudo sobre as comunidades científicas, mas difere sua teoria daquela concepção kuhniana normativa e fechada, afirmando que os cientistas se relacionam por constantes competições e negociações, em um campo em que se disputam, sim, créditos pelos produtos de seus trabalhos.

A concepção de crédito científico é retomada, mesmo com novas atribuições: a motivação do cientista converte-se na credibilidade que por sua vez é capital inicial para novos investimentos e reinvestimentos. Latour concebe essa dinâmica de recursos acumulados e reutilizados como ciclo de credibilidade, ideia chave na estrutura elaborada pelo autor. Pensando que esse é um modelo altamente competitivo, a credibilidade implica também, ou tem como resultado, a exclusão de outros cientistas da disputa. Portanto, pode-se considerar que ciência eficiente é aquela que rapidamente é capaz de converter os produtos de uma pesquisa em fator de investimento para os próximos trabalhos. Os cientistas não necessariamente receberão um crédito com valor monetário por cada trabalho ou resultado de impacto divulgado. O importante é ampliar e acelerar o ciclo de credibilidade. Em suas palavras, Latour e Woolgar assumem que:

o caráter essencial desse ciclo é o ganho de credibilidade que permite o reinvestimento – e um ganho posterior de credibilidade. Por conseguinte, não há outro objetivo último do investimento científico além do desdobramento contínuo de recursos acumulados. É nesse sentido que relacionamos a credibilidade dos pesquisadores a um ciclo de investimento de capital (LATOUR; WOOLGAR, 1979/1997, p. 220).

A credibilidade que está em jogo nessa disputa, é, assim, associada a outros elementos vinculados a diversas instituições, para então compor o laboratório: dinheiro, materiais, instrumentos, publicações, livros, transportando o cientista a um contexto exterior ao laboratório, vendo-se obrigado a se relacionar com editoras, fornecedores, agentes de indústrias, por exemplo. Quanto mais lucrativa a ciência, mais acelerada ela será e, ciclicamente, mais lucro retornará a si mesma. Evidenciam-se, portanto, reflexões que concebem a influência dos fatores externos sobre o trabalho científico no e do laboratório.

Assim como Kuhn, Latour também compreende que a credibilidade é atribuída pelos próprios pares. Entretanto, amplia a noção de consenso entre os cientistas, ao argumentar que eles precisam rapidamente reinvestir o capital obtido, convertendo-o em

novas formas de credibilidade, nesse ambiente competitivo e instável. Um cientista precisa de pares para legitimar sua produção e, assim, avolumar sua credibilidade. Dessa maneira, estabelecem-se as comunidades de especialistas, vinculados de acordo com a necessidade, de maneira interdependente.

Admitindo o ciclo de credibilidade e a comunidade de especialistas, um cientista se interessa pela produção reconhecida de outro, porque pode utilizar-se da credibilidade para investir em novos projetos, que se relacionam a essas novas produções. Ao se converterem em fatos, as proposições legitimadas com credibilidade são logo reinvestidas. Organiza-se assim um mercado de informações com sua lógica capitalista da lei da oferta e da procura, influenciando de maneira significativa as escolhas e os projetos a serem desenvolvidos. Portanto, o estudo do laboratório, por parte de um sociólogo, não deve se basear no acompanhamento de um único cientista, pois sua atividade individual já é resultado das competições dentro desse gabinete.

Articulados pelo ciclo de credibilidade, agentes humanos e não humanos constituem uma “rede de atores”, concebendo o que Latour e Callon denominam *Actor-Network Theory* (ANT), traduzida como Teoria Ator-Rede. Essa rede caracteriza-se pela complexidade de relações que se configuram entre conteúdo científico e contexto social, caráter objetivo e subjetivo, natureza e sociedade, conhecimento e poder, acerto e erro, além dos elementos não humanos, as possibilidades tecnológicas que existem ou que se criam na produção e no desenvolvimento de um conhecimento científico. O sociólogo afirma que, assim como o trabalho no laboratório é influenciado por fatores externos a ele, a sociedade também se (re)constrói e se (re)significa com as contribuições e inovações científicas. Mais do que relacionadas, ciência e sociedade não podem ser desvinculadas, renunciando à distinção entre contexto e conteúdo, afinal são âmbitos dinâmicos, em constante transformação. É nessa rede que o enunciado ganha credibilidade e se converte em, ou então, ganha o status de fato científico. A Teoria Ator-Rede é, portanto, a abordagem proposta por Latour e Callon para que o desenvolvimento das ciências seja compreendido, considerando a complexidade entre os distintos agentes, humanos e não-humanos (MATTEI, 2006).

Portanto, a Escola de Paris caracteriza-se por delinear que os profissionais que criam enunciados e constituem fatos são pessoas aculturadas em determinadas maneiras de pensar e fazer ciência, formados dentro de certas mentalidades e conhecedores de práticas pontuais. As afirmações que resultam desses procedimentos são, portanto, contextualizadas, o que deflagra que o conhecimento científico é uma leitura parcial da

realidade. Então, o objetivo de estudos do historiador e das ciências é buscar compreender como as esferas científica e social se definem concomitantemente, sem hierarquia entre eles, ou seja, de modo dinâmico e simultâneo (PESTRE, 1996). Latour (2000) complementa essas ideias ao analisar estudos de caso em que estiveram presentes negociações entre interesses políticos e científicos, passando por ideologias e acessibilidade de financiamentos para chegar, então, a alguns consensos. Essas discussões trazem reflexões sobre os procedimentos de validação e, portanto, sobre os conceitos de “verdade” e “correto”, pois o conhecimento científico se produz em um contorno maior à própria ciência. Pestre conclui que “a ciência, sendo um dispositivo que produz e inventa uma ordem – e não um dispositivo que ‘desvela’ a ordem escondida da natureza –, é equivocado ‘descontextualizar’ seus enunciados” (PESTRE, 1996, p. 13). Retomando, Latour e Woolgar afirmam que o conhecimento é construído de tal modo que, ao ganhar força e credibilidade, o enunciado inicial se torna fato científico, rechaçando o processo histórico e social pelo qual passou para ser estabelecido.

Atualmente, o CSI aprofunda seus estudos sobre produções sociotécnicas, contribuindo para o campo denominado Ciência, Tecnologia e Sociedade. O instituto considera Bruno Latour e Michel Callon membros honorários e mantém sua pesquisa de acordo com a perspectiva da Teoria Ator-Rede, focando no desenvolvimento e papel da ciência e tecnologia na sociedade.

2.6 Nova perspectiva histórico cultural das ciências: as disputas nas arenas transepistêmicas de Karen Knorr-Cetina (1982)

Outra socióloga que contribui para a nova perspectiva histórica e social das ciências é a austríaca Karen Knorr-Cetina¹¹. Em seu estudo comparativo, Hochman (1994) apresenta as críticas propostas pela autora com relação às concepções de Latour acerca dos modelos baseados no funcionamento do mercado para explicar as relações entre os cientistas, que sugerem um capitalismo científico, ressaltando que trariam uma concepção simplista de homem econômico, presente na economia clássica, assumindo um indivíduo com comportamento racional, calculador e maximizador de lucros. A

¹¹ Atualmente professora de sociologia do Departamento de História e Sociologia da Universidade Konstanz, na Alemanha.

autora assume que há características de mercado nas relações entre indivíduos e instituições ao se produzir e divulgar conhecimento científico, mas faz questão de iluminar o caráter contingente e o contextual no processo de construção das proposições científicas.

Além disso, a socióloga considera que há outros aspectos na lógica do mercado que não foram incorporados nessas teorias de correspondência entre a ciência e o capitalismo, como papel do Estado, distribuição de renda, política científica, exploração, estrutura de classe, apropriação do produto de um agente por outro, controle dos meios de produção, entre outros. Para concluir sua crítica, Knorr-Cetina destaca que a relação entre o desenvolvimento científico e as transações mercantis não pode ser considerada uma analogia, mas apenas uma semelhança, desconsiderando simples substituições de termos, como reconhecimento científico por capital simbólico, por exemplo (HOCHMAN, 1994).

Knorr-Cetina ainda explica o viés econômico que influencia diretamente os trabalhos de investigação. Para além das analogias estabelecidas por Latour entre o ciclo de credibilidade e a lógica de mercado capitalista, a autora reconhece que não se trata apenas de uma metáfora, mas de como a circulação de dinheiro, acúmulo, lucro, investimento são a finalidade das pesquisas científicas. Afinal, os projetos que apresentam resultados que possibilitarão maior lucro receberão maior investimento e financiamento, determinando, assim, quais assuntos e objetos serão foco do olhar dos cientistas, obtendo apoio e maior possibilidade de serem realizados, enquanto outros deixarão de acontecer por não gerarem lucro ou não coincidirem com as concepções dos financiadores. Em suas palavras:

El crédito que ganan por la producción de un excedente de información “nueva” es pretendido solamente para su reinversión, lo que significa que los científicos no están interesados en la verdad, ni en los temas que los ocupan, ni en el excedente de información por sí mismo. Tampoco están interesados en el reconocimiento por sí mismo. Lo que es de interés para ellos es la aceleración y la expansión del ciclo reproductivo que produce información nueva y creíble – esto es, información en relación a la cual los costos de plantear una objeción son tan altos como sea posible. La reproducción por la reproducción misma es marca del capitalismo científico puro. (KNORR-CETINA, 1996, p.137).

Afinada às noções de forte relação entre a produção científica e a vida social e, principalmente, ao encarar que a construção científica está implicada pelo contexto da sociedade, a autora afirma que a concepção de comunidade científica de especialidade é

simplória, por não ser suficiente para explicar o panorama complexo em que ocorrem as negociações científicas, políticas, econômicas e sociais. A socióloga assume que essas comunidades são concebidas como pequenos sistemas sociais com determinados mecanismos internos, contornados de acordo com uma área de especialidade. Entretanto, as redes de interação e influência são muito maiores e mais complexas do que as articulações apenas entre cientistas.

Knorr-Cetina (1982) afirma, portanto, que o trabalho do cientista vai além daquele de laboratório, cujas atividades são experimentar, investigar, elaborar hipóteses: ele, ou sua equipe, também é responsável por negociar suas pesquisas com outros grupos, divulgar e publicar seus processos e resultados em locais ou veículos que deem visibilidade aos resultados encontrados. Esta parte “além do laboratório” ocorre no que a autora define como arenas transepistêmicas da investigação, pois podem perpassar diversas áreas que transcendem continuamente o conhecimento científico em si: técnicos, políticos, militares, agentes midiáticos, editores, fornecedores, gestores de indústrias como a alimentícia, farmacêutica, entre tantas outras. A dinâmica organizacional e relacional entre cientistas e seu entorno, nesta perspectiva é construída por cientistas e não-cientistas, contrapondo a concepção de que o conhecimento científico está concentrado na comunidade científica de especialidade, passando a evidenciar a circulação e a determinação do mesmo no espaço da arena transepistêmica.

Aprofundando a discussão um pouco mais, Knorr-Cetina concebe que o caráter transepistêmico se dá, pois as relações são tão complexas que as limitações entre “científico” e “não-científico” já não são muito claras. Um cientista, por exemplo, pode exercer atividades aparentemente não científicas, como captação de recursos – normalmente atribuída a administradores; assim como empresários podem determinar alguns caminhos da produção científica e/ou escolhas técnicas por determinados interesses institucionais. Todo esse conjunto de ações e negociações compõe a produção e a divulgação científica; tudo isso é “científico”. A relação transepistêmica ocorre nos embates e nas consonâncias entre esses distintos agentes. Relacionado a isso, está a noção de arena, que contrapõe a ideia pacífica e normativa de comunidade. De acordo com sua interpretação, as arenas transepistêmicas sediam argumentações, negociações, disputas, jogos de interesse, articulando, portanto, distintos indivíduos que detêm formações e conhecimentos variados, envolvendo interesses públicos e particulares. Afinal, com toda essa dinâmica, as arenas transepistêmicas se constroem, estabelecem e

desconstroem nas atividades diárias, a partir das negociações que vão ocorrendo, conferindo caráter contingente e contextual às produções científicas.

Assim sendo, analisar as descobertas e os produtos dos trabalhos científicos significa considerar também seu processo, causas, acordos, desacordos e consequências que estiveram presentes na construção desse resultado. Os interesses sociais implicam escolhas e caminhos tão importantes que determinam os resultados divulgados da pesquisa. Submetidos a essas condições, os cientistas, nos laboratórios de Latour, precisam pensar e agir de forma a se saírem bem sucedidos, ajustando-se ao ambiente e suas regras, respeitando a distribuição de poder dentro do laboratório para, por fim, serem reconhecidos com autoridade científica, mas também com remuneração financeira. Portanto, o objetivo do cientista não é buscar ou descobrir verdades.

Assumindo que os resultados dos trabalhos científicos são efeitos de seleções contextuais, podem ser também descontextualizados ou ressignificados, dependendo do local e a época em que acontecem. Contrapondo-se ao paradigma universal de Kuhn, a socióloga afirma que métodos e práticas científicas são válidas provisoriamente e contextualizadas em seus respectivos âmbitos sociais.

2.7 Nova perspectiva histórico cultural das ciências: “nunca pura” – contribuições e síntese de Steven Shapin

Mais um autor que apresentou importantes contribuições com a nova abordagem histórica cultural das ciências é o norte-americano Steven Shapin, concordando com as noções já apontadas aqui, de que as ações científicas e a produção dos saberes científicos são constituídas localmente em complexas relações entre indivíduos e instituições, com a intenção de responder a questões próprias de seu contexto social. Ele foi um dos fundadores da *Social Studies of Science* e continuou seus estudos sobre o desenvolvimento das ciências, investigando especificamente as relações entre as ciências e a política no século XVII. Atuou no departamento de sociologia da Universidade da Califórnia, San Diego e, desde 2004, trabalha no departamento de história da ciência, em Harvard, compondo sua dedicação à sociologia da ciência e à história da ciência.

De suas obras, o livro *Nunca Pura: Estudos Históricos da Ciência como se fora produzida por pessoas com Corpos, situadas no Tempo, Espaço, na Cultura e na*

Sociedade e que se Empenham por Credibilidade e Autoridade, publicada em 2010¹² é um compilado de artigos e ensaios publicados desde 1989 em diversos veículos de visibilidade como a *Social Studies of Science*, Revista *ISIS*, *Perspectives on Science*, entre outros. Uma característica significativa de seus escritos é a grande quantidade de referências que utiliza, de diversos autores em diferentes períodos, transparecendo as marcas, influências e contraposições propostas pelo autor. Portanto, para esta pesquisa, considera-se que *Nunca Pura* pode oferecer uma grande síntese do ponto em que a abordagem dos estudos sociais da ciência chegou e, depois de tantas noções diferentes, como se apresentam as concepções de ciência e da dinâmica organizacional em torno dela na produção, sustentação, refutação das proposições científicas, além do que se compreende como verdade, fato ou conhecimento científico.

Ao longo desses quarenta anos de trabalho, pesquisando o desenvolvimento da ciência, Shapin parte das concepções de autores da modernidade para discutir e, também contradizê-los. Como ponto de partida, Shapin apresenta ideias de George Sarton – fundador da disciplina acadêmica de história da ciência em Harvard, na década de 1930 – que concebe a ciência como cumulativa, progressista, descritora da natureza e de seus fenômenos e reveladora da verdade. Desse modo, a história da ciência seria o campo de estudos que favoreceria as investigações para alcançar a modernidade, pois essa área permitiria revelar mecanismos ou métodos da atividade científica que levaria a instituição, a nação ou a civilização ao progresso. Uma corrente explica que essa concepção se deu com a substituição das crenças religiosas por um reconhecimento da ciência como verdadeira e única, em que a ciência se manifesta como uma nova religião e os cientistas seriam sacerdotes ou profetas substitutos à religião, tão influente na sociedade de um modo geral. O pensamento moderno parte do princípio que o sujeito é capaz de construir conhecimentos, ou seja, descola-se da ideia de que o mundo e tudo o que há nele foi constituído por um ser divino e que a verdade chega aos homens como uma revelação divina. Agora, compreende-se que o ser humano pensa, cria, atua nas sociedades, interferindo em seu funcionamento. A simples transposição do poder da revelação divina para as mãos de cientistas e suas provas não rompe completamente com a ideologia, apenas ressignifica a origem da verdade. Segundo Shapin, Sarton e seus colegas consideravam o cientista como um “ser heroico”, pois era capaz de manter

¹² – *Never Pure* foi traduzida para o português em 2013, pela editora Fino Traço.

convicta a busca curiosa, desinteressada e destemida pela verdade, por decifrar a natureza e a realidade, o que julgavam como a vocação humana mais nobre.

Atualmente, a abordagem da história das ciências, de acordo com Shapin (2013), não concebe que a ciência tenha esse poder e autoridade, que tenha influenciado a era moderna de tal modo que dite comportamentos da sociedade e da cultura. Mas através de pesquisas apresentadas pelo autor com o público em geral e com os próprios cientistas, foi possível constatar que essa imagem da ciência como reveladora da verdade e a autoridade que se concede a ela, por ser descobridora de mistérios da natureza, ainda é de grande influência para alguns cientistas e parte da população. Shapin defende essa hipótese também, ao salientar que o financiamento e os recursos investidos em pesquisas científicas é consideravelmente maior do que o fomento a investigações acadêmicas da área das humanidades.

Partindo dessa concepção de ciência, Shapin (2013) apresenta argumentos que, em uma reunião de produções e de concepções de sua autoria e de colegas, contrapõem a noção da ciência positivista, verdadeira. A intenção do autor é “baixar o tom na história das ciências”, tomando esta concepção de superioridade, única, verdadeira das ciências, e justapondo-a a uma representação menos “sagrada”. Assim, o autor se dispõe a pensar e analisar o desenvolvimento da ciência através de processos sociais e culturais, deflagrando, portanto, que ciência não é uma atividade sagrada, a partir de uma discussão sobre a questão da verdade e a respeito das possíveis compreensões de quem é e como é o cientista.

Segundo o autor, nesta nova perspectiva da história da ciência, as ideias de máximas e verdades são refutadas e substituídas pela concepção de credibilidade¹³. Refere-se a Bloor como o primeiro autor que teria trazido essa discussão à tona, explicando que credibilidade é resultado da prática social e cultural de um determinado momento histórico (tempo), em determinados locais (espaço) – dando origem, assim, ao estudo da credibilidade, que só faz sentido se concomitante ao estudo do conhecimento. Isto é, a convicção de um sujeito individual só se torna conhecimento validado coletivamente quando há credibilidade. As proposições científicas precisam buscar credibilidade, que depende do consenso de uma comunidade, ou de um circunscrito social. A credibilidade não ocorre por si só, mas vem acompanhada de seu objeto “do

¹³ Aqui, Shapin não leva tanto em consideração o aspecto capitalista do termo credibilidade, como crédito para novos investimentos. O autor preocupa-se com a qualidade de “crença” do termo, ou no que é passível de se acreditar.

quê”, variando na relação entre o sujeito que faz a proposição científica e “a quem” pretende-se apresentar essas informações para que possa, assim, acreditar nelas.

Com isso, Shapin (2013) quer dizer que é possível compreender melhor a noção de credibilidade do conhecimento quando se verificam as pessoas, os lugares e os momentos onde as proposições se desenvolvem. Sobre essas pessoas – os cientistas – pensava-se, pela abordagem da ciência secular, que eram gênios ou indivíduos que, isolados, eram iluminados e assim, tornavam-se capazes de descobrir verdades sobre a natureza. Ao “baixar o tom”, explica o autor, a imagem de gênio vai, pouco a pouco sendo modificada, até ser substituída pela do especialista, acompanhando a transformação da noção de “verdadeiro” em “cheio de credibilidade”. E assim reconhecem-se o caráter social do conhecimento, as proposições construídas, em vez de uma revelação da realidade, do descobrimento. O conhecimento não é puro. Surge, se sustenta e se transforma de maneira contextualizada em espaços e tempos determinados, nas distintas culturas. O cientista considerado anteriormente como um eremita, agora é reconhecido como sujeito social, elaborando suas teorias e práticas científicas em locais específicos, carregando marcas e características desses locais de produção e dos grupos sociais aos quais pertenceram.

Shapin elabora um interessante levantamento em diversas fontes, a respeito de situações em que os produtores de conhecimentos mais valorizados em nossa cultura elaboraram suas proposições fundamentais e mais poderosas em momentos em que se encontravam afastados da sociedade mundana, como se o conhecimento fosse mais puro quanto mais longínquo seu “revelador” estivesse do contexto social. Assim ocorre também nas relações de seres divinos com os mortais: preferem a solidão para se comunicar e transferir seu conhecimento aos humanos, como a passagem em que Deus comunica os dez mandamentos a Moisés, isolado no Monte Sinai, ou outras passagens que ocorrem no cristianismo e no islamismo. Ao retornar à sociedade com a mensagem divina, o profeta recebe sua legitimidade, bem como o conhecimento apresentado. Isso ocorre também no campo das artes, da literatura, quando um pintor, músico ou escritor eremita encontra inspiração em um momento de solidão e reclusão social. Entretanto, argumenta Shapin, o fato de um indivíduo estar localmente sozinho, não significa que ele esteja realmente isolado, solitário, que não faça parte ou tenha vivido em uma sociedade. Esse momento nada mais é do que uma situação em que ele reflete, elaborando suas questões individuais, repertoriado e marcado pelas estruturas da sociedade na qual cresceu.

Em sua obra *Leviathan e a Bomba e de Ar*, Shapin e Schafer (2005) compreendem o processo de produção do conhecimento como uma prática complexa, composta por tecnologias, objetos e instrumentos científicos, organizados em três grupos. As tecnologias materiais se referem aos equipamentos, aparatos ou aparelhos que serão utilizados para realizar simulações de fenômenos naturais, para produzir objetos experimentais e teóricos para criar procedimentos de utilização desses instrumentos. Já as tecnologias sociais estabelecem quem são os sujeitos que podem e participam dessa comunidade científica – os considerados especialistas – e quem não tem credibilidade nessa esfera – o leigo –, regulando as formas de legitimidade e credibilidade dos resultados e das investigações científicas. Por fim, as tecnologias literárias, ou tecnologias de inscrição são as responsáveis pela circulação da produção em um contexto fora do local e do momento nos quais determinados conhecimentos foram concebidos, onde ocorrem os mecanismos de validação, teias de relação e controle da produção, onde encontram novos autores e leitores. Assim, os autores expandem a concepção de tecnologia para além dos objetos físicos da ciência, sendo contemplados nessa nova perspectiva da sociologia da ciência.

Portanto, como o próprio título de seu livro já diz, Shapin compreende que “o lugar da ciência no mundo moderno é apenas o problema de descrever a maneira pela qual vivemos agora: em que acreditar, em quem confiar, o que fazer” (Shapin, 2013, p.393). Assim, a força da ciência em instituições de produção de riqueza e de projeção de poder revela a relação de dependência e complementaridade entre a produção do conhecimento científico e as instituições e interesses civis: a ciência nunca é pura. Concluindo essa ideia, o autor descreve uma lista sintética com afirmações sobre o que se pode compreender como ciência, de acordo com tal abordagem social e cultural da ciência, da qual se reproduzem algumas asserções aqui:

Poder-se-ia dizer que a ciência acontece dentro, e não fora, do tempo histórico, que ela tem uma profunda historicidade e que, qualquer que seja a transcendência que possua, ela é em si uma realização histórica.
[...]

Poder-se-ia dizer que a ciência não é una, indivisível e unificada, mas que *as ciências* são muitas, diversas e desunificadas.

Poder-se-ia dizer que os cientistas são, em termos morais e constitucionais, espécimes diversos de humanidade, que o conhecimento extraordinariamente confiável tem sido produzido por pessoas de moral e cognição comuns, e, além disso, que não se reparou efetivamente o que há de corriqueiro nos cientistas, na

condição de *indivíduos*, por meio de quaisquer virtudes especiais que, diz-se, acrescentariam algo ao modo de vida *comunal* deles.

Poder-se-ia dizer que a Verdade (em qualquer sentido filosófico preciso) não é um produto da ciência, e que não é um produto único. Ou se poderia dizer que o historiador não está propriamente preocupado com a Verdade e sim com a credibilidade em relação ao que quer que se *considere como verdades* na gama dos contextos históricos.

Poder-se-ia dizer que a ciência não é pensamento puro, e sim que é *prática*, que a mão é tão importante quanto a cabeça, ou mesmo que a cabeça acompanha a mão.

Poder-se-ia dizer que construir e assegurar o conhecimento científico são *performances*, que aqueles que produzem conhecimento científico podem se valer e de fato se valem de toda uma gama de recursos culturais para produzir essas performances, e que elas incluem exibir os sinais de integridade e de prerrogativas: expertise, o estar correto; mas também os sinais de dedicação e abnegação. (SHAPIN, 2013, p.5).

A partir dessa nova concepção – que surge com o “baixar o tom” da ideia de ciência moderna – Shapin (2013) afirma que o papel de historiador das ciências também será ressignificado neste contexto, e que cabe a esse pesquisador investigar histórias detalhadas e apresentá-las de maneira precisa e contextualizada, sem considerar que a ciência seja superior à de outras culturas, desvelada por gênios ou que seja a única que levará ao progresso das civilizações.

Pelo entender de Premebida et al.(2011), é possível configurar um panorama que circunscreve as concepções de ciência no campo dos estudos sociais em ciência e tecnologia entre questões materiais – instrumentos, objetos experimentais, procedimentos, laboratórios – associadas a questões sociais e discursivos, que dão credibilidade e legitimam as ações e teorias científicas. Para tanto, a publicação dos objetivos e resultados de pesquisa são fundamentais, evidenciando a produção, sustentação e transformação do conhecimento para técnicos, cientistas, financiadores, políticos e, também, para o público em geral. Assim, a ideia de sucesso no campo das ciências concebe-se a partir de uma relação eficiente com o ambiente social, suas demandas e interesses. De acordo com os autores da revisão das abordagens clássicas, em sínteses, são objetos dos estudos sociais das ciências e tecnologias:

investigações acerca dos condicionantes sociais da estruturação e autonomia do campo científico; formação do conteúdo científico e tecnológico e sua compleição institucional, de acordo com diferenças culturais e regionais; relações com o complexo industrial e a

caracterização do consumo contemporâneo das inovações tecnológicas; formas de decisão e escolhas sobre os grandes sistemas técnicos especializados que gerenciam a vida cotidiana; relação entre peritos e leigos no contexto de produção e difusão destes conhecimentos; mecanismos e condições institucionais e sociais de estruturação da ciência e tecnologia, por região e suas diferenças socioculturais; mecanismos de engajamento público nos temas sociotécnicos e; estudos sobre os impactos socioambientais decorrentes da utilização de sistemas e artefatos tecnológicos no dia-a-dia (PREMEBIDA, 2011, p. 23).

Destaca-se por fim que essa dinâmica dos campos da história da ciência e dos estudos sociais da ciência também revela a relação entre a construção da abordagem e conhecimento com o contexto social em que vivem e outras ideias das ciências humanas em voga.

2.8 Debates acerca da difusão das ciências em termos mundiais

Outro ponto importante na discussão acerca da produção e desenvolvimento do conhecimento científico é a questão da difusão das ciências. Em meados da década de 1960, o norte-americano George Basalla desenvolve argumentos para esclarecer que a ciência ocidental europeia moderna se expande e é divulgada para os outros países do mundo por meio de um processo muito bem determinado. Em resposta a esta proposição, historiadores da ciência desses outros locais, como o indiano Kapil Raj, os mexicanos Juan José Saldaña e Xavier Polanco o colombiano Luiz Carlos Arboleda, o peruano Marcos Cueto, os espanhóis Antonio Lafuente e María Luisa Ortega, a brasileira Maria Amélia Dantas entre muitos outros, propuseram uma visão diferente, que valoriza e ressalta as atividades científicas e a produção de conhecimento nas nações não europeias, em diferentes épocas. Ao enfatizar essa tensão, será apresentada a abordagem da Sociedade Latino-americana de História da Ciência e Tecnologia, até chegar aos trabalhos que defendem uma perspectiva que valoriza a pesquisa e o ensino da história das ciências no Brasil. Pela revisão de alguns pontos centrais desse debate pretende-se verificar, no próximo capítulo, como aparece a questão da difusão das ciências na Base Nacional Comum Curricular, bem como se está presente, de que maneira está presente e se é valorizada a perspectiva da história das ciências no Brasil.

Para enunciar a discussão, serão utilizados os trabalhos dos autores que argumentam a favor de uma ou de outra abordagem, como Basalla, Raj e Saldaña, mas

também serão consideradas publicações mais atuais que já se preocuparam em organizar as discussões, enfatizando pontos de semelhança e de diferença, como as autoras Vergara (2004) e Figueirôa (1997).

Em seu artigo *The Spread of Western Science* (1967) publicado na Revista Science, cujo principal público é um conjunto de cientistas e suas instituições, Basalla expõe sua visão sobre a difusão do conhecimento científico ocidental a partir de um rígido modelo de transmissão. O autor utiliza-se do termo “expansão da ciência ocidental” ao defender que a ciência moderna se propagou das instituições da Europa Ocidental para os outros países do mundo. Com esta publicação, a intenção do historiador é apresentar o mapeamento deste processo, reconhecendo equivalências com o imperialismo, em que determinada cultura científica é imposta a novas regiões que acabam por se apropriar dela. Para isso, Basalla desenvolve seu modelo de transferência, articulado em três fases, que descreve a introdução e a difusão da ciência moderna nas nações não europeias e, por fim, enfatiza instrumentalmente e metodologicamente quais seriam as etapas necessárias que um país, iniciante na ciência europeia moderna, deveria seguir com a finalidade de obter sucesso neste campo e institucionalizar “sua” ciência moderna, até se tornar independente e capaz de produzir e reproduzir conhecimento.

De acordo com a concepção do autor, a primeira fase do modelo consiste em viagens de cientistas europeus que se deslocam para os demais países com o objetivo de investigar e coletar informações e exemplares orgânicos, inorgânicos, fósseis e recursos do ambiente com a intenção de analisá-los nas instituições europeias. Partindo do ponto que a ciência europeia é superior às práticas regionais, o trabalho de análise é feito nos laboratórios e museus europeus, que já possuem tecnologia adequada para desenvolver as atividades científicas de acordo com as teorias e metodologias já estabelecidas e, a seu ver, corretas. Os cientistas europeus são os responsáveis em transmitir ou transplantar suas ideias. Ou seja, a fonte de recursos para o desenvolvimento da ciência europeia está em uma sociedade não científica, portanto, nesta fase, a relação que se estabelece beneficia o grupo dos pesquisadores europeus.

A segunda fase da ciência inicia-se ainda durante a parte final da primeira. O autor denomina-a Ciência Colonial, mesmo que não haja vínculo político e/ou econômico estabelecido entre uma metrópole e suas colônias, em um contexto imperial. Os cientistas europeus se deslocam às colônias não mais para recolher informações, mas para propagar a ciência europeia moderna. Nesta fase, trabalham nesses outros países,

lecionando nas faculdades locais, além de que alunos das colônias usufruem da possibilidade de estudarem nos grandes centros de pesquisa e ensino europeus. De acordo com o autor, este momento é fundamental para que os conhecimentos científicos modernos se consolidem e para que a tradição do pensar, fazer e reproduzir ciência se estabeleça de acordo com os modelos ocidentais, suas teorias e metodologias dos países que trabalham pela perspectiva da ciência moderna, estabelecida. Os Estados Unidos da América e o Japão são dois países exemplares, que foram exitosos nesta fase do modelo, garantindo sucesso também no próximo estágio (BASALLA, 1967).

A transição desta para a última etapa do modelo desenvolvido por Basalla é considerada por ele um momento muito complexa, marcada pela intenção dos cientistas locais em criar uma tradição científica autônoma e independente. Seguindo sete passos bem determinados pelo autor, os países em crescimento científico seriam capazes de fazer ciência e assim, serem eficazes em suas produções teóricas e tecnológicas. Dentre os requisitos para desenvolver uma ciência independente, considera que é fundamental erradicar as resistências locais que naturalmente surgem contra a implementação da ciência moderna ocidental, os acordos na relação entre ciência e política, abertura de canais para a comunicação interna entre cientistas e externa, divulgando os trabalhos à população, entre outras situações obrigatórias.

Em contraposição a essa visão da difusão da ciência moderna europeia para os demais países, Kapil Raj (2007) apresenta um ponto de vista que leva em conta o saber das comunidades locais, no sentido de valorizar a cultura e o conhecimento de outras regiões externas à Europa. Em seu livro *Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe, 1650 – 1900*, o autor defende que a ciência é construída na zona de contato intercultural, nos processos de interação e de circulação das proposições. Ele compreende que o contato entre diferentes culturas possibilita trocas positivas em que os dois (ou vários) lados podem se beneficiar e avançar em seus conhecimentos. Além do aspecto cultural, Raj levanta que outros agentes não necessariamente científicos também são responsáveis por essa circulação, como as companhias de comércio ou a guerra, por exemplo. Portanto, o indiano defende a complexidade de uma dinâmica de tráfego de culturas científicas regionais, em contraposição à ideia de difusão de uma ciência única, verdadeira e correta, em detrimento de conhecimentos construídos a partir de distintas lógicas e com diferentes significados. No entender do autor, as distintas tradições de conhecimentos locais e nacionais devem ser tão compreendidas e legitimadas quanto as controvérsias que

possam surgir entre elas, evidenciando que a controvérsia é parte da ciência e não deve ser desconsiderada ou rechaçada.

Raj denuncia o aspecto imperialista presente no trabalho de Basalla, alegando que a discussão não está apenas nas concepções a respeito das ciências, mas que isso avança para a autoimagem que um país compõe de si mesmo, de suas potencialidades, afetando valores morais e políticos:

These studies [Basalla's] share the belief that Science is the embodiment of the basic values of truth and rationality, the motor of moral, social and material progress, the maker of civilization itself. It is not surprise then that the history of science has become the site of controversy with nationalist historians pressing the claim of scientificity for their indigenous knowledges and ways of knowing (RAJ, 2007, p.4).

Em sua obra, Raj (2007) pretende investigar quem são os agentes envolvidos da apropriação e transmissão do conhecimento e quais são as habilidades desses agentes nas zonas de contato, nos encontros interculturais. Assim, ele almeja provar que a ciência moderna não foi criada apenas na Europa Ocidental e em seguida disseminada ou imposta em outros locais do mundo. Afirma que as zonas de contato entre diferentes culturas e seus pensamentos possibilitou o desenvolvimento de princípios mais aceitos de modo universal.

Assim como o indiano, outros, citados anteriormente, também se organizaram para discutir a questão da universalização das ciências. Na América Latina, organizou-se a Sociedade Latino-americana de História das Ciências e Tecnologia (SLHCT), consolidada em 1982, contendo participantes de treze países latino-americanos e cujo primeiro presidente foi Saldaña. O debate dava-se pelas pesquisas históricas do que consideravam episódios de trabalhos científicos em seus países de origem, discutindo pontos em comum e, aos poucos, organizando elementos que fundassem sua uma perspectiva comum e uma metodologia de trabalho. Logo em 1984, publicou-se o primeiro volume da Revista Quipu¹⁴, que seria o principal veículo das discussões e da divulgação de trabalhos locais dessa perspectiva da história das ciências.

Em 2004, Saldaña publicou seu artigo *Mi experiencia como editor de la revista Quipu*, no qual explicita, por meio dos feitos da Revista Quipu, os caminhos e conquistas dessa corrente da história das ciências que valoriza os conhecimentos locais

¹⁴ De acordo com Silva e Ribeiro (2013), quipu era um sistema de contabilidade e comunicação, feito de cordas e nós, desenvolvido e utilizado pela sociedade inca, provavelmente entre os séculos XV e XVI.

e os episódios nacionais na construção das proposições científicas. A Revista circulou de 1984 até 2001, ressaltando a abordagem como legado para muitos trabalhos que reconhecem e valorizam a produção e sustentação de conhecimentos científicos em diversos tempos e espaços do mundo, rechaçando a ideia de uma ciência universal. Centenas de artigos publicados ao longo de mais de duas décadas compuseram o que o pesquisador reconhece como o *boom* da história da ciência regional.

Saldaña (2004) considera que houve câmbios importantes no mundo, que influenciaram a pesquisa e o ensino nesse campo de estudos. Primeiramente, refere-se às mudanças tecnológicas, estabelecendo uma metáfora entre o envio de materiais para a publicação e o ritmo acelerado com que as atividades científicas se desenvolvem. Em meados da década de 1980, autores e editores faziam uso de cartas enquanto que, no século XXI, o contato era estabelecido por meios digitais e virtuais, transformando a relação entre esses agentes. Assim como as transformações tecnológicas, a circulação das ideias dessa abordagem também se desenvolveu, atingindo novos espaços, para além da comunidade latino-americana, por exemplo, em congressos europeus internacionais.

Para organizar o ponto de vista desses autores latinoamericanos, Saldaña (2000), em *Ciência e Identidade Cultural: História da Ciência na América Latina* elabora uma retomada do desenvolvimento recente da história da ciência na América Latina, partindo de trabalhos tradicionais sobre episódios até chegar na consolidação de um campo produtor de ciência autônomo, mas em relação com outras comunidade criadoras e divulgadoras de ciência.

Para começar, o autor analisa o trabalho de revisão de François Russo (1983) que pontua a evolução de aspectos da natureza e do método da história das ciências durante os últimos 50 anos, estabelecendo quais seriam as teorias fundamentais do campo e que, por sua vez, orientam o olhar dos historiadores. Em sua análise, o mexicano deflagra que não há sinal algum de contribuições da atividade científica produzida na América Latina, evidenciando que as considerações de Russo apresentam uma percepção universal e positivista da ciência, sem considerar o contexto em torno do qual se desenvolvem as ciências. O autor não se refere apenas aos episódios e situações regionais de institucionalização das ciências, mas reforça que o estudo da variedade científica que ocorre nesses países americanos também evidenciem a presença de aspectos teóricos e metodológicos na historiografia das ciências de regiões culturais e geográficas bem definidas. Então, a partir da década de 1980,

historiadores latino-americanos conceberam uma perspectiva na qual a ciência se revelaria de acordo com seu contexto social, local e indenitário. Afinal, já estão em contato com as recentes pesquisas dos estudos sociais das ciências. Ou seja, não era suficiente apenas considerar o contorno social e político em que as atividades científicas ocorreram na América Latina, mas aprofundando um pouco mais, buscar discernir circunstâncias que favorecem ou impossibilitam o desenvolvimento científico nesses contextos culturais. Os historiadores da ciência passam agora a compreender o desenvolvimento científico como parte integral da cultura de seu país. Assim, desenvolveu-se o que Saldaña entende como autoconsciência. Portanto, considera a conclusão de S. Schwartzman de que é possível compreender a história das ciências como as trajetórias dos esforços para configurar comunidades científicas, funcionando de acordo com modelos, metodologias e temáticas de trabalho, próprios das ciências de cada época.

Como exemplo, Saldaña (2000) explica a transformação ocorrida na concepção a respeito da controvérsia Religião X Ciência – relação forte que ocorre na história latino-americana em geral. Pela visão tradicional, esses dois campos estavam relacionados por um caráter de extrema oposição e, como a colonização da América Latina foi fortemente marcada pelas influências religiosas, não caberia conceber que houve atividade científica na América Colonial. Com a nova perspectiva da história das ciências nessas latitudes e a consolidação da autoconsciência, pesquisas surgem com novas metodologias, destacando atividades científicas que ocorriam concomitantemente à presença das instituições religiosas. Cita a obra *Ciencia y Religión en el Siglo XVII* do mexicano Elias Trabulsi (1974) que averigua os tópicos da astronomia e religião, acercando-os e ressaltando que são inseparáveis.

El cometa en cuestión (de 1680) es una de las más evidentes manifestaciones de la influencia que tuvo la visión científica moderna del mundo sobre la visión religiosa. Así, no solo nos circunscribimos al estudio de los primeros síntomas de modernidad científica en nuestro país sino que hubimos de pasar al estudio de las ideas religiosas en México en el siglo XVII. Por ello el tema del presente trabajo es indivisible, ya que el enfoque de un sólo aspecto, o el científico, o el religioso, mutilaría lo que debe ser considerado sólo en conjunto, pues del mismo modo que no podemos prescindir de la astrología judiciaria en el estudio del nacimiento de la astronomía moderna, así no podemos entender la religión ilustrada del siglo XVII sin estudiar la desintegración de la cosmovisión cristiana. Por último, es incuestionable que un trabajo de esta índole no puede restringir su enfoque al estudio particular de los autores novohispanos. En la historia de la ciencia, México no puede ser tomado como una isla ni

sus científicos vivieron al margen de las corrientes científicas de su época. Rompiendo con esa insularidad de los estudios de la historia de las ideas en nuestro país, osamos introducir personajes de otras regiones. La confrontación es necesaria, pues las relaciones con otros autores extranjeros a la par que ponen de relieve los méritos de nuestros científicos, indican sus limitaciones. Además un regionalismo demasiado excluyente impediría incorporar a nuestro país al movimiento intelectual científico-religioso del siglo barroco (TRABULSE, 1974, prefácio).

Saldaña (2000) apresenta dois argumentos importantes para rebater a ideia de difusão da ciência moderna da Europa para os países periféricos. Primeiramente defende e busca comprovar que os pesquisadores oriundos dos países latino-americanos contribuíram (e contribuem) com a ciência que também se desenvolve na Europa. Além disso, apoia-se nos estudos sobre os processos de institucionalização¹⁵ das ciências nestes países elaborados por Maria Amélia Dantas (Brasil), Hebe Vessuri (Peru) entre outros, que demonstram que os enunciados científicos não chegaram a vazios culturais e/ou científicos, mas já havia conhecimento sendo produzido e legitimado nos países “receptores”.

Nesses trabalhos também frisa-se a ausência de moldes europeu nas situações de institucionalização, processos em que ocorre a materialização das alianças entre o campo científico e a esfera política, consolidando suas relações e apresentando elementos que seriam definitivos no desenvolvimento científico naquela região, ressaltando o caráter não neutro da cultura científica. Como a Europa não esteve envolvida no estabelecimento das instituições científicas, não é de toda verdade que se possa compreender como uma difusão tão parcial e única. Isto é, as decisões tomadas e as escolhas com relação a prioridades e questões específicas de cada região não sugerem padrões e são resultado de discussões locais. Por fim, Saldaña (2000) propõe que essa visão seja substituída por uma ideia de “bidirecionalidade” presente nesse processo de circulação das ciências. Completa, também, com a ideia de que ao entrar em contato com as ideias estrangeiras, os países latino-americanos não apenas a adquirem passivamente, mas reelaboram tais proposições até que as tornem próprias e que possam contribuir para o desenvolvimento da ciência e da sociedade neste país (SALDAÑA, 2000).

¹⁵ Segundo Figueirôa (1997), concebe-se institucionalização como o “processo de implantação, desenvolvimento e consolidação de atividades científicas num determinado espaço-tempo histórico” (Figueirôa, 1997, p. 24). Nesse processo, estabelece-se uma rede de sustentação das atividades científicas, cujos elementos são as instituições de trabalho científico – mais evidentes –, comunidades científicas, grupos sociais, interesses públicos e privados, entre outros.

2.9 História da ciência no Brasil

Compondo esta discussão aprofundando um pouco mais no que se refere especificamente à produção acerca da história das ciências no Brasil, a pesquisadora Moema de R. Vergara (2004) evidencia a estruturação de duas correntes historiográficas da Ciência no país, no século XX e a contraposição que se estabelece entre elas. A primeira estrutura-se por volta da década de 1930 e tem como importante representante Fernando de Azevedo (1894 - 1974), personagem muito influente na época e cuja obra, com algumas revisões, vem sendo utilizado na elaboração de trabalhos contemporâneos, transcendendo ao campo da história das ciências, impactando também a literatura, sociologia, geografia, chegando também à educação. Nessa época, o Brasil vivia sob um período político caracterizado pela forte centralização e unificação do Estado, liderado pelo presidente Getúlio Vargas. Azevedo, assim como outros intelectuais contemporâneos a ele como Sérgio Buarque de Holanda, Caio Prado Jr, Simon Schwartzman, entre outros, buscava criar uma identidade nacional, almejando legitimação e unidade para o país, a construção da nação brasileira, em oposição às culturas portuguesa e colonial. Com essa intenção progressista de atuação no contexto presente, os autores apontavam que se fazia importante compreender e explicar elementos de movimentos, processos e transformações do passado, de outros momentos históricos do Brasil. Por isso, dedicaram-se a estudar e esclarecer componentes dos períodos imperial e colonial que influenciaram e levaram a sociedade brasileira a se encontrar assim como estava na década de 1930.

Pela perspectiva de Azevedo, sublinha Vergara, a população brasileira caracterizava-se como insuficiente e carente para desenvolver diversos trabalhos científicos e o Brasil, desprovido de instituições formais, era cenário de “atividades clandestinas” que acabavam por dificultar o avanço da ciência e o progresso do país. Para Azevedo, não havia um contexto que favorecesse o verdadeiro método científico nessa terra, porque a colonização foi feita por Portugal que, assim como na Espanha, “ficou resguardado do espírito crítico, de observação e de experimentação que se espalhava pelo restante da Europa nos séculos XVI e XVII” (VERGARA, 2004, p. 23). Portanto, o brasileiro herdara consequências da escolha da civilização ibérica pelas crenças fortemente religiosas em detrimento da verdade absoluta e do aprimoramento de

métodos para alcançá-la, discussões presentes em outros países europeus. Enquanto estudiosos portugueses se tornavam especialistas em teologia e letras, deixavam de se apropriar das ciências naturais, da razão e da universalidade, o que, de acordo com Azevedo, levaria ao progresso da humanidade.

Sendo assim, esses intelectuais viam a condição de ex-colônia como um obstáculo para o crescimento do país, pois além do fato de o Brasil ter vivido uma longa fase colonial marcada por uma relação de exploração por Portugal, esta metrópole não estava afinada às transformações intelectuais e racionais do século XVII. Esses estudiosos nacionalistas compreendiam que o legado da cultura ibérica impregnada na sociedade brasileira só iria se transformar com uma revolução de caráter moral. Azevedo apontava para a ideia de que o Brasil estava atrasado na marcha da civilização e para superar tal situação, precisaria se modernizar pela emancipação da indústria e do comércio e pelo desenvolvimento das belas artes, desconsiderando também as manifestações populares. O estabelecimento das universidades e os avanços da ciência eram essenciais para a superação da herança lusitana e para o desenvolvimento econômico e político da nação (AZEVEDO *apud* VERGARA, 2004).

Já a segunda vertente da história da ciência no Brasil apresentada por Vergara começa a aparecer na década de 1980, marcada pelas discussões dos anos 1960 e 1970 acerca das relações entre ciência e sociedade, fundada na visão de que as instituições científicas são agentes da implantação de práticas e conhecimentos científicos e também evidenciam elementos não-científicos na produção desses conhecimentos. Ao caracterizar essa perspectiva como história institucional da ciência no Brasil, a autora aponta que o foco desses novos trabalhos estava em valorizar presença de atividade científica e explicitá-la desde o período colonial. Integrando o grupo de história das ciências na América Latina, instituições brasileiras editavam publicações divulgadas também fora do Brasil, como a revista Arquivos do Museu Nacional, que iniciou seu trabalho em 1876 e a presença de cientistas brasileiros em congressos internacionais desde o século XIX.

Essa nova perspectiva é também retratada no capítulo *Marcos para uma História das Ciências no Brasil* de Figueirôa (1997) que, por sua vez, apresenta críticas a aqueles autores nacionalistas, afirmando que eles não reconheciam as atividades científicas que já ocorriam no Brasil desde o período colonial, compreendendo que, em seu contexto, eles pretendiam construir, a partir daquele ponto em que viviam, uma identidade brasileira a partir de uma oposição à cultura portuguesa. No entender da pesquisadora,

publicações posteriores constituem uma nova perspectiva para a historiografia das ciências no Brasil, buscando evidenciar as características científicas das atividades no país, a começar do período em que a população ainda prestava contas à metrópole portuguesa. Os argumentos para tal asserção estão nas investigações acerca da historiografia das ciências no Brasil, identificando elementos epistemológicos e metodológicos, ressaltando influências ideológicas, culturais, políticas, sociais e econômicas nos processos de institucionalização das ciências. A autora, inspirada nas ideias de Arboleda (1987) pontua que compreender que o conhecimento não é neutro, mas é socialmente negociado, favorece e legitima as investigações do processo de desenvolvimento das ciências nos diversos contextos, em diversos países e, no caso do Brasil, especificamente, em torno de tantos agentes, seus saberes tão diferentes e em regiões tão distintas entre si.

Para amarrar a discussão entre as duas vertentes historiográficas da ciência no Brasil, Vergara (2004) explica que ambas utilizam-se de alguns aspectos da história das ciências, mas

a principal diferença entre as correntes reside no fato de que a primeira se preocupa em identificar os obstáculos na sociedade que dificultam o desenvolvimento científico e tecnológico do país. Em contraposição, a reflexão sobre a história das instituições científicas se caracteriza por uma abordagem hermenêutica na qual postula que a atividade científica é uma das vias para a compreensão das relações sociais e culturais (VERGARA, 2004, p. 22).

Tangente à história das ciências no Brasil, está o campo da etnociência, que se opõe às perspectivas eurocentrista e positivista ao realçar componentes do saber produzido em contextos culturais muito diversos, reconhecendo, para além do seu valor científico, o valor cultural das interpretações construídas nessas outras sociedades. Segundo Lima e Figueirôa (2010) a etnoastronomia é um campo de pesquisa que vem crescendo e se consolidando, levando em consideração os saberes a cerca do universo e da Terra construídos por antigas e atuais nações indígenas no Brasil. Conhecer e reconhecer as práticas científicas no país, também colabora com a ideia de que conhecimentos são produzidos há séculos, contrapondo a noção do atraso brasileiro na corrida científica. Além disso, pela perspectiva da etnoastronomia, são valorizados outros saberes “integrando aspectos simbólicos, ecológicos, metereológicos, cosmológicos e astronômicos” (LIMA & FIGUEIRÔA, 2010, p. 297). A busca pela compreensão das teorias e metodologias de outras civilizações revela, mais uma vez, a

relação ciência-sociedade, uma vez que as explicações e mitologias a respeito da criação e da dinâmica dos astros, dos fenômenos da natureza, organizações de calendários são muito próximas ao universo simbólico e real daqueles distintos contextos nos quais estão circunscritos os indígenas e seus saberes, cada sociedade apresenta sua maneira de compreender o mundo natural e o social.

Atualmente pesquisador do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), o professor doutor Luiz Carlos Borges (2012) vem evidenciando elementos do campo da Astronomia Cultural que, assim como a etnoastronomia, estão contidas no debate crítico a uma concepção de saber universal, hegemônico, argumentando a favor de saberes locais, conhecimentos produzidos por outras metodologias, que não as acadêmicas. Esses saberes locais estão organizados no que o autor denomina como sistemas. Em sua publicação *O Lugar da Astronomia Cultural na História da Ciência* (2002), o pesquisador explica que essa área está na intersecção entre os campos da antropologia, da história e da astronomia. Ressalta que os sistemas de pensamento e de conhecimentos são complexos, pois estão intimamente atrelados ao contexto em que vivem e à sua compreensão sobre o mundo e sua sociedade. Por esse motivo, para serem interpretados por investigadores que têm outros referenciais teóricos e pragmáticos, são necessários instrumentos analíticos, perspectivas e critérios combinados dessas áreas, bem como aspectos da filosofia e da sociologia.

Além desse caráter interdisciplinar, a Astronomia Cultural contribui com o campo da história da ciência, pois tem como finalidade esclarecer outros modos de constituir e consolidar saberes, apresentando elementos que possam favorecer a interpretação e explicação da diversidade de complexos e heterogêneos sistemas de conhecimento. Pela perspectiva do pesquisador,

as relações entre os diversos povos e o cosmo, entre o tempo social e o tempo cósmico, constitutivas do imaginário e da memória sociais, determinam, por sua vez, um conjunto de práticas e de saberes que regulam as atividades produtivas e rituais de qualquer sociedade. Nesse sentido, as narrativas mitológicas de caráter cosmológico ou cosmogônico dos chamados povos tradicionais constituem um arquivo que resulta de observações e experimentações, o que significa dizer que uma das características do relato mítico é funcionar como um compêndio — dado ser uma narrativa institucionalizante que, funcionando como memória social, recolhe, sistematiza e transmite — de saberes, no qual as hipóteses sobre a origem, papel e funcionamento do universo encontram-se elaboradas (BORGES, 2012, p. 4).

A partir de exemplos de diferentes civilizações analisadas, o autor reconhece que o conhecimento produzido pelo indivíduo e pelo coletivo indígena vai além do que aquele necessário para sua sobrevivência, configurando organizadas relações socioculturais em sequências de práticas produtivas e ritualísticas, que revelam relações entre o tempo social e o tempo cósmico. Esses saberes são validados pela tradição oral sistematizada das civilizações indígenas, que ocupam um lugar de prestígio nesses povos. Essa oralidade revela também formas específicas de racionalização, critérios para a classificação e nomeação de elementos de sua realidade.

Capítulo 3: Metodologia e caracterização da pesquisa participante

Nos capítulos anteriores destacamos a importante produção que vem se desenvolvendo acerca de incorporação de uma abordagem histórica, filosófica e sociológica no ensino de ciências. Também reconhecemos na fala de teóricos do campo da educação a importância sobre um olhar especial para que o momento da formação de professores contemple criticidade, emancipação e empoderamento. Neste capítulo, então, buscamos entrelaçar o que esses dois grupos de autores vem tratando, a fim de reconhecer possíveis contribuições da história da ciência não apenas para o ensino, mas para a formação de professores. Além disso, daremos especial atenção aos pedagogos em formação que, além de ensinarem conteúdos científicos, estão em contato com a transmissão e a mediação na construção de conceitos para os alunos, nos diversos campos do conhecimento.

Assim chegamos ao desenvolvimento desse capítulo e dos próximos dois. Trataremos da apresentação de dados coletados e análises feitas a partir da pesquisa participante durante a disciplina de História da Ciência, ministrada pela Prof^a Dr^a Ermelinda Pataca e oferecida como optativa aos alunos de graduação em pedagogia e também provenientes de outros cursos, na FEUSP. Nosso objetivo é caracterizar o processo de construção de concepções de ciência e ensino pelos discentes, admitindo as ideias e argumentos principais revelados em suas falas e nos recursos didáticos utilizados por eles, ressaltando também relações que estabeleceram com a educação, a partir da mediação da professora e suas escolhas bibliográficas. Pretendemos realçar as contribuições da história da ciência para a formação de educadores, admitindo implicações diretas na educação básica, por propiciar uma compreensão mais profunda e crítica sobre as dinâmicas de produção do conhecimento, afetando também a prática docente. Elaboramos as análises desse estudo de caso de modo que as entrelaçamos com sínteses feitas a partir dos referenciais teóricos abordados ao longo dessa dissertação, entre outros autores que defendem essa abordagem.

3.1 Metodologia

Uma vez aberta a possibilidade de acompanhar a disciplina de História das Ciências oferecida a estudantes de pedagogia e de licenciaturas, buscamos na literatura qual seria a metodologia mais adequada para a investigação, coleta e análise de dados, e que também pudesse ajudar a refletir sobre como manter a postura e o olhar de pesquisadora. Então, utilizamos as ideias de Evandro Ghedin e Maria Amélia Santoro Franco, publicadas em *Questões de Método na Construção da Pesquisa em Educação* (2008), a partir da integração entre teoria, desenvolvida nas pesquisas e publicações acadêmicas, e a prática observada e realizada nas escolas. Essa escolha se assemelha às opções que fizemos nesta dissertação, em aproximar, verificar e ampliar o que encontramos na literatura com o estudo de caso.

Ghedin e Santoro (2008) mencionam sua intenção de elaborar uma produção que se preocupe com o desenvolvimento profissional e com a construção da identidade do professor¹⁶, defendendo que a pesquisa é elemento fundamental em sua formação. Especificamente, colocam o foco nas questões de método inserindo-as na complexa dinâmica da construção do saber, na qual também se integram sujeito, objeto e conceito com o método utilizado para o encaminhamento da pesquisa.

Segundo os autores “o método é aquilo que possibilita a interpretação, mediante algum instrumento, do objeto que possui mais de um significado. [...] cada objeto investigado está carregado de sentidos, passíveis de estruturação e organização” (GHEDIN & FRANCO, 2008, p. 25). O método possui uma dimensão mais reflexiva e outra mais operativa, sistematizando as práticas do pesquisador, sua relação com o objeto de investigação e o uso de técnicas. Além disso, o método presente em projetos de pesquisa é apenas uma direção por onde a investigação avançará e somente após o final do trabalho será possível esclarecer o percurso de investigação. Ou seja, esse caminho pode e deve ir se modificando durante o percurso da pesquisa. Essa característica de “ir e vir” é marcante nas atividades realizadas no processo desta dissertação, como veremos adiante.

A metodologia não contém apenas um aspecto técnico, mas deve preocupar-se também com o processo de construção do olhar do pesquisador a fim de que as análises sejam críticas e não apenas descritivas. A investigação é fruto de uma percepção de mundo, que decorre do exercício de penetrar nas relações culturais socialmente construídas com a intenção de perceber e explicar suas configurações. Esse olhar

¹⁶ Esse argumento está de acordo com o que foi exposto no capítulo 1 desta dissertação.

depende de uma formação e ocorre sobre a leitura das diversas e complexas representações do mundo. Perceber o que são os fenômenos e os motivos que os levam a serem assim exige a observação, interpretação, representação e o pensamento aguçado sobre o que está sendo visto. Isso implica não necessariamente que se aceite a realidade como lhe é apresentada, mas que o pesquisador tenha um posicionamento diante dos dados coletados, pois “educar o olhar significa aprender a pensar sistemática e metodicamente sobre as coisas vistas” (GHEDIN & FRANCO, 2008, p. 73). O refinamento do olhar busca o que não está evidente, aquilo que se encontra implícito. É possível reconhecer com os olhos o que está visível, mas é pelo questionamento e pela reflexão que se acessa o aparentemente oculto.

Ver não é apenas perceber o objeto, mas fundamentalmente interpretá-lo. Essa dialética entre perceber e interpretar é o que potencializa o pensamento, a linguagem, a criatividade e a inteligência humana, lançando a pessoa na direção do conhecimento e facultando-lhe a permanência do conhecido como forma de iluminação daquilo que não podia ser visto (GHEDIN & FRANCO, 2008, p. 74).

Assim, o pesquisador vê aquilo que consegue estabelecer a partir de seu repertório. Ou seja, ele projeta no objeto seus próprios conhecimentos ou modos de compreensão das coisas. Ao abrir-se para o objeto o pesquisador busca trazê-lo para dentro de si mesmo, de maneira que caiba, ou que faça sentido. O refinamento do olhar permite a transformação do objetivo em subjetivo e possibilita a transformação do ser, bem como do mundo. Então, quando o indivíduo expressa sua pesquisa, revela o que passou pelo seu próprio filtro. Esse processo pode estimular ou moderar a manifestação do próprio objeto e de seu entendimento dado pelo pesquisador. E essa compreensão é fruto da explicação que, por sua vez, consiste na tradução das relações do mundo em um significado que tenha sentido e ocorra por meio de uma linguagem específica contida em uma determinada comunicação.

A metodologia é o conjunto de reflexões e ações críticas que orientam as escolhas dos caminhos da investigação. Os dados obtidos não podem ser reduzidos aos discursos manifestados pelos sujeitos investigados, é necessário que a pesquisa evidencie o ponto de vista desse sujeito, ocorrendo depuração crítica, contextualização, reconhecimento de elementos não aparentes. Pela reflexão, fundamento do processo investigativo, é possível adentrar a camadas mais diversas e profundas da realidade.

Como concepção, sistemática de coleta de dados e interpretação dos mesmos, optamos, por identificação com a natureza desta investigação, pela metodologia da

pesquisa participante, cada vez mais comum nas investigações da área de educação. De acordo com Ezpeleta e Rockwell (1986), está fundamentada em dois atores centrais: a pesquisa e a participação. Enfatizam ainda, a necessidade de equilibrar os dois conceitos, considerando que a pesquisa não é apenas o uso de ferramentas de aquisição e sistematização de dados.

As técnicas não constroem a teoria, não determinam o pensar. Mesmo que a observação participante pudesse modificar preconceitos do pesquisador e até mesmo fazer com que ele mudasse suas questões, não há derivação automática ou passagem natural da informação de campo para a teoria. A articulação entre ambas produz-se por uma construção categorial que depende das questões iniciais, da teoria que se maneja, e da posição histórica a partir da qual o teórico – consciente ou inconscientemente – enxerga a sociedade (EZPELETA & ROCKWELL, 1986, p.86).

Em conformidade com as autoras, participar é mais do que simplesmente estar presente e colaborar, mas também significa ser sujeito da construção de conhecimento e da ação. Para tanto, as ações dependem de certo planejamento. Destacam a importância de contextualizar os sujeitos da pesquisa e da reflexão sobre “quem participa?” e “participa do quê?”. Os indivíduos interagem, ensinam, aprendem e se modificam no percurso estão envolvidos em processos sociais que, por sua vez, instigam o pesquisador e são antecedentes às suas próprias ações na investigação. Por esse contexto, as autoras consideram a observação participante como meio de interação entre o pesquisador e os sujeitos, possibilitando uma relação mais pessoal.

Para compreender o conceito de observação participante, voltamos a Ghedin e Franco (2008), que o concebem como o processo de interação de um observador em uma situação social real, com o propósito de desenvolver uma investigação científica. Ao coletar dados nesse contexto real, o observador passa a fazer parte desse cenário, modificando-o e sendo modificado, concomitantemente. Por se tratarem de seres humanos, seus comportamentos e atitudes podem apresentar mudanças na presença de um elemento externo, principalmente porque sabem que são sujeitos da pesquisa. Assim, a imagem do pesquisador vai se configurando de acordo com o desenrolar da investigação, sendo marcado pelos parâmetros do próprio grupo. Semelhantemente, a percepção sobre o grupo ocorre processualmente e circunscrita pelas relações que ocorrem durante a pesquisa.

É princípio desse método o treino do olhar, para buscar compreender como o outro se percebe a si mesmo e qual é a sua imagem do objeto – e não a visão do próprio

pesquisador. Além disso, faz-se importante evidenciar como foi possível captar essas informações e chegar a essas análises. Trata-se de um processo interpretativo que busca compreender e explicar como os sujeitos se percebem dentro de um todo maior; um modo de vida e por quais aspectos esse modo de vida se expressa. No caso dessa exploração, buscamos compreender especificamente alguns aspectos relacionados às concepções de ciência, história da ciência, ensino de ciências e ensino, e não da visão de mundo como um todo, nem seu modo de vida.

Além de descrever, é fundamental que o pesquisador analise e explique a perspectiva do outro, a fim de reconhecer significados no que não necessariamente está explícito, nas falas e ações do conjunto pesquisado.

Neste estudo de caso, as coletas de dados e elaboração das análises foram se desenvolvendo durante o percurso, como indicam os autores aqui mencionados. Reconhecemos uma dinâmica mais “orgânica” do que “engessada”, como se fossemos tecendo relações a partir de dois eixos principais que estariam se entrelaçando.

O primeiro deles é o embasamento teórico, a partir de sínteses dos referenciais já contemplados nessa dissertação. O diálogo se estabelece tanto com aqueles que buscam circunscrever concepções de ciência – capítulo 2, *Referenciais teóricos de história e sociologia da ciência* – quanto com autores preocupados com a formação de professores – capítulo 1, *Referenciais teóricos: interface entre história da ciência, ensino e formação de professores* – além de outros que serão incluídos aqui para compor o enlace.

O segundo eixo se dá pelas participações e concepções, durante a disciplina, dos alunos, da pesquisadora e da professora. A atuação desta contemplou o planejamento das atividades, escolha dos textos a serem abordados e mediação durante as aulas, seminários e estudos do meio. Seu exercício favoreceu relações entre as ideias de autores e o contexto histórico no qual estavam inseridas, elucidando causas, consequências e interesses por trás da construção e circulação de determinados conhecimentos. Também foi responsável pela explicação de conceitos científicos e forneceu diversas referências como livros ou filmes que dialogam com os debates levantados durante os seminários. No decorrer da apresentação dos grupos, fazia poucos comentários, mas ao final, participava mais, retomando ideias importantes e/ou esclarecendo alguns conceitos e conexões, contribuindo com as análises dos alunos. Dentre os onze textos da disciplina, oito foram apresentados em seminários pelos alunos e os demais pela professora.

Minha participação como pesquisadora ocorreu pela atuação e relação com os alunos durante as atividades programadas, mas também com conversas paralelas antes ou ao final das aulas, sendo mais significativas nos estudos do meio. Também me responsabilizei pela coleta de dados, por meio da observação e comunicação nos encontros, sendo que os ocorridos em sala foram gravados em áudios e as considerações sobre o desenvolvimento das atividades foram apontadas em um caderno de registro. Essas anotações abrangem falas dos alunos e da professora, organizadas de maneira sintética, contemplando os conteúdos apresentados, bem como os recursos didáticos utilizados para a comunicação dos mesmos. Por meio de indicações com cores, foi feita uma diferenciação entre alguns aspectos recorrentes, presentes nas aulas, como pontos que trataram de relações com o ensino e indicações de outras referências. Nesse caderno, também estão anotados elementos que não necessariamente estavam presentes na fala dos alunos, como a composição dos grupos, recursos utilizados em suas apresentações, além de outras percepções, como o envolvimento dos discentes e reações que ocorriam durante as atividades, a partir das relações entre eles.

O conteúdo das mais de 26 horas de gravações foi retomado e registrado em textos digitais, separados por aula, sendo que alguns trechos foram transcritos, quando apresentaram ideias centrais, principais argumentos ou outros momentos significativos à pesquisa. As anotações do caderno foram passadas a limpo completando esses arquivos. Também utilizei os arquivos em power point, elaborados pelos alunos e enviados entre eles, como um registro mais formal de cada seminário. No caso dos estudos do meio e da Mostra Interna de recursos didáticos, também utilizei fotografias como recurso de registro. A análise desses dados será apresentada em um quadro geral.

Outro ponto importante abordado pelos estudiosos de metodologias de pesquisa em educação é como o pesquisador pode ou deve agir e se relacionar com os sujeitos pesquisados. Primeiramente é importante que se tenha disposição para se integrar no contexto observado e para deixar sua própria visão de mundo de lado para debruçar-se e assim apropriar-se dos sentidos e princípios construídos e utilizados pelo sujeito na organização de seu mundo social. Ghedin e Franco (2008) destacam a importância de que o pesquisador não se utilize de ações que o caracterizem como o cientista, externa ao contexto pesquisado, mas que busca entrar nesse cotidiano como uma pessoa comum, interessada. Portanto, o pesquisador precisa saber distinguir reflexões e práticas que organizem sua atuação como cientista, de atitudes e concepções que precisa realizar quando está na cena social. No caso do acompanhamento da disciplina houve uma série

de desafios nesse sentido. Em primeiro lugar, busquei desvincular minha atuação da imagem da professora, para que os alunos não me compreendessem como monitora da turma – figura comum nas aulas de pedagogia da FEUSP. Esses monitores podem ser entendidos como uma extensão do professor e os alunos buscam dar respostas corretas ou assertivas, que satisfaçam as expectativas da professora/monitora. Além disso, o monitor é responsável, junto com o professor, pela organização e pelo percurso das aulas. No caso desta pesquisa participante, meu papel era observar e pesquisar, tendo meu próprio foco. Foi importante que eu deixasse isso claro para mim mesma e para o grupo. Outra questão delicada também era a minha participação nos debates das aulas – o quanto poderia, ou não, levantar questões que contribuíssem com as reflexões e entendimentos dos alunos. Ou ainda, cuidar para que minha atuação não interferisse ou levasse rumos da conversa para meu objeto de pesquisa, “forçando” algumas reflexões que não fossem naturais, vindas da realidade daqueles alunos.

As atividades dos alunos estão contempladas através do reconhecimento de conceitos e concepções em suas falas, bem como na escolha de recursos que trouxeram para se comunicarem com os colegas. Durante as participações nos seminários, debates e na Mostra Interna – essas atividades serão detalhadas adiante – os estudantes buscaram materiais, dinâmicas e exemplos que contribuíssem com a explicação de suas ideias. Apresentações em power point, discussões intermediadas por imagens disparadoras, vídeos – películas infantis, documentários, séries televisivas –, citações bibliográficas de outros autores, livros, propagandas, notícias, exemplos de experimentos científicos, sites, dinâmicas reflexivas, dentre diversos recursos selecionados pelos alunos. Para elaborar nossas análises, entendemos todas essas possibilidades e cada uma delas como **recursos didáticos** escolhidos pelos professores em formação a fim de favorecer a compreensão de seus colegas acerca dos conceitos, os quais eram responsáveis em veicular.

Para desenvolver as análises, partimos da Aula Síntese, em que iluminamos os conceitos explicitados pelos professores em formação ao longo do curso, associando-os às intencionalidades da professora, apresentando-os para os próprios estudantes. Nesse momento da disciplina compartilhamos os resultados parciais da pesquisa com os alunos, convidando-os a opinarem sobre os direcionamentos do trabalho. Esse foi mais um elemento que favoreceu a configuração dos estudantes na pesquisa – suas presenças e contribuições – não somente como objetos de análise, mas enquanto sujeitos participativos.

Após discutirmos as considerações iniciais com os alunos nessa Aula Síntese, voltamos a escutar as gravações dos seminários e analisamos os recursos didáticos e as falas dos estudantes, a fim de reconhecer os processos de construção dos conceitos em debate, bem como suas relações com a esfera da educação e exemplos práticos do cotidiano. Elaboramos uma seleção dessas comunicações – tanto dos seminaristas, como nos diálogos da turma –, situações em que os professores em formação se apropriaram das ideias expostas pelos autores em seus textos, elaborando associações. Ao evidenciar esse processo, nossa intenção é dar voz aos professores em formação, valorizando sua participação ativa na construção de concepções de ciência, seu ensino e relações com a educação.

Neste capítulo e nos seguintes, portanto, organizamos as análises buscando tecer relações entre os dois eixos – literatura e empírico. Primeiramente desenvolvemos uma caracterização geral da disciplina, tendo como foco o planejamento de leituras e de atividade, as escolhas dos textos propostos e os objetivos por trás da realização de cada atividade e de seu conjunto. Em seguida, apontamos as mudanças relevantes, que também contribuíram com o processo.

No capítulo 4 *Construção de concepções de ciência e ensino*, desenvolvemos sínteses dos referenciais teóricos, em cruzamento com análises das expressões dos alunos acerca de sua interpretação, compreensão e apropriação dos conceitos desenvolvidos, deflagrando o processo de construção de concepções de ciência, a partir de suas falas e escolha dos recursos apresentados. Nessa etapa, também elaboramos um quadro-síntese no qual destacamos o que os grupos reconheceram como ideias centrais e argumentos principais daquele autor, ao deixarem explícito na apresentação de powerpoint de seus seminários como em suas apresentações orais. Apresentamos a Aula Síntese para então elaborarmos as análises sobre as falas e recursos didáticos desenvolvidos pelos estudantes, sem pretensão de evidenciar todas as possibilidades que ocorreram durante o curso, mas apenas para sintetizarmos as representações mais significativas das concepções de ciência e ensino.

Posteriormente, enfatizamos a análise dos objetos e atividades pedagógicos desenvolvidos pelos mesmos grupos dos seminários e apresentados na Mostra Interna de Recursos, pois entendemos que cada atividade não estaria encaixada em uma única concepção de ciência, pois elas estão em consonância. No entanto, salientamos o forte atrelamento que se deu nesse momento da disciplina entre os conceitos teóricos debatidos nas aulas e a prática pedagógica – o que será desenvolvido mais

detalhadamente na próprio capítulo. Ou seja, a análise desses objetos será regada pela discussão conceitual anterior, sobre as concepções de ciência. Além disso, ao dedicar uma parte especial para a Mostra Interna de instrumentos, atividades e recursos didáticos, ressaltamos relações que os professores estabeleceram entre o conjunto das práticas realizadas naquele momento.

Por fim, no capítulo 5 *Relações entre história da ciência e educação* veiculamos inicialmente uma relação mais teórica, desenvolvida também a partir dos referenciais teóricos do Capítulo 1 e buscamos outros autores para compor o debate. Na sequência, abordamos relações que os estudantes propuseram entre conceitos abordados em aula com a educação, de modo a abranger temáticas para além do ensino de ciências, mas tocando os fundamentos da educação.

Portanto, reconhecemos que o processo de construção das análises está marcado pelo movimento de “ir e vir”, entre enfatizar expressões dos estudantes, mergulhando no estudo de caso empírico, permeado pelas escolhas e mediações da professora, e retornar aos conceitos teóricos abordados nos primeiros capítulos desta dissertação.

3.2 Caracterização geral da disciplina de História da Ciência

Os quinze encontros presenciais aconteceram entre março e julho de 2017, às sextas-feiras, no período noturno. Também ocorreu o estudo do meio realizado durante o dia, em um sábado. Inicialmente estiveram inscritos 44 alunos, mas esse número diminuiu para 28, que entregaram a prova final, sendo a média por aula em torno de 20 discentes. Destes, a maioria era estudante de pedagogia, mas alguns eram licenciandos em física ou astronomia. Dentre os pedagogos em formação uma parcela já havia vivenciado outros cursos de graduação, como física, química, arte ou história ou realizado pesquisas de Iniciação Científica com foco no ensino de ciências ou matemática.

A programação contemplou diversas atividades, como a leitura da bibliografia, discussões teóricas e dinâmicas práticas. As aulas eram divididas em dois momentos distintos: o primeiro, voltado para o debate de um ou dois textos, ocorria por um seminário conduzido pelos alunos ou pela professora – quando não se formou grupo. O segundo momento consistia em uma atividade complementar coordenada pela docente, como aulas expositivas, preparação para estudos do meio, organização e orientação para

os seminários seguintes. O curso contou também com dois estudos do meio, em que os alunos registraram suas observações e impressões em relatórios entregues à professora.

A avaliação dos alunos baseou-se nos relatórios, seminário, além de uma prova, em que escolheriam dentre questões teóricas sobre alguns dos principais conceitos debatidos no decorrer da disciplina.

O programa proposto inicialmente sofreu algumas modificações, consequências da dinâmica do semestre, e está sintetizado a seguir de acordo com o que realmente aconteceu.

Tabela 2: Conteúdo programático da disciplina, com alterações realizadas no decorrer do curso.

Aula	Bibliografia	Atividades
1	Apresentação do programa da disciplina.	- Divisão dos grupos para apresentação dos seminários. - Levantamento das concepções prévias dos alunos sobre HC e suas relações com a educação
2	MERTON([1936], 2013); MATTEDI (2006)	- Aula expositiva (AE) da professora sobre os textos. - Nova apresentação da disciplina a alunos ausentes na aula 1.
3	ROSSI (1989)	- Seminário dos alunos. - AE da professora sobre tendências historiográficas em ciências.
4	PRICE (1976)	- Seminário dos alunos. - AE da professora sobre navegações portuguesas e o uso de instrumentos como o astrolábio.
5	Seminário 3: KUHN ([1962], 2013)	- Seminário dos alunos. - AE da professora: O Poliopticon e o MEB - preparação para a visita ao MEB.
6	SHAPIN ([1995], 2013)	- Seminário dos alunos. - Visita à exposição do MEB “Brincar ou Ensinar?” - Debates sobre a visita.
7	ABRANTES (1998)	- Seminário dos alunos. - Entrega do relatório da visita.
8	LOPES (2005) PATACA (2016)	- Seminário dos alunos. - AE da professora sobre viagens, museus e história natural no Iluminismo português.
9	MAYR (2005)	- AE sobre tempo geológico e suas aproximações com o ensino de ciências históricas. - Preparação para o estudo do meio.
10 e 11	Estudo do meio	– Jardim da Luz e Pinacoteca.
12	DOMINGUES e SÁ (2003)	- Debates sobre o estudo do meio.
13	LIMA E HOCHMAN (1996)	- Seminário dos alunos. - Explicações gerais sobre a prova e sobre a mostra de recursos didáticos.
14	Aula Síntese – ministrada pela	- Revisão de conceitos da disciplina e preparação para a prova.

	pesquisadora	<ul style="list-style-type: none"> - Orientações: Mostra Interna de recursos didáticos - síntese da disciplina - análise prévia das concepções sobre ciência e educação debatidas na disciplina
15	Mostra Interna de recursos didáticos ou experimentos envolvendo HC	- Entrega de provas, do relatório do estudo do meio à Pinacoteca e Jardim da Luz e da descrição da atividade prática apresentada na Mostra Interna.

Fonte: Tabela modificada a partir da elaborada pela professora da disciplina

As apresentações dos seminários, recheadas pelas discussões coletivas, duraram entre 45 minutos e 1 hora e 45 minutos. A composição de grupos heterogêneos, composto por alunos com diferentes formações iniciais e interesses contribuiu para a organização do trabalho, esclarecimento de conceitos e valorizou o viés interdisciplinar e uma abordagem mais ampla de aspectos da ciência e da vida social como um todo, enriquecendo os debates. Foi evidente como alunos das áreas de ciências cuidaram da explicação e exemplificação dos conteúdos científicos, enquanto pedagogos preferiram discorrer sobre o contexto histórico e trouxeram diversas relações com o campo da educação. Essa característica foi possível pela modalidade optativa, permitindo a circulação de alunos de cursos diferentes, pouco comum em disciplinas da pedagogia, mas mais frequente nas introdutórias dos cursos de licenciaturas ministrados na FEUSP, como Introdução aos Estudos da Educação: Enfoque Histórico, Filosófico ou Sociológico.

A característica da disciplina de estar aberta a outros cursos favoreceu o contato entre educadores de diversas áreas. Segundo Nóvoa (1992), a riqueza da formação de professores está no reforço das dimensões coletivas e colaborativas, a partir dos diálogos entre diferentes profissionais: trocar, compartilhar e debater experiências propicia o desenvolvimento de uma cultura da formação de professores. Afinal, aprender a comunicar-se – dizer e ouvir – com profissionais de outras especialidades é um ensaio fundamental em sua formação, pois o trabalho nas instituições educacionais depende também dessa troca, e não apenas de lecionar aos alunos.

O diálogo entre os professores é fundamental para consolidar saberes emergentes da prática profissional. O desenvolvimento de uma nova cultura profissional dos professores passa pela produção de saberes e de valores que deem corpo a um exercício autónomo da profissão docente (NÓVOA, 1992, p. 14).

Também reconhecemos que, no início do curso, os estudantes contribuíram de maneira mais tímida, mas aos poucos foram sentindo-se mais confortáveis, demonstrando apropriação dos conceitos debatidos e estabelecendo relações com situações ocorridas em outras disciplinas, leituras, ou mesmo elaborando analogias com outras esferas.

No decorrer da disciplina, foram privilegiados textos clássicos da história e sociologia das ciências, cobrindo um quadro conceitual desenvolvido desde a década de 1930, com a emergência da sociologia das ciências aos dias atuais. Algumas das publicações são mais específicas, apresentando metodologias e abordagens diversas, como as influências dos valores culturais na construção das ciências, o *ethos* científico, (MERTON, [1936], 2013), a construção social da verdade (SHAPIN, [1995], 2013), as rupturas na construção histórica das ciências (KUHN, [1962], 2013), as negociações científicas e controvérsias (LIMA & HOCHMAN, 1996; DOMINGUES & SÁ, 2003) e as imbricações entre política e ciência (LIMA & HOCHMAN, 1996; ABRANTES 1998). Deste modo, a professora pretendia fomentar discussões sobre campos disciplinares específicos, construções conceituais, práticas, técnicas e representações científicas.

Mais uma escolha proposital foi atentar para a história da ciência no Brasil através de textos (PATACA, 2016; DOMINGUES; SÁ, 2003; LIMA; HOCHMAN, 1996) e apresentações em aulas expositivas (4, 9 e 11), evidenciando um quadro de debates sobre o período colonial brasileiro, o Império e a República, em escalas locais e globais, com a intenção de reconhecer o desenvolvimento científico no nosso país – como defendido no capítulo 2 dessa dissertação.

De maneira geral, a seleção dos textos privilegiou relações entre a história das ciências e a história do ensino de ciências, já que se tratava de um curso voltado à formação de professores. Os artigos e capítulos contemplados na bibliografia abrangem relações entre essas esferas e coube aos alunos e à professora colocar as interfaces em evidência. Os desdobramentos dessa concepção serão analisados mais densamente adiante.

Em termos conceituais, a disciplina foi estruturada em dois grandes blocos. No primeiro, entre as aulas 2 e 6, a professora priorizou capítulos que abordam debates sobre Revolução(ões) Científica(s), com temas voltados principalmente para a astronomia, física, aproximações entre teoria e prática, experimentação, construção de instrumentos e o desenvolvimento da técnica. O contexto da Revolução Científica foi

amplamente abordado na HFSC desde a década de 1930. A escolha do texto de Merton ([1936], 2013) se deu por constituir como um marco inicial da sociologia da ciência, apresentando os conceitos de *éthos* científico, configurado por valores sociais e culturais. O capítulo escolhido apresenta uma discussão sobre a produção de uma nova ciência durante o século XVII, que impulsionou a criação de novos métodos de ensino de ciências. O conceito sobre a revolução científica e sua abordagem em longa duração, entre os séculos XV e XVIII, apareceram também nos textos de Rossi (1989), Price (1976) e no trabalho de Kuhn ([1962], 2013).

Durante esse primeiro bloco, ocorreu a visita à exposição “Brincar ou Ensinar?”, realizada pelo Museu da Educação e do Brinquedo (MEB), na biblioteca da FEUSP, com curadoria de Martha Marandino, cujo objetivo inicial seria a apresentação do poliopticon, brinquedo composto por lentes e tubos para montagem de vários instrumentos científicos, do microscópio ao telescópio – temática abordada nos textos da programação. Dois exemplares do objeto estavam expostos, sendo um produzido na década de 1950/60 e outro em 1980, e apresentavam várias implicações econômicas, políticas e sociais sobre a produção, utilização e consumo de jogos ou materiais didáticos no Brasil. Essa abordagem histórico-cultural sobre tais materiais, desenvolvida em projetos de Iniciação Científica¹⁷ no MEB, foi explicitada em uma aula anterior à visita. A intenção inicial da professora seria relacionar o poliopticon com o contexto da Revolução Científica, mostrando a importância da construção de instrumentos científicos no desenvolvimento das ciências. No entanto, os olhares dos estudantes expandiram-se para problemáticas que foram abordadas na segunda parte da disciplina, como a constituição de museus e coleções, a história social dos objetos, os significados simbólicos e sociais constituintes de brinquedos e materiais pedagógicos. Após a visita, os alunos envolveram-se em ricos debates, mobilizando discussões já tratadas na disciplina, como o papel social das ciências, as relações com a infância, com o ensino de ciências e com fundamentos da educação. Alguns temas que não tinham sido abordados até o momento, foram discutidos pelos discentes em debates sobre a produção, os usos e o consumo desses objetos.

No segundo bloco, entre as aulas 7 a 13, foram trabalhadas temáticas relativas às Ciências da Vida e da Terra, emergentes na segunda metade do século XVIII e institucionalizadas nos séculos seguintes. Os textos escolhidos analisam a constituição

¹⁷ Para saber mais, ver Iniciação Científica de Vinicius Bezerra (2015).

da História Natural (ABRANTES, 1998; LOPES, 2005; PATACA, 2016), das ciências da vida e das ciências históricas na natureza (geologia, biologia evolutiva, paleontologia, arqueologia, filologia, cosmologia e história do homem), tomando o tempo geológico e a evolução como conceitos estruturantes dessas ciências (LIMA & HOCHMAN, 1996; DOMINGUES & SÁ, 2003; MAYR, 2005). Essa opção reforça a necessidade de que as atividades científicas sejam compreendidas circunstancialmente, em períodos de longa duração, envolvendo constituição de saberes e práticas que rompem com as barreiras disciplinares constituídas atualmente. Nesta parte do curso, a história da ciência no Brasil foi abordada com maior ênfase, com uma pequena amostra de trabalhos que tratam de temas sobre as Viagens Científicas e o olhar estrangeiro sobre o Brasil; as discussões evolucionistas associadas ao contexto político da transição do Império à República, reforçando o debate racial; o fortalecimento da medicina através do desenvolvimento de políticas higienistas e de controle das doenças como forma de exclusão social.

As discussões teóricas desenvolvidas nesta parte da disciplina foram salientadas pelo estudo do meio realizado nos espaços da Pinacoteca do Estado de São Paulo – focando nas obras dos séculos XVII a XIX que retratam olhares e atividades do Império Português na América através da pintura de paisagens feitas por viajantes no século XIX – e no atual Jardim da Luz, que foi o primeiro jardim botânico da cidade de São Paulo e sofreu intensas remodelações no mesmo século, associando-se às concepções estéticas e científicas do período, o que ofereceu interessante contraponto com as pinturas observadas na Pinacoteca.

Ainda neste bloco, para o último encontro, os grupos construíram recursos didáticos e educativos como instrumentos, experimentos ou atividades pedagógicas, compondo uma pequena Mostra Interna, evidenciando a importância das práticas para a atividade científica e para o ensino de ciências. Sendo assim, o desafio dos alunos seria buscar relações entre as concepções de ciências que foram sendo construídas ao longo do curso com o ensino de ciências, apresentando objetos e dinâmicas por uma abordagem histórica. Esse momento foi fundamental, pois aproximou ainda mais os conceitos teóricos em debate com a atuação dos professores em formação, em sua prática docente. Além de adquirirem exemplos de materiais e atividades didáticas, puderam formar-se pelas próprias experiências que vivenciaram ali. Essas situações serão analisadas adiante.

Todo esse processo de construção conceitual e prática foi retomado no que denominamos como Aula Síntese. A atividade foi conduzida pela pesquisadora com dupla intenção. Primeiramente, sistematizar e explicitar os assuntos e conceitos trabalhados ao longo da disciplina. Além disso, compartilhar as análises parciais da pesquisa com os estudantes. Esse encontro será abordado mais detalhadamente a seguir, pois partiremos das discussões ocorridas nele para apresentar as análises com relação à construção de concepções de ciência.

Uma vez apresentada e caracterizada a disciplina e o processo de coleta de dados e sua avaliação, partimos para os próximos dois capítulos, contendo as análises elaboradas.

Capítulo 4: Construção de concepções de ciência e ensino

Nessa dissertação não realizaremos um verbete, ou um parágrafo, capaz de definir o termo ciência, justamente porque reconhecemos seu caráter complexo e dinâmico. Optamos por fazer um caminho distinto. A partir das ideias dos referenciais expostos anteriormente ao longo da dissertação, organizamos sínteses que apresentam aspectos dessas concepções de ciência defendidas aqui. Acomodar as análises em categorias mostrou-se um processo delicado e pouco eficaz, uma vez que seriam muito dependentes umas das outras, cheias de cruzamentos e intersecções. Por isso, elencamos aspectos que fundamentam as concepções de ciência e enfatizamos, ainda, a intensa articulação entre elas.

Por meio da pesquisa participante, foi possível caracterizar o processo de configuração do conceito de ciência pelos discentes, admitindo as ideias centrais e os principais argumentos revelados em suas falas, bem como pela análise dos recursos didáticos escolhidos por eles. Não cabe aqui mensurar se houve manutenção ou transformação de concepções prévias, por instrumentos quantitativos. Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, entendemos os debates, bem como a mediação da professora, como elementos dinâmicos e significativos para a reelaboração de concepções de ciência, circunscrevendo os aspectos pelos quais ela se compõe, tendo como pano de fundo o referencial teórico apresentado. Neste processo, caracteriza-se também a evidente e constante relação com o ensino de ciências e questões de educação, por se tratar de uma disciplina desta natureza, cujos alunos são professores em formação.

Ao longo do curso, as expressões orais e escritas dos alunos estiveram permeadas por percepções sobre concepções de ciência e ensino, fossem elas prévias à disciplina ou em debate com as perspectivas de outros autores abordados. Logo no primeiro encontro, após a apresentação do conteúdo programático, a professora propôs uma conversa sobre os motivos que os levaram a fazer o curso, suas expectativas e se estabeleciam alguma relação entre história da ciência e educação. Houve diversas respostas. Alunos já formados em física afirmaram que essa disciplina poderia ajudar nas discussões sobre currículo, pensando nas tendências e ideologias que estão por trás das escolhas; seria uma maneira de repensar o conhecimento que o professor ensina. Comentou-se também que essa abordagem favorece a percepção de que a ciência é uma

construção histórica e humana e que a sociedade também influencia na escolha dos objetos e na maneira que os cientistas os estão estudando.

Outros alunos, graduandos em pedagogia, levantaram o caráter lúdico que a história da ciência pode trazer ao ensino de ciências, bem como o papel motivador que esse enfoque pode oferecer à escolarização, rompendo com estereótipos de que a ciência é feita apenas por “gênios”. Pelas palavras de uma aluna:

é importante que a professora, principalmente nos anos iniciais, estimule as crianças a terem interesse pelas ciências, porque existe aquela coisa que a professora polivalente não gosta de exatas e aí ela já fala, ‘ai, matemática e ciência são difíceis’. Despertar o interesse das crianças desde pequenas ajuda a quebrar esse paradigma. E conhecer a história e a evolução da ciência, como ela se construiu ao longo do tempo dá bastante base mesmo.

Também foi citada a expectativa de que os debates poderiam apresentar um olhar interdisciplinar, entre as ciências naturais e as humanas, além de possibilitar complementariedade entre as discussões de caráter teórico dos fundamentos da educação e das práticas abordadas pelas disciplinas de metodologia.

Uma vez apresentadas essas concepções iniciais, durante o curso, foi se desenrolando o processo de (re)construção de concepções de ciência e ensino. De pronto, as integrantes do primeiro grupo a apresentar seu seminário sentiram necessidade de definir o termo “ciência”, logo no início de sua exposição:

ciência é um conjunto de conhecimentos empíricos – aquele que é baseado na observação e na experiência –, teóricos e práticos sobre a natureza, produzido por uma comunidade global de pesquisadores fazendo uso do método científico que dá ênfase à observação, explicação, suposição e predição de fenômenos reais do mundo através de experimentos¹⁸.

Além dessa fala, houve apenas mais uma que buscou precisar o termo: “a ciência seria definida por um conjunto de métodos característicos pelos quais você comprova o conhecimento. Seria uma técnica dentro da técnica”. Depois, não ocorreram situações em que outros alunos buscaram circunscrever o conceito de ciência por meio de uma definição objetiva. Mesmo assim, em muitos seminários, os próprios grupos consideraram como ideia central não apenas um conteúdo do texto abordado, mas aspectos que favorecem a construção de concepções de ciência.

¹⁸ Como o grupo não usou referências nem mencionou como chegou a essa definição, ousamos buscar a sequência de palavras na internet e percebemos que se tratava de um trecho retirado do site wikipedia, na página relativa à “história da ciência”.

A seguir, apresentamos um quadro-síntese (Tabela 3) que contempla as ideias centrais e/ou principais argumentos eleitos por cada grupo, durante seus seminários, que contribuíram com o processo de construção dessas noções – alguns de seus aspectos fundamentais. A intenção é perceber de maneira descritiva quais foram os conceitos abordados nesse processo. Em seguida, elaboramos análises mais específicas, a fim de contemplar concepções de ciência trabalhadas na disciplina.

Tabela 3: Síntese conceitual e metodológica dos seminários – escolhas dos alunos

Seminário	Ideias centrais
ROSSI (1989)	<ul style="list-style-type: none"> - Superação da dicotomia artes liberais X artes mecânicas. - Formação diversificada nos ateliês: artes, ciências teóricas e práticas.
PRICE (1976)	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de técnicas, mecanismos científicos e pesquisas em outras civilizações. - Discussão acerca da cientometria e da atividade científica. - Valor estético nos instrumentos científicos.
KUHN ([1963], 2013)	<ul style="list-style-type: none"> - Paradigma: realizações científicas universalmente reconhecidas que durante algum tempo fornecem problemas e soluções modelares a uma comunidade de praticantes de uma ciência. - Construção da ciência não é linear, nem progressiva. - Mudança entre um paradigma e outro se dá por uma revolução. - O paradigma orienta determinado olhar e a mudança requer treino e mediação: manuais, educação. - A ciência depende da educação e do ensino, que são processos de (trans)formação do olhar.
SHAPIN ([1995], 2013)	<ul style="list-style-type: none"> - Questão da credibilidade – é estabelecida de maneira epistêmica, no meio acadêmico e social. - Economia comparativa de credibilidade – o que vem de especialistas é tido como verdade. - O financiamento das ciências – há investimento monetário em determinados setores, com interesses específicos. - Indução de resultados para comprovar o esperado.
ABRANTES (1998)	<ul style="list-style-type: none"> - Ideologia dominante carrega uma imagem de ciência e uma concepção de educação científica. - As ideias estão sempre em disputa, nada está pronto. - Ciência-mecanismo X ciência-organismo. - Educação científica como uma eliminação da superstição e instrumento privilegiado de progresso cultural e social.
LOPES (2005)	<ul style="list-style-type: none"> - Ciência e HC como algo plural. - Reconhecer diversas práticas da ciência, bem como controvérsias na escolha de critérios para a classificação e para o sentido dessa ciência. - Sistemas e critérios de classificação e nomenclatura não são naturais, nem triviais; são construídos.
DOMINGUES & SÁ (2003)	<ul style="list-style-type: none"> - Dentro do conceito de evolução há muitas ideias. - Controvérsia não é apenas uma polarização entre duas proposições opostas, mas as relações entre diversas ideias. - Concepções de Darwin eram revistas e utilizadas para categorizar as raças humanas em inferiores (primitivas) e superiores (civilizadas): o racismo é uma cultura que foi criada com base na ciência.
LIMA & HOCHMAN (1996)	<ul style="list-style-type: none"> - Relação entre ciência, medicina e políticas públicas: o poder de ideias higienistas e eugenistas para configurar pessoas, sociedades e cidades; medicalização da vida: controle dos corpos.

	<ul style="list-style-type: none"> - Ciência capaz de curar uma nação? - Questionar a ciência como a verdade. - Medicalização da infância – diagnóstico banalizado de distúrbios de atenção e hiperatividade e a medicalização generalizada.
--	---

Fonte: Quadro elaborado para a dissertação

Por esse quadro pudemos perceber a diversidade de assuntos, temáticas, conceitos e percepções tratados nas aulas. Enfatizamos que justamente é essa variedade que favorece a construção de concepções acerca das ciências. Falar em ciências significa admitir pluralidade ao reconhecer singularidades. No entanto, ao restringir seu significado, ou determinar sua natureza, exige a busca por constantes e regularidades. Refletindo sobre esses pontos, deflagrados a partir da elaboração do Quadro 1, preparamos a Aula Síntese. As reflexões e discussões dessa Aula Síntese, disparadas pelas sistematizações dos assuntos e conceitos trabalhados na disciplina, são o ponto de partida de nossa análise.

Nas últimas semanas do curso, em reuniões entre professora e pesquisadora, consideramos importante compartilhar as análises iniciais da investigação com o grupo de alunos. Retomar essas percepções seria enriquecedor para os próprios estudantes, porque eles abriram espaço para que a pesquisa pudesse acontecer e tinham o direito de ter acesso ao encaminhamento de nossa investigação. Essas sínteses foram de extrema importância tanto em termos didáticos, para a retomada de conceitos principais sobre ciência e ensino, abordados no curso, quanto para nossa própria revisão sobre ponderações e conceitos estruturantes da disciplina e da pesquisa. Isso foi possível pela participação ativa dos alunos ao opinarem sobre análises feitas até ali, contribuindo e ampliando com nossos entendimentos. Realmente, essa colaboração dos estudantes possibilitou o amadurecimento das compreensões e do olhar para elementos e aspectos que ainda não estavam contemplados.

Na Aula Síntese, ao apresentar as percepções ao grupo, optamos por utilizar dinâmicas parecidas com as quais os estudantes haviam escolhido para a exposição de seus seminários – apresentação de power point, com elementos e exemplos externos ao conteúdo propriamente dito, que ajudassem de maneira ilustrativa a compreender os conceitos que pretendíamos retomar naquele momento.

Para iniciar a comunicação sobre as concepções de ciência e suas imbricações, utilizamos uma metáfora. A ideia foi apresentar uma parábola do folclore hindu, de

tradição oral¹⁹. Essa é a história de um vilarejo que recebeu um comerciante que passava por ali, montado em um elefante. Foi a primeira vez que todos viram aquele animal, ninguém sabia o que era aquilo, então chamaram os sábios do local para averiguarem. Como eles eram cegos, trataram de conhecer a novidade, cada um apalpando uma de suas diferentes partes. O sábio que tocou na barriga afirmou que se tratava de algo forte como uma muralha; o segundo discordou, pois ao tatear as presas teve certeza da precisão do animal, como a de uma lança; aquele que acariciou a tromba disse deveria ser um parente da serpente, portanto muito esperto; pelo rabo, outro sábio pensou que era maleável e resistente como o cipó. E assim, um por um, foram descrevendo o que encontravam. Depois de um tempo de discussões e controvérsias, perceberam que o elefante, como um todo, é constituído por diversas partes e que a composição de todas elas é que caracterizam aquele ser como ele é.

Figura 3: Escultura hindu apresentada aos estudantes

Fonte: foto retirada do site www.humanomics.co.

O propósito de abordar essa parábola com os estudantes foi aquecer o debate acerca da noção de ciência como um conjunto de diversas partes que, em relação, constituem um todo. Referindo-nos à disciplina, reconhecemos que não houve um único

¹⁹ Esse conto foi retomado por minha memória afetiva, pois o escutei quando era criança. No entanto, encontrei aqui um novo sentido para o que parecia apenas uma história, ressignificando e atribuindo valores à sua moral.

momento em que se tratou de explicar o que é ciência, mas durante o curso, fomos construindo, “apalpando” algumas de suas características com a intenção compreender a ciência como um todo. Seguindo essa ideia, imaginamos que a partir do contato entre diversas concepções de ciência, poderíamos encontrar sua definição. Ou melhor, é por esse conjunto de concepções que a ciência se circunscreve, de maneira análoga ao conceito de elefante na parábola, que pode ser compreendido pela reunião de suas partes.

Para organizar esse debate acerca do conceito de ciência, apresentamos aos alunos o quadro a seguir (Figura 4), com a intenção de que a turma pudesse reconhecer a ideia de que o conceito de ciência se constrói por diversos aspectos, atrelados entre si. Ele foi elaborado por palavras-chave, recorrentes, levantadas a partir das falas dos estudantes, apresentando variados conteúdos, debates e dimensões.

Figura 4: Panorama concepção de ciência – versão inicial.

Fonte: Elaborado durante a dissertação.

Apresentado esse quadro aos alunos, foram debatidos dois pontos principais. O primeiro seria se essa ideia de ciência como uma composição de diversos elementos, repleta de conceitos, concepções e suas interações fazia sentido, se era possível compreender nossa intenção de abordar as percepções construídas na disciplina por

meio dessa imagem. Os estudantes concordaram e gostaram dessa maneira de olhar para a ciência como uma abordagem complexa, circunscrita por diversos aspectos.

A segunda questão trabalhada foi se eles reconheciam suas compreensões nas palavras apresentadas, ou melhor, se nessa imagem todos os aspectos debatidos ao longo da disciplina estariam contemplados. Nesse momento, alguns concordaram, mas outros sugeriram novas temáticas e conceitos a serem incorporados no quadro. Após a rica discussão e as contribuições, o panorama foi modificado, apresentando a seguinte imagem final, sendo que em vermelho estão as novas ideias, sugeridas pelos alunos, sujeitos da pesquisa.

Figura 4: Panorama concepção de ciência – segunda versão, contemplando contribuições dos estudantes, em vermelho.

Fonte: Elaborado durante a dissertação.

Além da apresentação do quadro de conteúdos, essa aula foi fundamental como articuladora de debates, contemplando considerações dos alunos sobre seus conceitos e práticas como docentes, sobre expectativas anteriores à disciplina, potencialidades dos encontros com colegas de diversas áreas, proveitos dos estudos do meio, entre outros aspectos que validaram as reflexões e experiências proporcionadas como positivas e formativas em seus percursos acadêmicos e trabalhos como professores. Não sucederam

colocações discordantes, mas nem todos os alunos contribuíram com suas opiniões – não era uma proposta obrigatória. Por mais que não se possa afirmar que houve consenso, é razoável inferir que os próprios alunos reconheceram contribuições das discussões em suas formações como educadores.

A partir da revisão dessas palavras, buscamos organizá-las para avançar com as análises, sem utilizar a ideia de categorias. Reconhecemos, então, concepções de ciência que abordam algumas desses vocábulos, sendo que em muitos casos, um termo poderia pertencer a mais de uma concepção. Ou seja, são partes do conceito de ciência, como o rabo, as presas e as patas do elefante o constituem. Acomodar as análises em categorias mostrou-se um processo ineficiente, uma vez que seriam muito dependentes umas das outras, cheias de cruzamentos e intersecções. Caracterizamos as concepções de ciência e ensino de acordo com os debates teóricos constituídos nas áreas de História da Ciência; de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e da Ciência como Cultura. Também trabalhamos com as relações elaboradas entre história da ciência e história do ensino científico.

A seguir, analisamos em mais detalhes como essas concepções de ciência foram construídas durante o curso, relacionando-as à bibliografia da área e aos referenciais da educação científica. Sintetizamos algumas representações mais significativas que exploram concepções de ciência e ensino argumentadas a partir das falas e dos recursos didáticos elaborados pelos estudantes. Vale ressaltar que consideramos mais significativas as falas que já apresentam relações com o ensino. As palavras do quadro exibido acima aparecem em *itálico* ao longo desse texto, a fim de facilitar sua identificação.

4.1 Ciência e sua historicidade

Durante a discussão na Aula Síntese, a professora perguntou à turma sobre quais relações eles poderiam estabelecer a partir desse quadro (Figura 1) com suas formações e com a atividade docente em sala de aula. Uma aluna respondeu:

na sala, o professor não vai ter tempo de explicar todas as revoluções científicas. Mas pode deixar claro que isso existe. O fato de você saber que existe uma história muda sim a forma como você vai ensinar às crianças. Existe uma história por trás, muda o olhar. Devemos pensar em métodos que considerem essa possibilidade.

O reconhecimento do **caráter histórico da ciência** favorece a identificação dos processos científicos. Pelas palavras de outra pedagoga em formação:

a contextualização histórica de cada marco da ciência faz a gente refletir (...) é um pano de fundo para pensar se um determinado conhecimento só surgiu agora ou se já havia surgido antes, mas só agora a sociedade permitiu que isso fosse discutido... Nos ajuda a refletir sobre a construção da ciência.

Nessas falas encontramos uma concepção de ciência em sua historicidade, ou seja, a noção de que a proposição científica deve ser compreendida em seu contexto histórico e em processos de construção do conhecimento assimilando as transformações científicas às dinâmicas sociais, mobilizadas por interesses políticos e econômicos. O desenvolvimento processual da ciência foi bem expresso nessas falas e mostra que para entendermos as teorias e práticas científicas devemos tratar o período histórico em sua complexidade. Na primeira aula, uma aluna de pedagogia, que já teve experiências prévias com o ensino de matemática em sua iniciação científica, expressou noções de historicidade em ciências:

acho importante estudar a história da ciência, porque muda não só o conteúdo, mas a forma como você trabalha. Até pessoalmente mesmo, às vezes a gente acha que as coisas vêm prontas, que a ciência vem pronta, porque as coisas foram apresentadas dessa forma na escola. Quando você estuda história da ciência, percebe que não é isso, que as coisas foram construídas historicamente. Então às vezes não faz sentido apresentar os símbolos prontos para as crianças. O que é óbvio para os professores não é óbvio para as crianças. É difícil, mas é importante tentar pensar em atividades que façam passar, não pelos mesmos processos do homem, mas por processos semelhantes.

Reconhecemos nessas três falas que o caráter reflexivo da história da ciência vivenciado pelos alunos é potente também para servir como um referencial metodológico em suas práticas de ensino. Ou seja, essas reflexões não estão apenas em um âmbito teórico, mas já são disparadoras para os professores em formação pensarem em suas práticas.

Uma das intenções da professora ao organizar a disciplina em duas partes foi ressaltar um debate importante acerca da natureza da ciência. Como já citado, o primeiro bloco tratou da Revolução Científica e da constituição de ciências como física, astronomia, engenharia, durante a Idade Moderna entre os séculos XVI e XVIII – analisaremos essa temática posteriormente –, enquanto no segundo foram priorizados textos e debates acerca das Ciências Históricas (da vida e da Terra), como biologia e

geologia criadas no final do século XVIII e desenvolvidas durante o XIX. O propósito da professora era enfatizar que a ciência não é uma só, mas que cada área tem suas particularidades.

Em sua obra, Mayr (2005) defende a importância de que se reconheça a ciência em sua pluralidade, salientando a ideia da biologia como uma ciência única, pois se constitui por singularidades, diferenciando-se de outras ciências. Ao estudar a vida, é preciso considerar que cada indivíduo tem suas características próprias e que o acaso é fenômeno determinante na sobrevivência e reprodução dos seres vivos. Essa noção contrapõe-se, por exemplo, às leis universais, generalizações e previsões estabelecidas pela física. As ciências históricas também tem um forte componente social, pois, muitas vezes, os fenômenos possuem causas antrópicas, como o aquecimento global e as mudanças climáticas.

Essas ciências ganham destaque no século a partir do final do século XX, porque trazem novas formas de ver o mundo e a relação da humanidade com o planeta, a utilização de recursos naturais e a viabilidade da permanência das civilizações e suas relações com outras espécies. Sua metodologia baseia-se em constantes analogias entre passado e presente, utilizando o raciocínio dialético, ao invés do cartesiano.

Durante a disciplina, reconhecemos o processo de construção da concepção da historicidade da ciência, em que foi possível traçar analogias entre a ciência desenvolvida atualmente e nos contextos históricos estudados nas aulas, apresentando abordagens diacrônicas da história da ciência na construção conceitual. Neste sentido, foram mobilizados muitos conceitos científicos, como o *tempo*, abordado em uma aula expositiva e retomado em outras que trataram do tempo geológico como conceito essencial para a construção do conceito de *evolução*, ambos estruturantes das ciências históricas da natureza e retomados pelos alunos na Aula Síntese.

Para iniciar o seminário acerca das ideias de Mayr (2005), a professora da disciplina recorreu aos debates sobre conceitos de tempo geológico, a partir do trabalho de Pedrinaci (1993), que usa esses conceitos no ensino. Segundo sua visão, o conceito geológico de tempo depende de quatro aspectos. Em contraposição às ideias fixistas – de que Deus criou a Terra e os seres vivos com perfeição e, portanto, tudo está igual até hoje, estaticamente –, o primeiro deles refere-se à ideia de transformação ao longo do tempo. Assim, cada momento histórico é diferente dos demais e é possível estabelecer comparações entre presente e passado a fim de reconhecer processos de mudanças. Esses, por sua vez, são identificados pelos vestígios, fósseis, marcas deixadas na crosta

da Terra e até na própria história dos indivíduos, considerados, então, como documentos históricos e científicos. A maneira de interpretá-los e explicá-los também se modifica historicamente, sendo atualmente reconhecidos como marcas registradas que favorecessem a compreensão dos processos de transformação ao longo do tempo – essa ideia apareceu no final do século XVII, com os estudos dos estratos de Nicolas Steno (1667). Ou seja, se as rochas trazem formas fixadas, resultantes de processos e eventos desenvolvidos ao longo da história da Terra, e impressos na crosta terrestre através de fósseis, rochas ou feições morfológicas, é trabalho do geólogo interpretar tais feições e seus significados.

Essa análise é feita por ações comparativas, de correspondência entre objetos do presente e do passado, desenvolvendo sequenciações causais, a partir de lógicas internas que estabeleçam ordem entre os eventos. Por exemplo, pelo trabalho iniciado por Steno (1667), percebeu-se que as rochas não foram construídas apenas no momento de formação da Terra, mas que foram se sedimentando acumuladamente em diversos momentos da história da Terra, sendo assim, algumas são mais antigas do que outras. A ordem da sobreposição indica a sequência de formação e seria possível organizá-las de acordo com a cronologia relativa e critérios espaciais e temporais.

Finalmente, um elemento fundamental que rompe de vez com as ideias fixistas é fator do acaso. Diferentemente de campos como a física e a astronomia, as ciências históricas não são definidas por grandes postulados ou leis universais que possam generalizar fenômenos, nem se podem prever eventos futuros com certezas unânimes. No caso da biologia, por exemplo, não há certezas com relação a características de herdeiros, sendo que transformações espontâneas são presentes nesses processos, há apenas probabilidades. Além disso, a ideia do inesperado traz também a concepção de ruptura abrupta, ressaltando que as transformações não são necessariamente gradativas, mas podem ser saltos, interrupções causadas por forças imprevistas e por fenômenos descontínuos.

Todo esse debate acerca da concepção de tempo nas ciências históricas é fundamental para instigar o debate acerca das diferenças entre as ciências. Além disso, é base para a compreensão de diversos conceitos científicos, como as teorias evolucionistas de Darwin – conteúdo abordado no ensino, sendo evolução um conceito estruturante, que aparece transversalmente ao longo da Educação Básica, tangenciando também o trabalho dos pedagogos.

É característica dessa concepção de ciência compreender a construção e a circulação de conhecimentos de maneira local, vinculadas ao momento histórico em que se desenvolveu. Tocamos, assim, em uma das ênfases da disciplina que foi abordar a história da ciência no Brasil, com a intenção de valorizar, ou até mesmo perceber a existência da produção científica no nosso país. Esse aspecto, explorado no capítulo 2 – *Referenciais teóricos de história e sociologia da ciência* – também ajuda a circunscrever o conceito de ciência.

Dentre a bibliografia da disciplina, o texto de Domingues e Sá (2003) problematiza as controvérsias com relação à recepção das ideias evolucionistas no Brasil no século XIX. O grupo responsável por veicular o debate travado no texto não se dedicou à simplória explicação dos conceitos, mas precisou retomar várias vezes o contexto histórico para que tal expressão ficasse mais clara. Essa já é a abordagem utilizada pelas autoras, mas vale ressaltar a compreensão por parte dos professores em formação, que demonstraram compreender que as ideias de evolução, origem do homem e teoria das raças naquela época afetaram de maneira significativa a idealização de nação brasileira e os intelectuais que a construíam. Justamente por isso havia muitos interesses em jogo e a incorporação ou repúdio ao pensamento darwinista foi utilizado com diferentes e controversas interpretações.

A elite da época buscava nessas ideias a legitimação de uma diferenciação, uma hierarquização entre os indivíduos e colocou o ideal de civilização como se fosse o ápice da evolução. Esse grupo almejava o fim da monarquia, alegando que representava um atraso econômico, social e político para o desenvolvimento do país. Também reivindicava a queda do trabalho escravo, introdução do trabalho assalariado e a livre concorrência. Então se utilizavam dessas novas ideias evolucionistas para se apropriar e legitimar as intenções que tinham para transformar o país.

A ideia de uma descendência comum colocava a teoria do “sangue azul” em risco e, por isso, a monarquia usaria seu poder, apoiada a nível internacional, para tentar conter esses ideais no campo científico e ideológico. Então, se firmaram sobre as ideias poligenistas, que explicam que distintas raças humanas, ou sub-raças humanas surgiram de pontos diferentes sendo que haveria raças primitivas como as populações negras e indígenas, convivendo com outras mais evoluídas, como a caucasiana. Portanto, as ideias de inferioridade intelectual ocorreriam de acordo com suas origens, hierarquizando grupos sociais como forma de legitimação de ações sociais e políticas.

Retomando o conceito de historicidade e colocando-se de maneira crítica, uma das alunas comentou: “nem parece que estamos falando de antigamente”.

Contudo, no Brasil aconteceu o primeiro exemplo de tentativa de provar as ideias darwinistas, da ocorrência da seleção natural. Esse período de controvérsias marca o desenvolvimento do trabalho científico no país nesse momento histórico.

A continuação desse debate ocorre na aula seguinte, pelo seminário que trata do texto de Lima e Hochman (1996), acerca do movimento sanitarista da Primeira República que, de maneira similar, reconhece a importância do caráter histórico para a compreensão de conceitos científicos. Nesse seminário também está em foco a ênfase ao estudo da história das ciências desenvolvidas no Brasil. Outras análises desse seminário serão elaboradas no capítulo 5 *Relações entre história da ciência e educação*.

Complementando esses textos, o estudo do meio na Pinacoteca e no Jardim da Luz contribuiu com elementos que enfatizam a importância de se trabalhar com a história das ciências no Brasil. Uma das pedagogas em formação levanta o debate com o comentário:

Eu achei legal a parte do Jardim da Luz. A gente estava conversando sobre como as histórias locais se perdem. Sabe... quantas pessoas passam no Jardim da Luz e jamais vão imaginar que aquilo ali foi um jardim botânico, onde as pessoas faziam experimentos científicos, com plantas. Fiquei pensando como isso não é valorizado.

Em resposta, a professora atenta para a afirmação das atividades científicas que ocorrem no nosso país, com o escopo de valorizar tais práticas e de construir uma ideia de ciência menos idealizada:

essa atividade é importante para marcar... Para quebrar essa noção de que a ciência só vem desses grandes nomes europeus ou norte-americanos, reproduzindo essa mesma lógica, mas que a gente pode ter ciência no quintal de casa. Às vezes a gente pode perceber que tem algumas atividades experimentais que estão mais próximas do que a gente imagina. Então estudar a história das ciências de maneira local tira essa noção de que a ciência está muito distante da vida das pessoas. As pessoas podem se aproximar de tudo isso que a gente está falando. A gente está passeando em um lugar que foi uma instituição científica, em que foram feitas investigações ali...

Por fim, destacamos aqui como essa abordagem conceitual, a partir da questão da historicidade, favorece a construção de currículos no ensino superior, como salientado por Maurício Compiani e Pedro Gonçalves (1996). De acordo com os autores, “uno de los problemas más complejos que un docente afronta en la escuela se

deriva de que la enseñanza está directamente vinculada a la comprensión de la naturaleza de los contenidos” (COMPIANI & Gonçalves, 1996, p. 39). Ou seja, é fundamental que os cursos de formação de professores abordem a natureza dos conteúdos e permitam debates mais profundos e não apenas instrumentais, mas que tratem da natureza do conhecimento científico. Na disciplina estudada aqui, verificamos como essa historicidade da ciência possibilitou a compreensão de conteúdos científicos – tempo, processo, evolução – pelos estudantes, de forma complexa, processual e histórica, refletindo também sobre possibilidades para suas práticas.

4.2 Ciência e sociedade

Pelo nosso entendimento a partir do capítulo 2 dessa dissertação, dedicado aos referências teóricos em que nos apoiamos para tentar compreender o desenvolvimento da ciência e suas imbricações com a sociedade, organizamos uma síntese que apresenta aspectos dessa concepção de ciência defendida aqui. Esses aspectos se entrecruzam e são dependentes uns dos outros na concepção de uma ciência socialmente construída na humanidade, em suas diversas civilizações e épocas.

Compreender a ciência de maneira a associar sua produção ao contexto social no qual está inserida surge pela inovadora contribuição dos externalistas, mas vai apurando-se pelas teorias dos próximos autores. Coloca-se em debate a implicação das esferas em dois sentidos. Inicialmente, concebe-se que a ciência é capaz de influenciar a sociedade e gerar conhecimentos, tecnologias e produtos que circulem entre a população para o desenvolvimento e progresso da civilização. Mais adiante, com a ideia do *étos* científico, Merton ([1936], 2013) afirma como o conjunto de valores, normas e atitudes de um determinado grupo social – os puritanos – assentou-se, marcando o processo de consolidação da ciência, contribuindo com a caracterização de elementos do regulamento. A partir de seus desdobramentos, reconhece-se que não apenas a ciência é capaz de influenciar a sociedade, mas valores e concepções de congregações sociais interferem no funcionamento da ciência.

Com o avançar dos debates sociológicos, as relações entre ciência e sociedade vão se aproximando tanto até que se evidencia a ideia de que estão em constante (re)construção e em interferência mútua (PESTRE, 1996). Aprofundando um pouco mais, não apenas a sociedade civil é causa e consequência do processo científico, mas

também estão implicadas as esferas política, econômica, midiática, educativa, ideológica neste processo. Ou seja, a ciência faz parte da cultura na qual se insere e é responsável também por reproduzi-la em uma fortíssima relação de articulação e de interesses, controlada principalmente pelo viés econômico – financiamento ou não de pesquisas para o avanço de determinados setores em detrimento de outros, a fim de obter novos lucros.

Os autores vão apontando relações cada vez mais complexas. Latour desenvolve sua teoria Ator-Rede e Knorr-Cetina, por meio do conceito de arenas transepistêmicas da investigação, defende que já não há mais limites para circunscrever o que é científico e o que não é científico. Pelo termo “transepistêmico”, ela se refere ao processo da consolidação de um conhecimento científico transcendente à ideia de uma comunidade científica formada por determinados especialistas. São diversos os atores – sujeitos humanos e distintas tecnologias – e suas variadas especialidade que regulam o desenvolvimento das ciências.

Figueirôa (1997) enfatiza que a ciência é parte da cultura como qualquer outra manifestação, e não se diferencia nem carrega um *status* superior epistemologicamente em relação a outros conhecimentos culturais. Além disso, a ciência não ocorre em um vácuo social, pelo contrário, está contida em intrínsecas relações com elementos das esferas cultural, política, social e econômica do contexto no qual está inserida e o qual também constrói. Caracteriza a ciência como

uma atividade exercida por seres humanos agindo e interagindo; portanto uma atividade social. Seu conhecimento, suas afirmações, suas técnicas foram criados por seres humanos e desenvolvidos, implementados e compartilhados por grupos de seres humanos. Conhecimento científico é fundamentalmente, portanto, conhecimento social. Como atividade social, a ciência é claramente um produto da história e dos processos que ocorreram no tempo e no espaço envolvendo seres humanos. Esses autores tiveram vida não somente na ciência, mas nas sociedades mais amplas das quais eles eram membros” (FIGUEIRÔA, 1997, p. 20).

Dentro dessa concepção de ciência cabe aferir como os autores foram tecendo suas compreensões acerca do funcionamento da ciência. A originalidade do trabalho de Kuhn ([1963], 2013) está em sinalizar que a ciência não ocorre por meio de uma construção linear, progressiva, de acúmulo de conhecimento, mas ela é demarcada por rupturas: as revoluções científicas. Mesmo assim, o autor assume que, uma vez instalado o novo paradigma, a ciência volta a se normalizar, a comunidade científica

trabalha com tranquilidade, por meio do consenso e o ensino científico se coloca a favor do que se instala.

No entanto, outros autores refutam essa ideia, argumentando, justamente, sobre outros elementos sociais que vão além daquela hipotética comunidade fechada e autorregulada. Assim, não se trata mais da ideia de rupturas e busca por novas estabilidades. Pelo trabalho de Bloor, o olhar do investigador da ciência transforma-se e busca compreender também erros, falhas e insucessos de cientistas na história. Outros autores, similarmente, começam a assinalar o que denominamos como mais um dos aspectos fundamentais na elaboração dessa concepção de ciência. É marcante no desenvolvimento das ciências a forte presença de *controvérsias, disputas e negociações*.

Investigando sociologicamente o laboratório, Latour e Woolgar ([1979], 1997) reconhecem as disputas entre equipes de cientistas em uma corrida para conquistar maior legitimidade. Por estarem nessa competição, os profissionais precisam desenvolver novos instrumentos e técnicas que os ajudariam a avançar ainda mais. No entanto, concomitantemente, essa produção de novos conhecimentos e materiais é consequência desse progresso. Ao fazer esse experimento sociológico deflagram que a importância das competições e negociações não é apenas como um detalhe do trabalho do cientista, mas torna-se força motriz para o surgimento de novas proposições e tecnologias, desenvolvendo práticas e conhecimentos: produtos científicos.

Pensando ainda sobre as disputas, mais uma vez o conceito de arenas transepistêmicas da investigação é retomado, mas com o foco na noção de “arena”, espaço de desentendimentos, conflitos, embates, mas também de acordos, alianças. Precisamente, pelo fato de a ciência ser uma atividade cultural e influenciada por outras esferas sociais, surgem diversas controvérsias. É comum encontrarmos em trabalhos de historiadores da ciência essa característica. Além disso, os próprios autores aqui apresentados colocam ideias que se contrapõem entre si.

Todo esse debate só faz sentido quando a base fundamental da discussão está na reflexão acerca da qualidade de *verdade* das asserções científicas – mais um aspecto em cruzamento. Novamente, há divergências sobre isso ao longo dos anos. Mesmo assim, é possível reconhecer alguns consensos. É perceptível o processo em que a ideia de que o conhecimento científico deve traduzir uma verdade sobre a natureza vai aos poucos sendo modificada, chegando à noção de que o conhecimento científico é uma leitura e parcial da realidade e que adquire o caráter de *credibilidade, legitimidade*, e não mais os atributos de verdadeiro, dogmático e único. Isso se dá justamente pela complexidade e

entrelaçamento dos aspectos apresentados até aqui: pelas imbricações entre as esferas social e científica, somando à questão das disputas e controvérsias, o conhecimento científico é produto de investigações vitoriosas, algo em que os cidadãos acreditam com convicção, o que não significa que seja uma proposição verdadeira, mas um recorte legitimado por especialistas e seu entorno, de acordo com seus *interesses*.

Por seu princípio da imparcialidade, Bloor compreende que investigar sobre o desenvolvimento da ciência deve passar pelos êxitos científicos, mas também pelos insucessos. O conhecimento que, até então era considerado como errado, falho, falso também faz parte do desenrolar da ciência. Latour ainda acrescenta a ideia de que cientistas buscam convencer a si mesmos e aos outros acerca do valor daquele conhecimento científico que está sendo gerado. Eles precisam de pares para legitimar suas produções. Sinaliza, então, a importância do ensino e de manuais que reiterem tais proposições, a fim de torná-las cada vez mais consolidadas, ou seja, críveis. Nesse ambiente marcado pelas rivalidades e competições, ocorre o ciclo de credibilidade, em que o cientista – ou sua equipe – precisa ser capaz de transformar a credibilidade, que acaba de gerar por um de seus produtos, em capital para reinvestir nas próximas pesquisas.

Pela concepção de Knorr-Cetina (1996), a credibilidade ultrapassa a questão do crédito, enquanto concepção financeira. A autora insiste nas marcas contingente e contextual em que os conhecimentos são gerados e sustentados. Frisando mais uma vez as fortes imbricações entre as esferas social e científica, somando à questão das disputas e controvérsias, o conhecimento científico é produto de investigações vitoriosas, algo em que os homens creem com confiança.

Pela perspectiva de Shapin²⁰ (2013), o conhecimento só adquire credibilidade em uma circunstância social, dependendo do consenso de uma *comunidade*, definitivamente marcada por determinados tempo, espaço e sujeitos envolvidos nessas atividades. Ou seja, essa credibilidade é o produto de certas práticas sociais, contextualizadas em culturas específicas e dadas por seus respectivos sujeitos. Então, para avaliar a credibilidade de uma proposição científica é fundamental verificar os espaços, épocas, indivíduos e instituições na qual foi desenvolvida. Contudo, o autor assinala que, por mais que nos campos da sociologia e da história da ciência esse processo de transformação da qualidade de verdade em credibilidade venha sendo

²⁰ Além da obra abordada nesta dissertação, recomendamos seu trabalho *A Social History of Truth* (1994) para o aprofundamento nesta concepção de ciência.

debatido, para a sociedade e muitos cientistas, a imagem da ciência permanece como detentora da verdade, autoridade, reveladora de mistérios.

Em 2004, a Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência, entrevistou Shapin e uma de suas problematizações refere-se a críticas que são feitas ao trabalho do autor, caracterizando suas ideias demasiadamente relativistas e como se não tratassem a ciência como mais verdadeira do que outras formas de conhecimento. Então o sociólogo responde:

esse debate sobre o relativismo é longo e tem horas que parece ter virado um tipo de trauma de guerra. Não sou relativista no sentido de que todas as opiniões se equivalem. Meu relativismo é metodológico, pois acho que esta é a melhor forma de se buscar compreender a história das diferentes ciências. O exame das ideias, sem julgá-las de antemão como verdadeiras ou falsas, não é inócuo nem maléfico, ele é essencial. (SHAPIN, 2004, p. 159)

Na disciplina de história das ciências para educadores em formação, um dos recursos muito interessantes e eficazes na comunicação dos conceitos foi utilizado pelo grupo que tratou das ideias de Shapin acerca da construção social da verdade. Recorreram à análise de publicidades comerciais para explicar como a ciência depende da credibilidade para se sustentar na sociedade. Ao buscarem pela expressão “cientificamente comprovado” na plataforma Google, selecionaram exemplos de propagandas de emagrecimento, produtos para crescimento capilar e medicamentos para a impotência sexual, evidenciando a importância dos cruzamentos entre ciência e problemas cotidianos. Nesse primeiro exercício, os estudantes começam a esboçar dois dos aspectos que abordamos na síntese anterior. Em primeiro lugar, só essa afirmação “cientificamente comprovado” já é em si um termo muito reconhecido e muito aceito como argumento verdadeiro, que autoriza a ciência a ditar como os corpos devem ser e, se não o são, como seria possível remediar, sem abrir para discussões que venham a contrapor os cientistas. Além disso, a partir do momento em que eles escolhem essas imagens do dia a dia, enfatizam também a proximidade entre o trabalho científico e a sociedade, salientando a mútua influência entre os dois.

Dando continuidade a esse argumento e aprofundando um pouco mais, destacaram em especial uma imagem da década de 1940 (Figura 6) em que médicos recomendam os cigarros Camel, legitimando e dando credibilidade ao produto e, especificamente, a essa marca. A tradução em português é “de acordo com repetidas pesquisas nacionais, mas médicos fumam CAMELS do que qualquer outro cigarro”.

Figura 6: Publicidade antiga escolhida por grupo de alunos

Fonte: site www.wonderland.co.uk.

Os estudantes explicitaram o interesse econômico das indústrias de cigarro na compra e utilização desse objeto e deflagraram a intenção de que essas atividades fossem validadas por um especialista, quem mais entende de saúde: o médico, utilizando seu jaleco branco, o cientista. Além do mais, o efeito do uso desse slogan para evidenciar o caráter contingente da verdade está na contradição exposta pelo tempo. Isto é, naquela época os médicos, autoridades no assunto, validavam determinada prática social, mas atualmente essa atividade não é mais vista como culturalmente importante, nem é ligada à saúde – pelo contrário, está associada à doença. Essa estratégia favoreceu a compreensão do conceito de credibilidade, evidenciando forte entrelaçamento entre ciência e sociedade.

Além disso, a propaganda de cigarros principalmente ajudou a causar certo impacto na imagem seguinte, quando o grupo apresentou uma propaganda contemporânea (Figura 7), mas muito semelhante, em que dentistas, também vestidos com seus aventais limpos, recomendam certa marca de cremes dentais, com texto muito similar. A tradução do *slogan* para o português é “usado pelos dentistas em todo o mundo”.

Figura 7: Publicidade atual escolhida por grupo de alunos

Fonte: site www.oralb.co.za.

Essa estratégia do distanciamento e logo uma reaproximação dos dias atuais contribuiu para sensibilizar a percepção de que, até hoje, a ciência se consolida pela credibilidade dos próprios especialistas, mas que precisa estar vinculada sempre à confiança da população em geral. Por mais que o produto seja outro e que as empresas com o investimento financeiro mudem, a ciência continua dependente – ou inserida – em uma sociedade, sendo que uma está a serviço da outra.

Durante a apresentação das publicidades e debates acerca delas, houve diversos momentos em que ouvimos risos na turma, o que reconhecemos como certa cumplicidade, tornando os recursos utilizados pelo grupo eficazes em sua comunicação e principalmente, na apropriação do conceito de credibilidade. Além disso, essas manifestações podem ser compreendidas como alguma sensação de identidade, quando os estudantes percebem como eles mesmos estão inseridos nessa sociedade, causa e consequência da ciência, ao utilizar o termo “cientificamente comprovado”, ou ao validar slogans desse tipo de propaganda. Afinal, nada mais cotidiano do que cigarros e creme dental.

Assim como nesse exemplo, houve diversas situações em que os professores em formação reconheceram os interesses sociais, econômicos e políticos por trás de trabalhos científicos – apontamos essas relações ao longo deste capítulo. Além desse aspecto, a ideia de controvérsias nas ciências também foi marcante na disciplina.

Como mencionado anteriormente, o seminário sobre o capítulo de Domingues e Sá (2003) aborda os embates entre diferentes grupos sociais com relação à compreensão das ideias evolucionistas. O grupo marcou como ideia principal do seminário: “Evolucionismo em alta! Mas dentro do conceito de evolução muitas ideias de evolução

eram debatidas. Controvérsia não é apenas uma polarização entre duas proposições opostas, mas as variadas relações entre diversas ideias”. Também favorecem a discussão desse ponto os textos de Abrantes (1998), Lopes (2005) e Lima e Hochman (1996), que serão analisados posteriormente.

Na Aula Síntese, referindo-se às contribuições da disciplina para a compreensão do conceito de ciência, uma aluna comentou “ficou uma visão mais democrática, menos mítica. Ajudou muito nessa questão de conscientização, de como a ciência é utilizada... De que existem interesses políticos...”. Outra colega se coloca:

eu acho que isso ajudou a gente a ter uma consciência mais forte, mais crítica com relação à ciência que a gente ensina. É que a gente passa conhecimentos como se fossem verdades absolutas, às vezes sem consciência de que eles são alteráveis, de que não foi sempre assim. É bom para a formação, pelo menos na pedagogia.

Com essa fala, a estudante, além de reconhecer a transitoriedade das ciências, apontou a importância dessa criticidade para relações com sua formação docente, atingindo também sua prática como professora. A intenção da disciplina foi justamente essa, a partir de textos e discussões que contemplassem essa permeabilidade entre as concepções de ciência e crítica e a atividade docente.

4.3 Ciência como cultura

Outra concepção que consideramos fundamental para essa elaboração complexa acerca da ciência foi sendo tecida durante o desenrolar destas análises: o reconhecimento da **ciência como cultura**. Trata-se de mais um conceito que vai paulatinamente se transformando nas concepções de ciências, pelas diversas percepções dos autores. Já não consideram apenas as hipóteses, teorias e experimentos como manifestações científicas. As ciências ocorrem por um conjunto de diversas *práticas científicas*. Essa constatação é base para as análises elaboradas pelos historiadores das ciências e pode contribuir com as reflexões dos professores ao ensinar e conceber a educação como processo social. Coletar, observar, mensurar, cultivar, experimentar, registrar, selecionar, produzir dados, excluir dados, classificar, nomear, desenvolver tecnologias (materiais, sociais, literárias), transportar, negociar, argumentar, discordar, investigar, relacionar, divulgar entre tantas outras ações constituem o fazer científico.

Elas podem ocorrer em múltiplos espaços, como o laboratório, o campo, o gabinete, a indústria, a escola, a mídia e muitos outros.

Então, a intenção de estudar a ciência por esse propósito não seria focar em grandes teorias científicas, mas reconhecer a história institucional estabelecida por seu conjunto de práticas e *técnicas*. Uma vez que essas práticas ocorrem por sujeitos históricos, em espaços sociais, a ciência é também cultural. Pela perspectiva de Maria Eduarda Santos (2009), conceber a ciência como cultura é

[...] erguer uma ponte, em termos culturais, da comunidade científica para o cidadão comum - uma ponte ajustada ao exercício da cidadania que interligue cultura científica, cultura do fazer, cultura humanística e cultura de massa. Esta ponte requer uma reflexão sobre de que é que falamos quando falamos de cidadania, uma vez que toda e qualquer cidadania é um conceito em construção historicamente situado. [...] Com a ciência como cultura, a meta é ultrapassar modelos universais da razão e de imperialismos culturais. Para além dos aspectos científicos e tecnológicos de cada situação, contempla os seus aspectos culturais, éticos e políticos. Recusa a lógica da monocultura da ciência moderna. Rejeita a aceitação acrítica da autoridade da ciência e da tecnologia. Com ela renasce a esperança em frutuosas formas de mudança conceptual que tenham em conta as ideias prévias dos cidadãos, a cidadania ambiental e frutuosas interações (SANTOS, 2009, p.53).

Com esse trecho, a autora enfatiza que conceber ciência como cultura favorece o rompimento da ideia de que a ciência seria a única forma de conhecimento legítimo, repudiando assim a falsa potencialidade da ciência colonizadora. Pelo contrário, e em diálogo com o que foi apresentado no capítulo 1, verificamos que por essa concepção no ensino, o aluno e cidadão pode se apropriar criticamente do conhecimento científico, uma vez que vincula a prática científica a aspectos sociais, políticos e econômicos, ou seja, culturais.

Durante a apresentação do artigo *Culturas das Ciências Naturais*, de Margaret Lopes (2005), as alunas realçaram a importância das técnicas para o desenvolvimento da ciência e a percepção de que essas práticas partem de construções históricas e interessadas não são triviais. No que elas interpretaram como uma “história da história natural”, destacaram o olhar da autora para controvérsias e disputas entre sistemas de classificação de objetos da botânica, principalmente com a intenção de avançar com o estudo sobre vegetais que pudessem ter utilidades sociais e econômicas importantes, como plantas medicinais e gêneros comerciais.

Complementando as discussões teóricas sobre sistemas de classificação definidos por um ou outro naturalista e seus discípulos, as alunas ressaltaram a relevância das práticas e das técnicas para a ampliação dessa ciência. Afirmam que, pela perspectiva histórica apresentada pela autora, o desenvolvimento dessas atividades foi fundamental para o avanço do estudo da botânica. Com a multiplicação dos herbários, por exemplo, se fez necessário aperfeiçoar métodos para coletar e conservar um objeto de estudo de modo que perdurasse por mais tempo.

Buscando ir além do conteúdo literal do texto, as estudantes levantaram uma discussão com os colegas sobre a importância de se aprimorar uma percepção reflexiva com relação às construções de classificações, que foram elaboradas há séculos, em contextos específicos e permanecem até os dias atuais. Por mais que aparentem ser naturais, esses agrupamentos foram criados com critérios parciais e estão cheios de interesses e significados por trás. Assim também ocorre com o processo de nomear novas espécies, ou outros objetos da ciência:

a gente só acha trivial porque alguém fez essa classificação e conseguiu deixar estabelecido assim. Mas é importante perceber a pluralidade: não é uma ciência, mas são ciências; há muitos cientistas que pensam de muitas formas diferentes. (...) Tem uma lógica por trás, até dos nomes que são dados hoje em dia, que não é simples nem trivial, mas tem uma origem muito antiga.

Nesse debate, o grupo também chamou a atenção para os sistemas de classificação e organização de informações atuais, ferramentas tecnológicas como mecanismos e servidores de busca (principalmente o Google), filtros de pesquisa, comandos localizadores de palavras em textos. Ressaltaram a importância dessas práticas e também o caráter não trivial do funcionamento delas. “Só é possível fazer a busca, dependendo de como foi organizado, classificado, padronizado. Não é possível ‘dar um Ctrl+L’ em uma foto, só é possível usar essa ferramenta em um texto. Esse comando não funciona nessa categoria”.

Durante essa discussão sobre práticas de classificação na história natural, um aluno, que estava assistindo a apresentação, estabeleceu uma nova relação, atentando para a questão da organização dos elementos químicos:

o que me chamava atenção quando eu era aluno do Ensino Médio era a questão da lógica da organização da tabela periódica, de maneira que surgiam uns buracos com elementos ainda não descobertos. Esse ‘ainda não descoberto’ é muito interessante. A gente perguntava pro professor como ele existe na tabela, se ainda não foi descoberto...

Em seguida, trouxe mais um exemplo de outra especificidade, o caso do QRCode, como uma evolução do sistema de classificação e que depende de outras tecnologias, demonstrando sua compreensão de que o debate não era apenas sobre o sistema de classificação da botânica; mas que esse aspecto de classificar, nomear como uma atividade humana construída socialmente é um aspecto constituinte da ciência como um todo e contribui para a concepção de ciência como cultura. Por essa e outras situações parecidas, é possível caracterizar um olhar vertical para o aspecto da ciência, como evidenciou uma das estudantes, “classificação de qualquer coisa e que acontece toda hora é uma construção humana”.

Assim como nesta situação, outros grupos se utilizaram de diversos recursos para abordar a concepção de ciência como cultura. O texto de Rossi (1989) associa história cultural e história das ciências ao problematizar a Revolução Científica, defendendo a tese de que a experimentação, ou empirismo característico desta, foi resultado dos saberes práticos advindos dos artesãos, engenheiros e artistas desde o Renascimento em aproximação com o trabalho dos filósofos. O grupo responsável por esse seminário abordou a ideia central do autor: a intenção da superação de uma mentalidade que contrapunha radicalmente o trabalho científico puramente intelectualizado e teórico do conhecimento produzido pelas práticas e experimentações, realizadas manualmente, que até então era considerado hierarquicamente inferior e com status social mais baixo. Por essa antiga perspectiva, considerava-se que o desenvolvimento das técnicas era hierarquicamente inferior e com um status social mais baixo do que as teorias e enunciados sobre a natureza. As discentes reconhecem que o progresso da humanidade e as grandes invenções não são fruto apenas das mediações filosóficas, mas dos conhecimentos produzidos a partir das experiências de artesãos, ateliês de artistas e operadores de máquinas militares. Um de seus principais argumentos foi que a formação desses profissionais ocorria nos ateliês, onde se ensinava pintura, escultura, anatomia, ótica, geometria, cálculo e perspectiva, afirmando-se como um espaço único, em que esses conhecimentos e experimentações compunham um só ofício. A partir dessas práticas, esses profissionais também mudam a construção de seu conhecimento, pois eles incorporam a matemática e outros saberes para a explicação de processos. Diferentemente do conhecimento empírico medieval, agora engenheiros e artesãos explicarão seus fazeres.

Além dessa discussão, a partir de um texto teórico, as professoras em formação buscaram contemplar os instrumentos e a formação desses cientistas-artesãos por

diversos recursos. Trouxeram imagens pesquisadas na internet, livros com ilustrações desses objetos científicos e educativos, um vídeo sobre a construção da Capela Sistina e abordaram enfaticamente os trabalhos elaborados por Leonardo Da Vinci. Identificam-no como símbolo dessa quebra da oposição entre as artes mecânicas e as artes liberais, pois teve formação nesses ateliês, de maneira global, inteira, permeada por múltiplas habilidades. Abordaram também exemplos de guindastes e máquinas que inventou, vinculados a observações da natureza. Seu interesse especial por aves deu origem a uma série de invenções relacionadas ao voo: asa delta, helicóptero e paraquedas. Ainda que a maior parte de suas ideias não saíra do papel, as estudantes consideram o valor de suas contribuições justamente por estar mais preocupado com a elaboração do que com a execução de seus projetos. Mesmo assim, reconhecem o caráter utilitário, de resolver problemas da época, como inventos que funcionariam como armas militares ou favoreceriam a construção civil, como guias e a ponte giratória, por exemplo. Apresentaram um vídeo de como seriam esses dois inventos e ainda se preocuparam em exibir o encarte da exposição de Da Vinci no Centro Cultural FIESP, no Brasil, em 2015.

Notamos que, por trazer essa quantidade e variedade de imagens, o grupo sentiu a necessidade de abordar o debate também do ponto de vista da prática. Representar os diversos instrumentos por eles mesmos e não pela perspectiva teórica de um texto histórico – por mais que esse estivesse a favor da valorização da prática na ciência – foi fundamental para explicar o próprio conceito da ruptura da dicotomia entre a teoria e a prática. Quase que de modo metalinguístico.

Ademais do debate acerca da importância das práticas no conceito de ciência como cultura, o grupo aponta fortemente para o atrelamento entre as práticas científicas e as práticas de ensino. Enfatizam a importância do ensino para reiterar, bem como renovar, mas principalmente para construir o conhecimento científico, apontando esta como ideia central do seminário. O ensino é o principal meio de divulgação, de replicação e de aprimoramento das proposições e das atividades consolidadas. Uma das alunas, que já é formada em artes plásticas, detalha:

nos ateliês, eles eram iniciados com trabalhos manuais, todos que eram considerados secundários, como preparar pigmentos, tijolos, enfim, coisas que os artistas mesmos não precisavam fazer. Aqui, ao lado da arte de talhar pedras, da pintura e da escultura, ensinavam-se rudimentos de anatomia, óptica, geometria, cálculo e perspectiva, como se fosse um grande ateliê com todas as pessoas ali dentro

trabalhando. Assim se formavam os pintores e escultores, os engenheiros e técnicos, os construtores de máquinas, nesses laboratórios, ao mesmo tempo oficinas e ateliês de arte.

Percebemos que essa perspectiva marcou profundamente essas professoras em formação, pois na Mostra Interna de recursos didáticos – após dez encontros desde seu seminário – optaram por apresentar um instrumento histórico. Construíram um periscópio adaptado, explicaram sobre seu uso em determinado contexto histórico e o desuso, a partir da criação dos radares sonoros. Ainda que esse tipo de instrumento não seja mais utilizado em submarinos, as pedagogas admitem sua importância para o ensino. O periscópio pode ser elaborado pelos alunos da escola básica para que entrem em contato com a experiência de fazer um instrumento científico, considerando também que seu jogo de luzes e espelhos tem fins didáticos para trabalhar os conceitos de tais propriedades físicas. No entanto, a partir de uma abordagem histórica, e tendo em mente essa concepção complexa de ciência, a atividade pode ir além dos conteúdos utilitários e proporcionar debates de maneira mais reflexiva e crítica com relação à construção da ciência e do conhecimento.

Outro momento em que a concepção de ciência como cultura esteve em foco foi durante o estudo do meio ocorrido na Pinacoteca e no Jardim da Luz. O grupo de estudantes enfatizou a importância do registro como prática científica, comunicadora de conhecimentos e como essa ideia é importante para definir a noção de ciência como um todo. Esse debate esteve presente na aula expositiva da professora sobre os viajantes portugueses e suas expedições durante o final do século XVIII e início do século XIX e foi complementado com as pinturas e gravuras, acervo do museu visitado. Uma aluna chama a atenção para um dos grandes quadros que estabelece uma imagem da colônia luso-brasileira, criada por um homem que não havia visto tal paisagem, fauna, flora e população indígena com os próprios olhos, mas recriara a cena a partir do que vira ou ouvira falar de outros viajantes que por ali passaram.

Achei interessante pensar como eles retratavam aqueles quadros do século XVIII, de uma população que eles não conheciam. Tentavam desenhar parecido com eles mesmos, mas... por exemplo... como a questão da cor da pele era significativa... Na imagem eles tinham feições europeias, usavam até sapato, mas a cor da pele era indígena. Ele imaginava que o índio devia ser um europeu, só que com outra cor de pele. É a imagem de mundo que ele tem.

Continuando o debate, uma colega contemplou outras obras cujos autores estiveram presentes no território americano. Considerando sobre a importância do registro, afirmou:

é bem interessante como nas pinturas eles representavam algumas coisas que existiam na paisagem concretamente, mas também tem outros elementos, que eles montam na paisagem com a intenção de passar alguma mensagem, ou para mostrar qual é o conceito deles daquele lugar. Olhar para as obras e refletir sobre a intenção do pintor e o que ela representa é um exercício do desenvolvimento do olhar que a gente tem que fazer e isso a gente aprendeu na disciplina.

Essa estudante está se referindo às escolhas que os pintores daqueles quadros fizeram e a intenção deles com isto. Ela enfatiza a importância dessas marcas como se fossem documentos, capazes de transmitir conhecimentos ao retratar cenas da paisagem e do cotidiano do “além-mar”. Nessa última fala, identificamos também a associação que a aluna fez com sua própria formação, abordando, ademais, a formação do professor ou do monitor que acompanharia um grupo de alunos, por exemplo. Esse debate se expandiu e será abordado posteriormente, neste capítulo.

Algumas produções acadêmicas contemplam a criação de metodologias do ensino de ciências centradas na construção histórica das práticas científicas. Tatiana Silva (2013) trabalhou com replicação de experimentos históricos no Ensino Médio, defendendo essa prática como ferramenta facilitadora da aprendizagem da teoria de evolução dos seres vivos de Darwin, por uma abordagem reflexiva. Em seu mestrado, Suseli Vissicaro (2014) desenvolveu uma proposta didático-metodológica de construção de conhecimentos científicos para os alunos do Ensino Fundamental I, por meio do trabalho com instrumentos científicos, mais especificamente, objetos utilizados nas navegações marítimas nos séculos XV e XVI. A dissertação de Camila Bandeira (2015) explora a situação de ensino a partir de prática no estudo de campo, valorizando os espaços do jardim botânico e de museus como importantes instituições para o desenvolvimento dos fazeres científicos e de seu ensino. Tais abordagens problematizam a epistemologia das práticas, ultrapassando metodologias de atividades escolares objetivadas exclusivamente na construção conceitual, ou na realização de experimentos de forma prescritiva, dissociadas da teoria. A concepção da ciência como cultura favorece e está diretamente relacionada ao ensino-aprendizagem do conjunto de práticas atribuindo valor a elas, desmistificando a extrema valorização da teoria sobre as atividades manuais. Por essa concepção e por atividades que priorizem esse enfoque, o

professor em formação desenvolve uma compreensão mais crítica, tangenciando também sua atividade docente.

4.4 História da ciência, história da educação e ensino de ciências

Apresentamos aqui mais uma concepção de ciência, que já é em si uma permeabilidade possível a se estabelecer com a esfera da educação. No decorrer da disciplina, foi ficando evidente o forte **atrelamento entre o desenvolvimento científico e a educação científica**, implicando-se e influenciando-se em uma relação que pode chegar ao viés da interdependência. O seminário que tratou do texto de Rossi (1989), apresentado acima, pode também ser iluminado nesse tópico, pois fica claro como a formação nos ateliês contribui tanto para a propagação dos conhecimentos, como para a construção de novos.

Na teoria de Kuhn ([1962], 2013), o ensino, bem como manuais universitários e materiais para esse fim, são fundamentais para o estabelecimento de um novo paradigma, após o período conturbado da revolução. É pelo processo de transmissão de conhecimento que a ciência pode se consolidar ainda mais, formando o olhar dos jovens cientistas de acordo com a nova ciência normal. Aqui também poderíamos incluir os guias para professores como recursos com essa finalidade.

Uma dessas situações ocorreu durante a apresentação do grupo que se dedicou a explicar a teoria de Kuhn. Pela sua compreensão, o paradigma atual é o conjunto de conhecimentos estabelecidos dentro da comunidade científica. A ciência vai caminhando normalmente até que, algumas indagações – que não eram relevantes quando o paradigma foi determinado – começam a ser levantadas, questionando o paradigma vigente, mas não são aceitas de imediato. A ciência passa por um momento de crise, uma revolução. Assim, o grupo reitera a consideração do autor de que “paradigmas são as realizações científicas universalmente reconhecidas que durante algum tempo fornecem problemas e soluções modelares a uma comunidade praticantes de uma ciência” (Kuhn, [1963] 2013, p.29).

Os estudantes acentuam que, com a alteração de paradigmas, surgem novos instrumentos e deve ser ensinada uma nova percepção do mundo e seus fenômenos. O significado dos conceitos muda e é preciso treinar o olhar para começar a entender isso, é preciso estudo e prática. O principal caminho que favorece essa revolução de

paradigma é pelo ensino. Fazendo uma analogia entre a teoria do desenvolvimento da ciência de Kuhn com seu próprio processo de aprendizagem dos conhecimentos científicos, uma das estudantes do grupo comenta: “nas aulas de física, eu não conseguia enxergar nada mais do que uma borracha amarrada em um barbante. Foi preciso treinar o olhar para enxergar o pêndulo, as forças e a tração. Não é fácil aceitar o novo paradigma”. Nesse caso, os alunos sublinharam a importância do ensino de ciências como meio para que ocorram as modificações e rupturas da ciência, bem como o reconhecem como fundamental para instalar normalidades e consensos entre os cientistas. O grupo posicionou-se, comentando que sempre haverá perguntas sem respostas e a humanidade não chegará a um modelo que responda tudo, por mais que algumas teorias busquem isso. A ciência sempre está em construção e depende do ensino para consolidá-la bem como para transformá-la.

De acordo com Ana Delicado (2008), os museus de ciência são espaços em que as atividades vão além da exibição e difusão do conhecimento. São responsáveis também pela produção e reprodução de ciências por meio do ensino e formação de cientistas, sendo, portanto, fomentadores de investigações. Evidencia-se, assim, a real e prática troca entre essas duas esferas, que se interseccionam. O ensino é o principal meio de divulgação, de replicação e de aprimoramento das proposições consolidadas.

Durante as atividades da disciplina, foi muito evidente a busca dos alunos por construir relações entre os conceitos científicos ou históricos com o ensino de ciências. Isso foi possível, pois a própria escolha dos textos contemplou temáticas e conteúdos que trouxessem essa associação entre o avanço da ciência e seu ensino. Essa dinâmica foi recorrente também, porque se tratava de um curso inserido na formação de educadores. Apontar esse tipo de questões faz parte de sua identidade docente e é constantemente estimulada na faculdade de educação.

Após a visita à exposição “Brincar ou Ensinar”, no MEB, travou-se uma discussão em que relações entre história da ciência e ensino estiveram em evidência, quando a professora favoreceu um debate acerca das percepções dos estudantes, a partir de questões que os levassem a pensar sobre o papel desses objetos para o ensino, os princípios por trás deles, suas produções e usos. Também instigou acerca do significado de estarem expostos em um museu. As respostas foram muito diversas, o debate foi rico.

Uma situação em que houve controvérsias foi proposta por um dos alunos do curso de física, que levantou um novo debate, acerca da representação de um modelo de

sistema solar exibido ali, feito de materiais simples, como isopor, palitos de madeira e tinta. Esse era um material didático elaborado por um grupo de alunos da faculdade de educação, professores em formação. Apontou que proporcionalmente, a maquete não estaria adequada e questionou sobre a relevância desse recurso, ou o que as crianças poderiam aprender com aquela atividade. Outro colega respondeu que poderia ser interessante justamente problematizar esses aspectos com os alunos:

será que a gente conseguiu mesmo representar o sistema solar? Está certo usar bolinha de isopor para representar todos os planetas? Será que são feitos do mesmo material? Como serão os tamanhos dos planetas na realidade? E a distância entre eles?

Ao enfatizar a importância de criar diálogos sobre esses pontos com as crianças, o professor em formação reconhece que essa situação tem muito a enriquecer na construção da perspectiva científica dessas crianças. A representação não precisa ser a realidade. Com essa problematização, os professores em formação estão discorrendo sobre o fazer científico, iluminando a importância da representação para a compreensão da ciência como cultura e também para o ensino de ciências. Convidando os alunos a pensarem sobre isso, o professor favorece uma perspectiva mais crítica e complexa com relação à atividade científica.

Ainda assim, outra colega retoma uma experiência de divulgação científica na qual trabalhou como monitora, em que apresentavam os tamanhos dos corpos celestes em escala, defendendo a visibilidade e o encanto entre o público que não sabia como o sol era tão grande, comparado à Terra. Reproduzindo as falas entusiasmadas do público, a pedagoga em formação defende a importância de se manter a proporção entre os planetas e o Sol. Com a ampliação da discussão e ponto de vista de outros colegas, entre perspectivas e linguagens da física e reflexões de caráter mais filosófico, não se chegou a um consenso único, mas evidenciaram-se controvérsias entre as perspectivas dos próprios colegas da turma. Mais uma vez essa troca entre as diferentes pessoas e especialidades favoreceu o exercício de pensar por outros pontos de vista, contribuindo com a formação desses educadores.

Os alunos não estabeleceram apenas relações teóricas entre a história da ciência e o ensino. Como apresentado anteriormente, os estudantes utilizaram-se de diversos recursos para expressarem suas próprias ideias e ao comunicar conceitos dos autores abordados nos seminários. Pela nossa análise, essa escolha de materiais e dinâmicas para que pudessem se expressar melhor, preocupando-se com a compreensão dos outros

colegas da turma são entendidos como recursos didáticos, estabelecendo assim uma ponte entre o ensino desses conceitos e uma abordagem histórica. É possível inferir que os estudantes tenham feito essas escolhas pela dificuldade que muitos explicitaram ao compreender o próprio texto ou conceitos que deveriam apresentar. Além de se depararem com uma variedade de assuntos, foram responsáveis por retratar conteúdos específicos que não dominavam. Ao serem questionados, ao final do curso, sobre motivos que os levaram a buscar diferentes recursos para explicarem os conteúdos, uma aluna comentou: “acho que quando constatamos que nós mesmos não entendemos, procuramos ferramentas. Aí quando entendemos, pensamos ‘ah, então eu posso explicar dessa forma pela qual eu entendi”.

Reconhecemos, então, que esses exemplos, imagens, vídeos entre tantos outros, escolhidos pelos estudantes são em si recursos didáticos que favorecem relações entre a história da ciência e o seu próprio ensino. Eles desenvolveram estratégias para comunicar tais conceitos a seus colegas, elaborando dinâmicas de ensino desses conteúdos.

Essas interfaces entre os conceitos debatidos nos seminários e possibilidades práticas na sala de aula do Ensino Básico foram ainda mais evidentes durante a Mostra Interna de atividades e materiais didáticos. Para esse encontro, realizado na última aula, os estudantes precisariam preocupar-se objetivamente com a prática docente, elaborando materiais didáticos, instrumentos, objetos, experimentos, dinâmicas, atividades. Também era explícita a importância de se considerar aspectos da perspectiva das concepções de ciência abordadas nas aulas, e suas relações históricas, contextualizadas.

Ao elaborarem os recursos para essa atividade, na última aula, os grupos precisaram lidar com diversas escolhas. Uma delas, abordada por todos os grupos, foi a questão do custo dos materiais. Alguns explicitaram que no processo pensaram em elaborar objetos mais impactantes, como um polióptico com tubos de PVC e lentes, mas logo perceberam que além do alto custo, seria pouco viável para a difusão e o trabalho nas escolas. Então foram encontrando outras possibilidades, tão ou mais interessantes quanto essas ideias iniciais, que não envolvessem materiais caros. De modo unânime, todos os grupos deixaram claro, como fator de escolha, a preocupação pelo acesso a materiais mais econômicos e simples – grãos e sementes para os debates acerca do evolucionismo; isopor e tinta para representar as constelações; caixas de sapato para construir a câmara escura; barbante e massinha para compor os pêndulos.

Assim perceberam também que ao utilizar materiais do cotidiano dos alunos, de fácil acesso, ou que são objetos encontrados nas próprias casas deles, poderiam aproximar ainda mais a ciência dos alunos, desmistificando-a como algo teórico e inatingível: “nossa ideia era justamente usar coisas que teriam em qualquer escola, de fácil acesso a qualquer professor. Usando essas coisas do dia-a-dia fica mais perto do mundo dos alunos e ajuda a familiarizar a física com esse tipo de interação”.

Pensando ainda nessa aproximação entre sujeitos e objetos, muitos grupos escolheram recursos que dependem dos próprios celulares dos alunos e seus aplicativos: cronômetro de precisão, vídeos que seriam a base para a projeção de hologramas no youtube, iluminação para alguns experimentos óticos. Dentre essas variações, um dos grupos propôs-se a desenvolver um recurso bem inovador, deixando claro que esse foi o fator decisivo de sua escolha. Desenvolveram um jogo no aplicativo *RPG Maker* para que os alunos pudessem baixar em seus próprios dispositivos móveis e utilizá-los em sala de aula.

Inspirados em seu seminário sobre eugenia e o poder da ciência em modificar pessoas e sociedades, a ideia foi recriar *O Alienista*²¹ no formato de um jogo, em que cada fase corresponde a um capítulo do livro. Nesta versão *demo*, o jogador é o próprio Simão Bacamarte, protagonista do conto. Assim como na versão original, precisa internar todas as pessoas da cidade no manicômio. Então, o jogador caminha pela cidade, conversando e analisando o perfil dos personagens para decidir se levará ou não aquela pessoa, considerando uma a uma como “loucas”. Quando todas estiverem reclusas, passa-se para a próxima fase. Após detalhar mais o processo de criação da atividade, seguindo características descritas no livro, convidam o grupo de colegas para testar, comentando a facilidade dos comandos no jogo.

Foi notório o envolvimento dos colegas, com entusiasmo. Risos, comentários de espanto, encantamento, curiosidade e cumplicidade. Por momentos, até pelo silêncio da turma percebeu-se o interesse por aquele recurso, prendendo a atenção de todos. Então vieram as perguntas acerca do recurso em si, potencialidades e dificuldades. Os criadores se colocaram:

pensamos em três grandes questões por trás do jogo. A primeira é pensar como uma determinada pessoa pode determinar o destino das

²¹ O debate teórico entre o livro e questões de história da ciência foram abordados anteriormente pelo mesmo grupo no seminário 8, a partir da leitura de Lima e Hochman (1996). O debate por eles travado será contemplado mais adiante, ao apresentar relações com a educação.

outras, utilizar da ciência para determinar se uma pessoa é presa ou não, ou destino dela em si. A segunda questão é fazer uma relação entre o pensamento de 1882 com o pensamento que a gente tem hoje em dia. O terceiro ponto é estimular a leitura do conto original, para dar mais elementos para essas discussões.

Esse grupo defendeu o uso de recursos digitais como meio fácil e instigante para abordar diversos conceitos com os alunos. Reiteraram a facilidade de construir jogos nessa plataforma, sugerindo que os próprios estudantes também pudessem criá-los. Por meio de argumentos da neurociência, defenderam o uso de recursos digitais, pois favorecem a associação dos conteúdos com memórias positivas, uma vez que os alunos ficam engajados de maneira ativa. Ou seja, o conteúdo abordado foi um pretexto para que aqueles professores em formação pudessem entrar em contato com uma ferramenta diferente, enriquecendo as trocas entre eles e alimentando o repertório da prática docente. Mesmo assim, atentam para que o jogo não dure mais do que 20 minutos, para que funcione apenas como disparador e ainda sobre tempo de abordar a discussão com as crianças e jovens.

Mais um ponto interessante a se perceber durante a Mostra Interna foi a preocupação com o público alvo das atividades. Um dos grupos desenvolveu atividades para trabalhar a questão do pêndulo. Escolheram esse assunto, pois é fortemente presente no livro de Kuhn abordado por eles mesmos no seminário. Ressaltaram a necessidade de que se aborde a importância histórica – Galileu e os debates naquele contexto – com os alunos na escola básica. Com o mesmo material, propuseram atividades diferentes e adequadas às faixas-etárias do Ensino Fundamental e Médio. Mas o que chamou mais ainda a atenção desse encontro entre físico e pedagogas foi a preocupação em apresentar alguma possibilidade de atividade exploratória para ser trabalhada na Educação Infantil. Elaboraram uma brincadeira de boliche cujo arremesso envolveria o mecanismo de um pêndulo.

As crianças não vão necessariamente expressar o conceito. O importante é sentir o pêndulo. E mais pra frente, quando forem aprender física, eles vão ter essa memória de que um dia brincaram. Faz muita diferença. Quando o professor de física explica o atrito, se você já tentou brincar com o carrinho de supermercado na areia e no chão liso, fica muito mais fácil de entender. As crianças podem sentir e mais pra frente o conceito ser explicado.

Com essa atividade, as pedagogas estão atentas para trazer debates dos fundamentos da educação para o ensino de ciências. Ou seja, elas percebem que não apenas a ciência será aplicada na escola, mas que as concepções que se tem sobre o

processo de ensino-aprendizagem precisam estar em evidência ao se contemplar os conhecimentos, sejam eles científicos ou não.

Isso também ocorreu em situações em que algumas pedagogas cuidaram em produzir materiais esteticamente bonitos e convidativos à interação com as crianças. Levantaram a questão do interesse, da curiosidade, apontando a relevância de elaborar objetos adequados e cativantes a fim de favorecer o caráter lúdico, importante na Educação Infantil e no Ensino Fundamental 1.

A foto (figura 8) registra a atividade desenvolvida pelo grupo que apresentou o texto que trata das controvérsias evolucionistas. A dinâmica consiste em uma simulação de uma competição por alimentos e, portanto, pela sobrevivência e reprodução de espécies de pássaros, colocando em questão o formato de seus bicos e diversidade e quantidade de grãos dos quais se alimentariam. Nessa atividade, o grupo chama a atenção para muitos desses aspectos, discutidos durante a disciplina: o cuidado no preparo do material (flores de papel crepom) com intuito motivador, objetos do cotidiano (pregador, alicate, sementes, potes), registros/desenhos, técnicas de coleta de dados (tabela).

Figura 8: Foto da atividade desenvolvida para abordar o conceito de evolucionismo

Fonte: foto tomada pela pesquisadora durante a aula.

Outra dinâmica claramente marcada pelo debate entre físicos e pedagogos – respectivamente diferentes por meio da formação acadêmica de seus olhares – também ocorreu durante a Mostra Interna, em uma proposta acerca do reconhecimento de constelações. Inicialmente, o aluno do curso de astronomia apresentou uma esfera de isopor pintada e marcada com as estrelas, explicando que o objetivo da atividade seria “que os alunos comecem a conhecer as constelações” e explicou alguns conteúdos astronômicos e físicos que poderiam ser tratados com aquele objeto. Logo o pedagogo, que já é formado em história, tomou a palavra e explicou a escolha do grupo. Argumentou que a astronomia é um campo de estudo bastante interdisciplinar, abrangendo conceitos de física, matemática, geografia, mas também poderia chegar a outros campos como filosofia e história. Reconheceu a frequente preocupação do homem em olhar para o céu, fazer perguntas e identificar respostas. Propôs, então, que a partir desse objeto seria possível fazer diversas atividades interessantes resgatando esses conceitos, considerando também, debates de natureza étnica. Uma ideia poderia ser mediar a atividade de modo que se favoreça o pensamento de como cada povo tem a sua peculiaridade e acaba criando sua própria astronomia. O estudante explicou:

por exemplo, uma das constelações tem formato de escorpião. Mas isso só faz sentido em uma cultura que conhece o que é um escorpião. Se não, você vê outras figuras e faz outras associações. Então dá para trabalhar com esse conceito de que a ciência é uma construção, de que as verdades não são fixas, elas são também discursos... É possível desconstruir essa ideia de que só existe uma única maneira de pensar a astronomia.

Continuando, o licenciando em física contribui com seu colega: “dá para ver alguma constelação logo de cara, se você não tiver o olho treinado?”. E a turma responde que não. O historiador puxa novamente a conversa apontando que essa atividade poderia contribuir para romper com algumas imagens que os alunos têm, quando revelam que acreditam que o pensamento das sociedades mais antigas ou de outras civilizações são inferiores ao do europeu ocidental. Desse modo, valorizou a ideia de tirar o aluno da sua perspectiva e trazê-lo para outro período e com as concepções da época e as tecnologias que se tinha disponível.

Portanto, a escolha desse recurso – a construção ou observação do objeto, bem como as atividades em que será utilizado, de acordo com a abordagem escolhida –, revela aspectos do complexo entrelaçamento das concepções de ciência que se buscou

construir neste percurso, bem como suas fundamentais relações com o ensino. Em suas falas estiveram presentes a ideia de ciência como cultura, o debate, as controvérsias, a questão da credibilidade e a importância da formação do olhar historicamente e no ensino, quando problematizam por qual abordagem é possível trabalhar.

A intenção de marcar as falas, relacionando-as aos sujeitos e suas formações não é a de construir estereótipos nem de hierarquizar as profissões – professor especialista *versus* pedagogo. Pelo contrário, a ideia é evidenciar as trocas e complementariedades que ocorreram durante as atividades. Além disso, essa é mais uma forma de reiterar aqui a questão da formação do olhar. Ou seja, o ensino superior, por seus conteúdos e métodos, tem suas propostas, hábitos e culturas em si. No entanto, mesmo assim, existe o diálogo e a troca entre esses olhares e é fundamental na formação de educadores mais críticos.

Capítulo 5: Relações entre história da ciência e educação

Durante o processo desta investigação, foram se tornando cada vez mais claras e diversas as relações entre debates da história da ciência e fundamentos da educação. Dando continuidade aos capítulos 3 e 4 abordamos aqui as contribuições de maneira a entrelaçar discussões teóricas com o estudo de caso empírico, valorizando as vozes e concepções dos estudantes, por meio da mediação da professora da disciplina História da Ciência, ministrada para pedagogos e licenciandos em formação.

Primeiramente, vale enfatizar que o processo de construção de concepções de ciência – ciência e sua historicidade, ciência e sociedade, ciência como cultura e a ideia de como a história da ciência sempre esteve atrelada a seu ensino – e de suas relações formando um conceito complexo e dinâmico de ciência já é em si uma contribuição para a formação de educadores. O professor em formação não precisa, necessariamente, entrar em contato com essas concepções a partir de um debate teórico acerca de cada uma separadamente da outra. Pelo contrário, essas concepções estão em constante relação e é a partir de seu conjunto que se constrói o conceito de ciência. Por meio do contato com a história da ciência, ou pelo olhar do historiador da ciência, é possível reconhecer alguns desses aspectos, prática que contribuiria com a concepção reflexiva e crítica do sujeito.

Autores apresentados aqui argumentam que, ao desenvolver suas pesquisas, o historiador da ciência deve levar em conta essa série de aspectos que compõem e definem a natureza do conhecimento. Segundo nossa perspectiva, ampliamos o debate e defendemos a importância de que os educadores possam ter acesso a essas concepções de ciência de modo a associá-las ao ensino de diversos conteúdos, sejam eles quais forem. Pensando assim, é fundamental que se desenvolva o olhar do professor em formação e sua percepção crítica para que ele, enquanto sujeito, conheça esses debates e seja potente e autônomo para suas decisões no dia-a-dia como cidadão e como educador. Posteriormente, estaria a implicação no ensino, de modo que essa pessoa possa trabalhar os pontos curriculares, entre outros saberes, por essa abordagem no ensino-aprendizagem, chegando assim aos alunos da Educação Básica. E reiteramos ainda que essa perspectiva não é exclusiva do professor de ciência e nem de pedagogos apenas por lecionarem ciências. Mas é de extrema importância que o educador possa se apropriar criticamente dessa abordagem, pois lida no seu dia-a-dia com a comunicação e

construção de conhecimentos socialmente desenvolvidos, com diversos públicos, em variadas instituições.

Em segundo lugar, além dos diálogos entre história da ciência e ensino, percebemos algumas reflexões que são um pouco mais abrangentes e que organizamos aqui como relações entre os conceitos e debates na disciplina e os fundamentos da educação. Esse termo foi escolhido, pois nele se abrem outros debates, aprofundando-se em questões de outra natureza.

Neste capítulo, para tratarmos dessas relações entre os dois campos, partimos de uma reverberação teórica e em seguida, abordamos diálogos travados pelos estudantes durante a disciplina, contribuindo com a composição dessas relações. Realçamos, ainda, que os pontos debatidos não estão circunscritos apenas diante do ensino das ciências nas escolas, mas dos diversos tipos e naturezas de conhecimento, nas diversas instituições educacionais, como museus e espaços de educação não-formal. Mais uma vez destacamos que não é nosso propósito elencar todas as relações aparentes no processo, mas que a escolha e análise de algumas delas torna-se mais representativa e mais significativa.

A perspectiva que considera as proposições científicas inseridas em um contexto histórico, causa e consequência das questões sociais, políticas, econômicas e culturais pode ser mobilizada para pensar alguns pontos importantes, delicados e problemáticos no campo da função social da instituição escolar, por exemplo. A ideia de que os intensos investimentos financeiros, interesses e demandas sociais que implicam nos rumos da produção científica, suas teorias, técnicas e práticas, pode ser realocada para a esfera que se dedica a discutir e (re)definir os caminhos da escola, da formação dos alunos e das escolhas de conhecimento a serem contemplados ou descartados. Ou seja, é possível transpor alguns aspectos debatidos aqui acerca da natureza da ciência a fim de reconhecer semelhanças com os propósitos da educação.

Ao analisar as diretrizes que se estabelecem na esfera educacional, é possível reconhecer as relações de disputas, controvérsias e negociações que ocorrem em um cenário que se assemelha ao cenário de arenas transepistêmicas – como sugere Knorr-Cetina (1982) para o campo da ciência. Dessa imagem, também reconhecemos os diversos atores responsáveis pelas práticas escolares, travados por diferentes grupos de profissionais: políticos, teóricos da educação, especialistas, gestores, coordenadores, professores, funcionários, alunos, comunidade do entorno. Então, a ideia de que não há limites entre atividades científicas e não científicas, pode ser transferida também aos

debates de educação, identificando essa diversidade de sujeitos responsáveis por tantas decisões que afetarão a sala de aula e o aluno da Escola Básica. Em contato com essa concepção, o professor em formação é convidado a refletir acerca do caráter contingente e da validade provisória dos conhecimentos científicos, buscando identificar as complexas relações entre o que é científico e o que é social. Abstraindo um pouco mais, o professor em formação, em contato com essa concepção, é capaz de estabelecer diálogos com discussões contemporâneas sobre a função social da escola, buscando compreender quais os interesses de cada grupo social e quais os motivos para que o embate se estabeleça dessa forma, enfatizando pluralidades, controvérsias, disputas, consensos e fatores de credibilidade.

Assim como o desenvolvimento da ciência é elemento da cultura, inserida em seu tempo e construída por agentes sociais, a escola também o é. Se podemos nos questionar acerca dos interesses políticos e econômicos por trás da ciência, também cabe investigar quais seriam aqueles por trás dos propósitos da escola. Da mesma maneira em que há ideologias por trás das escolhas, determinando os rumos que o desenvolvimento científico deve ou não seguir, há disputas políticas na elaboração de currículos, de materiais didáticos e sobre quais devem ser as orientações para a formação de educadore(a)s. É possível, ainda, retomar a ideia de que o conhecimento desenvolvido nessas arenas transepistêmicas possui legitimidade para determinados períodos e locais e ousamos reconhecer que assim também são as decisões sobre os rumos da educação, de acordo com os grupos que as determinam e para quem estão determinadas. Poderíamos, portanto, afirmar que as escolhas são legítimas e válidas provisoriamente, de maneira contextualizada e, portanto, tratam-se de asserções contingentes, interessadas e não necessariamente corresponderiam à uma verdadeira e única possibilidade para o progresso da educação de um cidadão, de uma região ou de uma nação.

As contemporâneas problematizações do campo do currículo (FORQUIN, 1993; MOREIRA & SILVA, 1994; SACRISTAN & GOMEZ, 1998; YOUNG, 2009; GALIAN & SAMPAIO, 2014; LIBÂNEO, 2016) têm se debruçado acerca da concepção de escolaridade e de conhecimento nos momentos de escolhas de conteúdos, habilidades, valores a serem veiculados pelas escolas. Os debates perpassam por diversos assuntos, desde o significado de currículo e suas variáveis, até a importância da presença de cada um dos conteúdos nos programas.

Dentre as variadas ponderações que se estabelecem no campo do currículo, José Carlos Libâneo (2016) destaca-se por deflagrar que o currículo não é apenas uma lista de conteúdos escolhidos para serem veiculados no processo de escolarização. O autor denuncia o poder do currículo como um meio de favorecer a manutenção ou a transformação de aspectos sociais importantes, afetando também a vida das pessoas e da nação brasileira. Desse modo, em seu artigo *Políticas educacionais no Brasil: desfiguramento da escola e do conhecimento escolar*²² sublinha as interferências internacionais nas orientações educacionais e curriculares e analisa os impactos dessa concepção na forma de funcionamento ideológico e nas práticas do nosso sistema de ensino público.

Logo ao iniciar seu texto, apresenta uma indagação fundamental e provocadora: para que servem as escolas? Antes de responder objetivamente o ponto com uma proposição única, afirma que para lidar com essa questão é necessário pensar de maneira mais abrangente e reconhecer o entorno em que o debate está contemplado. Assim, aponta para a noção de que as atividades educativas em uma sociedade estão “vinculadas a interesses de grupos e às relações de poder em ambientes internacional e nacional” (LIBÂNEO, 2016, p. 40).

A partir de sua posição social como estudioso e intelectual da educação brasileira, o autor considera que as orientações para a forma de funcionamento da educação de qualidade deveriam cuidar de um currículo que partisse da concepção que reconhece a escola como uma importante instituição viabilizadora da inclusão social e da democracia. Isso se desenvolveria pela formação cultural e científica, pelo favorecimento da aquisição de variados conhecimentos significativos, concebendo o ensino-aprendizagem a partir de práticas socioculturais. Também contemplaria a emancipação dos alunos enquanto sujeitos sociais e a realização da função da educação em propiciar os meios necessários para que os estudantes possam se apropriar dos saberes sistematizados constituídos socialmente, com o propósito de desenvolver suas personalidades e capacidades intelectuais.

Contudo, o autor explica que há distintas concepções acerca dessa problemática e que há muitos interesses em jogo, gerando controvérsias e disputas. Na esfera das políticas oficiais, o autor aponta a existência de um movimento circunscrito pelo contexto da globalização e do neoliberalismo, cujas proposições sobre políticas públicas

²² Na dissertação, utilizaremos um recorte de seu trabalho. Para saber mais, recomendamos a leitura do artigo na íntegra.

para países emergentes ou em desenvolvimento são realizadas por agências internacionais de caráter comercial, financeiro e que trabalham pela lógica do crédito, como o Banco Mundial, por exemplo. Assim, esses países tornam seus planos educacionais reféns de organizações supranacionais que têm, por sua vez, seus próprios interesses: a forma como auxiliarão economicamente os países pobres acabará beneficiando a elas mesmas de alguma forma, por acordos de caráter neoliberal, pela desregulação, privatização e liberalização do Estado, a fim de formar cidadãos da maneira que mais lhes for conveniente.

O ponto central exposto no artigo é analisar a concepção da educação destinada aos grupos sociais menos favorecidos da população brasileira. Ao abordar um trecho do documento do Banco Mundial, o autor reconhece “a intencionalidade moral e econômica de promover a oferta da educação, visando ajustá-la às exigências de mundialização do capital, já que o aumento da pobreza teria um efeito prejudicial à globalização” (LIBÂNEO, 2016, p. 45). Denuncia também que no documento considera-se a redução da pobreza pelo ensino de conteúdos úteis e que apresentem resultados efetivos. Ou seja, apenas necessidades básicas de aprendizagem, conteúdos mínimos. Assim, não estão contemplados o acesso a conhecimentos significativos, o fomento a processos psíquicos superiores, nem análises críticas da realidade. E isso tudo tem seu propósito: o ensino de apenas conhecimentos práticos visando à empregabilidade precária e a manutenção do sistema – leia-se desigualdade – social. Trata-se de uma atividade de controle em que organizações supranacionais investem o suficiente para formar cidadãos com conteúdos mínimos e simplificados – sujeitos produtivos para o mercado de trabalho, aumentando o mercado consumidor.

Além disso, associado a esse currículo instrumental, o autor reconhece outra orientação que está claramente associada à primeira: “o currículo de convívio e acolhimento social, com forte apelo à inclusão social e ao atendimento da diversidade social, visando a formar para um tipo de cidadania baseado na solidariedade e na contenção de conflitos sociais” (LIBÂNEO, 2016, p.49). A partir dessa ideia, surgiria o projeto da escola em tempo integral, elaborada em 2009. Para que isso ocorra, a instituição precisa considerar diversas funções ademais da sua essencial, a de educar. Ou seja, o conjunto de suas práticas também muda. Agora, em tempo estendido, a escola fica responsável pela prevenção a situações de violação dos direitos da criança e do adolescente, encarregada de cuidar para reduzir conflitos sociais. Estabelece-se então, um pacto velado entre escola, Estado e sociedade, em que a primeira é incumbida

do acolhimento e integração social e moderadora de confrontos, além, claro, de propiciar conteúdos mínimos e simplificados. Percebendo por uma perspectiva ainda mais radical, a escola ocupa um lugar de controle e legitimação de políticas de contenção social, compensadora das carências de outros setores sociais com as instituições que deveriam se encarregar da saúde, alimentação, esporte, entre outras. Os significativos ensino-aprendizagem e convívio sociocultural são, assim, inevitavelmente deixados de lado.

Pela interferência de agências neoliberais internacionais nas orientações que constam nos documentos do Banco Mundial, que se referem a políticas de alívio da pobreza e redução da exclusão social, a escola é concebida como um lugar de acolhimento e proteção social, na qual é preciso implantar um currículo instrumental com o intuito de obter determinados resultados. A educação, portanto, é concebida como requisito para a sustentação da globalização. Isto é, ocorre o investimento em educação em troca de consumo e comercialização, privatização do ensino e sua sutil transformação em mercadoria. Desse modo, perde-se o sentido do processo de ensino-aprendizagem, o desenvolvimento da capacidade de pensar. Isso contribui para o empobrecimento da escola e reproduz a exclusão social. Compromete a aprendizagem consolidada, as vivências socioculturais e a apropriação consistente e efetiva de conhecimentos que permitiriam à população menos favorecida meios para a superação de enormes desigualdades. Tudo isso leva o autor a considerar o que chamou de desfiguramento da escola e do conhecimento escolar.

Ao apresentarmos essa discussão aqui, pretendemos apontar que, assim como no desenvolvimento da ciência há, disputas e influências externas, na educação isso tudo também ocorre. São processos históricos nos quais ambos os conjuntos de práticas se abalam. O conhecimento científico não está fechado em verdades, mas é contingente e elaborado de acordo com determinados interesses econômicos e sociais. Assim também são os conhecimentos que se produzem acerca do propósito da instituição escolar, por exemplo, entre outras questões educacionais. Esse tipo de relação pode ser elaborado pelo educador em formação que entra em contato com a história da ciência durante sua graduação, e/ou em atividades continuadas. Além disso, o caminho contrário também pode ser válido. Ou seja, se esse sujeito desenvolveu primeiramente a perspectiva de que a educação é terreno de controvérsias e produto de interesses políticos e culturais, pode vir a estabelecer pontes com a complexidade da construção e sustentação de conhecimentos científicos, ao entrar em contato com a perspectiva histórica da ciência.

Retomando às análises das expressões e recursos didáticos desenvolvidos pelos professores em formação, também encontramos diversos diálogos entre os conceitos abordados nas aulas e questões ligadas à educação. Assim como no Capítulo 4, partimos aqui da apresentação de um Quadro-Síntese sobre conceitos de educação (Figura 9) debatido na Aula Síntese para avançar com as análises. Essa elaboração foi produzida com a inspiração na imagem de um mosaico e as palavras contempladas também se referem a termos recorrentes e principais nas falas dos estudantes nas discussões em sala de aula e nos estudos de campo. Com esse desenho, temos o objetivo de reconhecer reflexões acerca de contribuições da disciplina de história da ciência para a educação, focando na formação desses professores, sendo a maioria deles futuros pedagogos.

Figura 9 – Quadro da Aula Síntese sobre conceitos de educação

Fonte: Quadro desenvolvido durante a pesquisa

Durante esse encontro, o debate sobre o quadro da educação também foi importante como uma síntese para os alunos e para o aperfeiçoamento de nossas impressões e análises. Na discussão com os alunos, uma delas expressou a seguinte mobilização entre a construção de concepções de ciência e ideias presentes no campo da educação:

às vezes a gente sai da nossa área e vai pra uma outra. E quando a gente está em outras a gente vê coisas escancaradas que estão na educação só que a gente não percebe quando está nessa área. Então por exemplo, no texto do Kuhn, a gente viu a questão de mundo mesmo. Ficou muito claro pra gente que nas ciências têm diferentes visões de mundo. Só que a gente acha que na educação não tem. E quando você vai ver, você tem que ler um texto de ciências pra perceber que na educação tem diferentes visões de mundo, sim. Então eu achei esse paralelo mesmo, de sair um pouquinho da nossa área, no caso a pedagogia, para ver coisas que às vezes estão muito explícitas na nossa área, só que a gente não percebe porque a gente tá muito dentro.

Ao reconhecer que as controvérsias e disputas pelas quais a ciência se desenvolve são semelhantes às escolhas pedagógicas que o educador deve fazer e não apenas isso, mas que elas se dão por diferenças de interesses e influências sociais e econômicas nas escolhas escolares, professores em formação se identificaram com tais debates na esfera da ciência, para poder expressar-se com questões às quais são críticos com relação à educação. Esse distanciamento favorece a construção de que um conceito pode ser complexo e interligado por diversas partes e concepções – a ciência e/ou a educação.

Avançando nesse debate sobre como a disciplina favoreceu relações com a educação e com suas próprias formações como educadores, mais uma fala interessante foi exprimida por outro colega que já leciona:

conforme eu vou estudando vai me dando mais angústia e agonia. [...] Quanto mais você aprende, mais você vê as possibilidades que existem. A trajetória que tenho feito na pedagogia me fez pensar cada vez mais como o [Ensino] Fundamental é importante. Mas o que você vê é cada vez mais um desprestígio desse segmento e das pessoas que trabalham nesse segmento. O que a gente está falando e discutindo na disciplina... a maneira como você colocou as coisas [quadros da Aula Síntese]... é isso que eu quero que meu aluno tenha, essa noção de pensamento crítico. Esse pensamento crítico desenvolvido. E esse é o ganho! Mas isso é um trabalho de conta-gotas, a longo prazo. E o professor fica se sentindo primeiro um solitário, porque não depende só dele para o aluno adquirir isso... E se ele for o único, é muita responsabilidade. Talvez o curso não tenha me acrescentado tantas informações que eu não conhecesse, mas me fez aprofundar algumas incertezas e fortalecer a minha responsabilidade para com o meu aluno.

Essa fala aborda algumas questões emblemáticas, que estão em relação. A primeira delas é a preocupação desse educador com o seu aluno e com a percepção crítica que ele venha a desenvolver durante sua escolaridade – principalmente ao longo dos anos escolares. Então o professor enfatiza sua própria responsabilidade em

favorecer esse desenvolvimento, o que o deixa angustiado, por se sentir sozinho nessa missão. Com essa expressão, reconhecemos a importância da identidade docente – como discorremos no Capítulo 1 –, além de contribuir com que estamos defendendo nesta dissertação, que seria uma institucionalização e ampliação de produções que enfatizem a história da ciência na formação de professores.

Além do momento da Aula-Síntese, identificamos em todos os seminários relações que os alunos estabeleceram com fundamentos da educação, além de temáticas sociais que tangenciam também as escolas e o trabalho educativo. Assim como no capítulo anterior apresentamos uma síntese das ideias principais abordadas nos seminários com relação às concepções de ciências (Tabela 4), em que ficam explícitas essas conexões abordadas pelos estudantes de maneira a enfatizar o que eles mesmos iluminaram como pontos centrais de suas apresentações. Mais uma vez, nossa finalidade não é explorar todas as articulações. Apenas as apresentamos como panorama e então analisaremos algumas delas, mais significativas para o desenvolvimento desta pesquisa.

Tabela 4: Síntese das relações com educação estabelecidas nos seminários

Seminário	Relações com Educação
ROSSI (1989)	- Superação da dicotomia: teoria e prática na educação nos dias de hoje – Faculdade de Educação (aulas, teorias, estágios). Pesquisa X Práticas educacionais.
PRICE (1976)	- A importância da curiosidade para o ensino-aprendizagem.
KUHN ([1963], 2013)	- A ciência depende da educação e do ensino, que são processos de (trans)formação do olhar.
SHAPIN ([1995], 2013)	- O desafio que o aluno de pedagogia tem ao lidar com diferentes teorias, dando mais ou menos credibilidade a uma ou outra; qual é o resultado esperado de uma boa educação? - As pesquisas em educação que recebem financiamento possuem alguns aspectos que defendem questões específicas.
ABRANTES (1998)	- Trabalho com historiografias, leitura de imagens, eixos temáticos, em contraposição à uma história linear. - Os rumos da educação dependem dos detentores do poder. - Qual é o papel da universidade? Apresentar uma diversidade de percepções, para que o aluno possa escolher dentre várias. - Essas discussões acontecem em cursos de graduação? Nos cursos de licenciatura? E nos livros didáticos?
LOPES (2005)	- Cuidado para que na educação esteja contemplada uma reflexão sobre o que nos parece trivial hoje em dia: que são categorias, classificações, critérios organizacionais. Dadas como naturais, mas há uma história repleta de disputas por trás. - As concepções sobre educação são plurais e controversas.
DOMINGUES & SÁ (2003)	- Compreensão de que uma controvérsia não se limita a proposições opostas, mas engloba um debate de variadas ideias → O que ocorre na educação com as metodologias, por exemplo. - O racismo é uma construção cultural com base na ciência e em interesses

	políticos.
LIMA & HOCHMAN (1996)	Medicalização da infância – o diagnóstico banalizado de distúrbios de atenção e hiperatividade, bem como da medicalização por drogas como ritalina e rivotril (no caso dos professores).

Fonte: Quadro desenvolvido durante a pesquisa

Nesse quadro observamos a grande variedade de temáticas e não encontramos, necessariamente, relações diretas entre elas. A educação possui horizontes muito largos, o que contempla vasta diversidade de assuntos. A conexão entre os pontos levantados aqui está justamente em que se aproximam dos textos e debates acerca da história da ciência, proporcionados na disciplina.

O primeiro seminário que contemplamos aqui é expressivo e representativo dessas associações estabelecidas entre história da ciência e educação pelos estudantes. Durante a apresentação acerca das ideias de construção social da verdade e o conceito de credibilidade de Shapin, um dos integrantes, que é doutor em física, apresentou uma situação, com gráficos e medidas, relatando que sempre que outros cientistas mensurassem um resultado que não ficasse próximo daquele esperado – ou melhor, do que foi medido por Albert Einstein –, apagavam esses dados ou buscavam motivos que explicassem seus próprios erros. Depois de algum tempo, a física quântica, que está baseada numa perspectiva distinta, refez suas medições e o resultado chegou em outro valor, distante do obtido pelo grande cientista consolidado. A partir de então, os especialistas passaram a publicar apenas resultados próximos a esse último. O aluno ainda concluiu: “por mais que o cientista tente ser ‘bonzinho’, ele não pode se eximir da cultura e da economia de credibilidade”. Contudo, o que mais chamou a atenção e contribui com essa parte de nossas análises é a fala seguinte, de uma colega do grupo que se autorizou a fazer a seguinte relação:

agora, na teoria pedagógica isso também acontece, porque a gente vai englobando teorias, teorias e teorias... Tem um momento em que algumas ficam conflitantes. E a gente se pergunta qual é o resultado esperado? O que a gente tá tentando formar? A gente tá tentando formar um cidadão de bem? Ou uma pessoa preparada pra arranjar um emprego? Pra passar no vestibular? Uma teoria diz isso, a outra diz isso e a outra isso... A gente tenta abraçar tudo, e não consegue.

Com essa fala, a aluna associa um evento ocorrido na ciência à formação de professores, colocando-se a si mesma como sujeito inserido em uma batalha de controvérsias entre afirmações contingentes. Não há um caminho único que seja correto, certo e o cientista, assim como o professor em formação, pode acabar seguindo

caminhos que não necessariamente apontam para a melhor direção. A aluna se identificou com um debate na esfera da ciência, para poder expressar-se com questões às quais é crítica com relação à educação, como observado na fala de outra colega, contemplada anteriormente.

Além disso, chama-nos a atenção a espontaneidade com que a professora em formação se expressou. Essa reflexão não consta na apresentação power point, que havia sido elaborada prévia e minuciosamente. Ao interromper seu colega para manifestar tal conexão, essa estudante nos mostra a potencialidade de que o professor em formação tem em produzir amarrações e entrelaçar diversos conhecimentos, que não necessariamente estariam nos objetivos explícitos da disciplina. Situações como essa rechearam os encontros. As relações com a educação pulsavam nas falas, principalmente de pedagogos em formação e muitas vezes estavam atreladas não apenas a teorias visitadas em outras disciplinas, mas a experiências didáticas como professores, ou a situações de ensino-aprendizagem vivenciadas por eles durante sua formação universitária.

Outra situação em que identificamos associações com fundamentos da educação foi explicitada pelo grupo que explorou as ideias de Abrantes (1998), que analisa rumos da produção de conhecimentos no período da Revolução Francesa. Os estudantes enfatizaram a aproximação entre ciência e sociedade em tal contexto histórico, explorando a ideia de que se há diferenças nas ideologias políticas, há divergências também nas concepções de ciência que as acompanham: o Estado promove atividades científicas e a comunidade científica envolve-se nos negócios do Estado. Realçaram que se há transformação política e, aliada a ela, mudança na concepção de ciência, é fundamental que as perspectivas da educação se alterem também, atreladas às novas concepções. No Antigo Regime, o ensino elementar era responsabilidade do clero e o ensino superior era para poucos, havia valorização das belas artes e pouco reconhecimento das ciências naturais. No entanto, após a queda da monarquia, o ensino privilegiou as práticas, artes e ofícios, voltando-se para o militarismo e a tecnologia em geral. Assim, salientam as mudanças nas concepções exercidas nas instituições educativas, alterando conteúdos e métodos de ensino, afetando também o público favorecido que frequentaria aqueles espaços, aliados às novas concepções de ciência e de sociedade. Após a queda da monarquia, o ensino privilegiou as práticas, artes e ofícios, voltando-se para o militarismo e para a tecnologia em geral.

Todo esse contexto foi fundamental para chegar a uma concepção que o grupo considerou fundamental para o entendimento do texto, bem como para reflexões para eles mesmos, enquanto professores em formação. Pelas palavras de um integrante do grupo, que já é formado em licenciatura em história:

a ideia central desse texto é entender que as ideias estão em disputa. Uma ideia de ciência e de finalidade da ciência, o porquê do fazer científico... Essas ideias estão em disputa. Isso faz com que o projeto de educação científica passe também a estar em disputa. Quem vai ter acesso a esse conhecimento... Como esse acesso vai ser dado... Quem tem direito a ter esse acesso... Que formação será oferecida... As discussões políticas vão questionar a forma de ver e de fazer ciência... Qual será a forma de divulgação científica? Nada está pronto.

Vale ressaltar que, além de reconhecer o caráter histórico da ciência, suas relações com a sociedade e com a política – contemplados nas palavras de Abrantes (1998) –, o que chama a atenção é a ênfase que o grupo deu ao papel da educação, de representante da mudança da mentalidade e da reprodução de uma nova, em um momento como esse. Ou seja, percebemos que o tempo e os recursos que investiram e se empenharam em ampliar esse debate durante sua apresentação, foram essenciais para que se evitasse que essa questão da educação aparecesse como um simples detalhe nesse momento histórico de disputas e controvérsias científicas. Essa foi uma escolha do grupo, que reconheceu o lugar e a importância da educação, do currículo e das políticas públicas entorno dela.

No último seminário ministrado pelos professores em formação, ao aclarar as ideias de Lima e Hochman (1996), também houve interessantes contribuições para o estreitamento das relações entre história da ciência e educação. Para narrar sobre os conceitos de higienismo e eugenia tratados no texto, optaram por não se limitar ao contexto histórico da época referida. Ampliaram a discussão ressaltando como essa perspectiva está presente e atuante nos dias atuais. Especialmente, trabalharam com a proximidade entre os avanços da medicina e as políticas públicas higienistas e eugenistas, evidenciando o poder destas na configuração de cidades, sociedades e para o controle da população.

Mas antes de chegar às análises da contemporaneidade, os estudantes se utilizaram do texto e apresentaram políticas públicas do início do século XX no Brasil. Nessa época houve uma mudança de concepção com relação ao desenvolvimento do país e as novas decisões viriam acompanhadas da autoridade da ciência – especialmente da medicina. Segundo os autores, até pouco tempo atrás, acreditava-se que o país estava

atrasado porque era composto por uma população miscigenada, oriunda de várias raças distintas, sendo que, pela perspectiva da época, pessoas brancas, de origem europeia, eram superiores e as únicas capazes de trabalhar produtivamente. Então, ocorreu uma transformação desse olhar. Ainda se pensava que o Brasil estava atrasado e que o trabalhador sertanejo era pouco eficiente, mas admitiu-se que a causa seria o fato de que a população rural estaria doente, além de desprovida de cultura, de civilização, sem uma identidade brasileira construída. O grande impacto dessa nova perspectiva era a ideia de que a pouca produtividade poderia ser curada pela medicalização e por um projeto atualizado de nação. Aí aparecem fortemente as relações entre as políticas públicas e rumos tomados pelo desenvolvimento da medicina: os ideais higienistas que buscam curar doenças e epidemias, organizando as cidades e a sociedade brasileira como um todo. Com isso fica explícito, também, o valor atribuído à ciência, concebendo-a como capaz de curar uma nação que supostamente estaria doente.

O que o grupo buscou enfatizar é a permanência dessa maneira de pensar e de gerir a sociedade. Para se explicarem com mais clareza, utilizaram muitos exemplos atuais da sociedade brasileira, principalmente paulistana. Evidenciaram os interesses por trás tanto das ações políticas como dos direcionamentos de pesquisas na medicina. O principal exemplo foi a polêmica da medicalização da infância. Propuseram uma dinâmica aos colegas em que eles precisariam responder – inicialmente sem saber do que se tratava – o questionário utilizado para diagnosticar crianças com déficit de atenção e hiperatividade, elaborado pela própria empresa fabricante das drogas que seriam utilizadas por essas crianças para que se mantenham adequadas a certo padrão pré-determinado. Uma das perguntas, por exemplo, consiste em, “não consegue prestar muita atenção a detalhes ou comete erros por descuido nos trabalhos da escola ou tarefas” e os colegas deveriam responder entre as opções “nem um pouco”, “só um pouco”, “bastante” ou “demais”. Como imaginaram, o resultado para a grande maioria de seus colegas seria a indicação ao uso da droga, afinal o instrumento está feito com o propósito de que o consumo desta aumente. Se foi fácil enquadrar estudantes de graduação, não seria difícil encontrar essa situação em grupos de crianças.

Durante toda a apresentação, mantiveram certo distanciamento, favorecendo uma crítica a essa perspectiva: “como a gente olha para a ciência como verdade sem questioná-la”. Então deixaram evidente como esse instrumento é parcial, feito de modo que o maior número de pessoas sinta a necessidade de comprar o remédio: “É importante ter isso claro, essa crítica dos discursos da ciência. É uma política higienista,

sanitarista, de controle. [...] O que teoricamente era para ser um questionário mais objetivo, isento, não é isento de nada, muito pelo contrário”. Junto à indústria farmacêutica, vão se estabelecendo valores sociais que tendem a manter as crianças calmas, acreditando que isso favorecerá seu desempenho escolar. Como resposta, uma colega que não era do grupo de apresentadores também se posicionou: “essas empresas e as instituições de ensino se preocupam em como a criança se comporta em sala de aula, mas pouco se importam em olhar para como a sala de aula está oferecendo educação para aquela criança”.

Utilizando-se de outros exemplos como ações contemporâneas do ex-prefeito da cidade de São Paulo, João Dória, entre outras situações, por fim, o grupo apontou a fundamental importância das mídias e divulgações de determinadas pesquisas para a reprodução de uma visão de sociedade, aliada a uma concepção de ciência, autorizada e capaz de curar uma civilização. Consideraram que há diversos interesses e um projeto ideológico por trás dessas atividades científicas, concluindo: “hoje em dia, não se coloca mais no manicômio, mas essa medicalização continua sendo o controle do corpo” e “nunca é uma questão de saúde, mas questões econômicas e políticas”. Portanto, esse grupo inspirou-se na bibliografia, fez conexões com outros textos trabalhados em outras disciplinas que cursaram durante suas formações – como Foucault (1979) – e abordou um debate sério que é alvo da educação. Eles encontraram ferramentas para que pudessem sair das ideias do senso comum e refletissem de maneira mais apropriada e crítica da situação atual acerca do controle na e da infância, bem como da própria educação, a partir de textos que apresentam uma perspectiva histórica da ciência.

Outra situação em que conteúdos da história da ciência inspiraram reflexões sobre o campo da educação se deu ao final do seminário sobre as ideias de Rossi (1989) acerca do rompimento da dicotomia entre artes liberais e manuais – abordado com mais detalhes no capítulo 3. Um dos alunos que não pertencia ao grupo fez mais uma provocação, comentando que até os dias atuais há uma supervalorização das atividades intelectuais enquanto os trabalhos manuais são pouco considerados na sociedade.

Mais uma vez, os professores em formação reconheceram um debate importante no processo de construção de concepções de ciência e trouxeram para o campo da educação. Deflagraram também as tensões entre teoria e prática no campo da educação, como por exemplo “esses teóricos que estão longe da prática, não estão dentro da sala de aula, mas são muito responsáveis por tantas decisões tão importantes”. Além dessa lacuna entre profissionais que estabelecem diretrizes teóricas para o que acontece dentro

das salas de aula e quem está realmente nesse espaço, a discussão passou pelo reconhecimento dessa bipartição já nos cursos de graduação, em que as disciplinas teóricas pouco conversam com as metodologias de ensino, abordadas em outras aulas, estabelecendo uma relação de hierarquia entre esses dois momentos, que não deveriam estar distinguidos.

Nesta disciplina, em especial, a escolha por fazer dois estudos do meio buscou justamente contribuir com possibilidades de encontro entre as esferas teórica e prática. Nesses momentos, nas discussões sobre eles, já em sala de aula e nos relatórios encontramos essa reflexão. Em um desses textos encontramos:

a visita à Pinacoteca e ao Parque da Luz teve uma relação interessante com as aulas, pois mostrou na prática alguns elementos estudados na sala de aula, relacionando com a história documentada e exemplificada com obras de arte e um ambiente com uma grande biodiversidade.

Um debate muito frequente no ambiente educacional surgiu durante a visita ao MEB e foi retomado ao longo da disciplina em alguns momentos. Foi inevitável abordar a questão de gênero. Nas vitrines da exposição, dentre diversos jogos e materiais didáticos, as destoantes diferenças entre os poliopticons e outros instrumentos científicos adaptados às crianças e suas brincadeiras chamou a atenção dos professores em formação. Havia um microscópio inteiramente cor-de-rosa, feito de plástico e estava evidentemente direcionado às meninas. Já um dos poliopticons muito mais elaborado, feito de materiais mais resistentes, vinha dentro de uma caixa cuja imagem da capa era a foto de dois garotos, ditando inclusive como deveriam se portar ao manipular o objeto. Essa situação gerou um amplo debate com relação a gênero, ciência, educação e poder. Em outras situações, ponderações entre o lugar da mulher na ciência, na infância e na sociedade tornaram a aparecer.

Mais um ponto salientado no debate após a visita ao MEB foi a identificação de alguns estudantes com materiais produzidos por outros alunos da FEUSP. Ao reconhecer a presença de materiais produzidos por outros colegas da faculdade, estudantes de educação, expostos nas prateleiras do museu, um deles enfatizou sua satisfação:

eu achei muito legal ter uma exposição voltada para coisas que pessoas daqui fizeram. Isso para mim foi muito diferente... porque uma coisa é você ir para a Pinacoteca ver as obras de pessoas super renomadas e que tem uma história por trás, lá você tem um certo

distanciamento. E na hora que você lê os cartazes, vê que são de pessoas que você conversa no corredor. E que dá sim para fazer pesquisa em cima do que eles pensaram. Isso é muito interessante porque é uma retomada que a gente não faz aqui na faculdade. Por exemplo, no estágio a gente produz um material que acha legal, aí entrega e fica só por isso mesmo.

O que lhe chama a atenção é a concepção por trás da curadoria, que valoriza também a produção de professores ainda em formação e o saber docente na elaboração desses materiais. Desse modo, essa aluna contribui com seus colegas, ao evidenciar que não apenas os cientistas são capazes de produzir, mas o professor e o estudante são capazes de desenvolver atividades de educação científica ou de outros conhecimentos.

As visitas à Pinacoteca e ao Jardim da Luz também possibilitaram variadas conexões entre os objetos de estudo, a educação e a prática pedagógica. Destacamos aqui três debates interessantes, principais expressões dos estudantes. O primeiro ponto trata da reflexão coletiva sobre a importância do estudo do meio na formação do professor. Uma aluna explicou que “dentro do curso de pedagogia a gente praticamente não sai de sala de aula. Esse tipo de atividade faz com que a gente tenha outra implicação, diferente das atividades em sala. As trocas com pessoas de outros cursos também foram muito ricas”. A professora complementou a observação, frisando que a aproximação entre os alunos e mesmo as conversas paralelas favorecem o envolvimento e a qualidade das discussões. Além disso, esse tipo de atividade contempla aspectos lúdicos e apresenta formatos diferentes de educação e ensino. Provavelmente por serem atividades em que estavam mais livres para fazerem suas interpretações, se sentiram mais à vontade para transitar e trazer o debate para sua área de interesse principal – a educação em si.

Outro ponto interessante surgiu na aula após a visita e também foi frequente nos relatórios das visitas, em que muitos alunos se manifestaram e que ocupou bastante tempo do debate. O foco da problemática estava na reflexão sobre o papel do professor, monitor ou mediador no estudo do meio e, em especial, em um museu. Quem puxou o assunto foi um aluno que já tem contato com sala de aula e atividades de estudo de meio:

eu já fui várias vezes na Pinacoteca, inclusive levando alunos. É engraçado, porque cada vez que você vai, você enxerga outras coisas. Essa sala dos viajantes me chamou a atenção. Por causa dessa disciplina meu olhar foi mais para coisas que eu prestava atenção, mas ficava em segundo plano... plantas, diversidade da natureza. É interessante que você pode mudar o foco e conseguir enxergar coisas

diferentes que você já viu várias vezes. Quando levo meus alunos, o objetivo é completar um percurso. Eu mesmo nunca tinha aberto aquelas gavetas com as gravuras... E tem coisas incríveis ali. Inclusive imagens que eu já utilizei em sala de aula, em avaliação, por exemplo, e só conhecia pela internet. Então foi muito legal.

A partir desse depoimento, outros colegas se manifestaram legitimando a importância de uma mediação que favoreça o direcionamento do olhar para os objetos de estudo. No entanto, a professora apresenta um contraponto:

a mediação tem esse lado bom, mas também é importante ter um cuidado para que não tire a espontaneidade dos alunos nem constranja a multiplicidade de interpretações possíveis. É difícil estabelecer um equilíbrio. Outro cuidado é para não carregar a cultura escolar para dentro dos museus. No caso desta disciplina, houve certo direcionamento para que o que estamos estudando no curso. Mesmo assim, é importante deixar um pouco livre e depois discutir. É importante ter olhares múltiplos. É legal que o visitante, por ele mesmo interprete, e não seja passivo, esperando o monitor ou o professor dê tudo.

O debate seguiu com outros exemplos dos colegas, enfatizando a importância de terem feito essa disciplina para compreender conceitos intencionais ou não presentes nos quadros. Tornou-se polêmica a ideia da desconstrução do papel de um monitor responsável por explicar as obras. Concordando em partes, um professor em formação complementa:

acho interessante essa desconstrução, mas acho que isso só funciona se tem uma construção anterior, ou seja, uma educação para o museu. Acho que a criança precisa refletir sobre o que é o museu, o que é uma curadoria, como se comportar no museu, o que é preservação, o que é patrimônio... acho que só depois de incentivar a ida aos museus, entender e falar sobre [isso], o professor pode começar a desconstruir as práticas. Acho importante também ter aquele momento de ouvir o monitor falar. O sério ou historicamente correto possui esse estigma de ser chato. Então precisamos inventar elementos que tornem mais importantes. Para ser divertido você pode falar sério, não precisa esculachar. Depende da sua mediação: não é o museu em si que é chato.

Isso também aparece na parte das “reflexões finais” do relatório da visita a essas duas instituições de uma aluna. Sua conclusão não trouxe especialmente conteúdos da ciência, mas as reflexões acerca da educação, de sua própria formação e da reflexão acerca de sua futura atividade docente:

por meio da visita e da escrita desse relato foi possível perceber o quanto um trabalho de campo pode acrescentar e muitas vezes até permitir a vivência do que foi discutido em sala de aula. O preparo do

professor é essencial para fazer o recorte que importa de acordo com o objetivo que tem, e dos conteúdos que quer abordar. Além disso, é interessante como esse tipo de trabalho pode interferir positivamente na dinâmica dos alunos e professores. Por estarem em um ambiente não-formal de ensino, parece que as relações tornam-se mais próximas, sem entretanto que a autoridade do professor (não no sentido autoritário, mas enquanto aquele que ocupa uma posição diferenciada em relação aos alunos) seja perdida, pelo contrário: é a possibilidade de mostrar que alguns conhecimentos podem ser melhor entendidos com esse tipo de trabalho e que a conscientização disso vem por meio da mediação que o docente faz.

Ainda durante a discussão sobre a visita à Pinacoteca, a questão do registro científico foi colocada em foco – como analisamos no Capítulo 4, na parte de ciência como cultura. Logo na fala seguinte, esse tema foi conectado ao campo da educação. Uma pedagoga em formação considerou: “a gente vive em um mundo tão imagético, mas não sabemos ler imagem... isso não está presente na formação do estudante”. Então, dessa vez foi a professora quem estabeleceu a relação entre conceitos abordados na disciplina – no caso a importância do registro como prática científica – com a educação.

Na escolarização, o desenho só aparece na educação infantil. A partir do momento que tem alfabetização, a criança vai perdendo cada vez mais o exercício do desenho, da interpretação de imagens. Na escola, tem uma grande valorização da escrita. Isso está ligado também com a formação de professores, mas com uma cultura que está muito voltada à grande valorização do conhecimento através da escrita. Alguns trabalhos atuais, cada vez mais, tem valorizado essa reflexão. Até na história da ciência isso acontece. Os estudos que integram as imagens na história da ciência são recentes. Isso faz com que a gente se pergunte: qual é o significado social das imagens.

Essa fala apresenta mais um exemplo de permeabilidade entre debates da história da ciência e de concepções de educação. Com essa discussão ressaltamos mais uma vez como as perspectivas histórica e sociológica da ciência favorecem a compreensão de debates variados que aparecem no campo da educação. Essa disciplina, as participações da professora e as contribuições dos próprios estudantes evidenciam essa multiplicidade de relações e o enriquecimento das reflexões desse educador em formação. Foram capazes de se inspirar em um determinado campo com suas especificidades para repensar suas ideias e práticas docentes.

Finalizamos aqui com uma última situação mais reflexiva. Ao final do seminário sobre as ideias de Kuhn, o grupo encerrou seu seminário com provocações a seus colegas por meio das seguintes questões:

o modo como entendemos a história da ciência modifica a nossa atuação pedagógica. O ensino é linear e sem dúvidas, ou marcado por revoluções científicas? Como a gente explica? Nada é absolutamente neutro. Os paradigmas que temos em mente modificam a nossa percepção sobre as coisas tanto para buscar argumentos que justifiquem nosso paradigma, quanto para permitir novas descobertas. De que modo as instituições em que você trabalha ou estuda o ajudam a pensar e a moldar o que você pensa hoje? Como sua família e amigos o auxiliam ou auxiliaram no que você é hoje?

Entrando nesse debate, a aluna trouxe elementos que entrelaçam história da ciência, educação e docência, mas colocou foco na questão da formação desse profissional, seja acadêmica ou não. Mais uma vez, reconhece a importância do contexto histórico e nesse caso, singular, para o exercício de professor. Nessa fala, encontramos uma grande síntese dessa atividade reflexiva de entrelaçar entre a história da ciência e a formação do educador, representativa dos processos ocorridos na disciplina e nesta investigação.

Considerações finais

Como já abordado, está explícita na literatura a intenção de incorporar a perspectiva da HSFC na Educação Básica e, em especial, nos processos de formação de professores de ciências com o objetivo de favorecer a perspectiva emancipatória, política e reflexiva do sujeito na construção de uma concepção humanista de ciência e educação. Assim, sua própria percepção crítica é desenvolvida e, em segundo lugar, poderá trabalhar os conteúdos curriculares por essa abordagem no ensino-aprendizagem. Aqui enfatizamos a importância de se preocupar com a formação do pedagogo, pois além de ser responsável pelo ensino de ciências, trabalha com o conhecimento e com a interface entre esse e a sociedade em sua atividade docente, cotidianamente.

Defendemos a presença dessa perspectiva na formação do professor não apenas como uma ponte para que o aluno tenha a compreensão de um conhecimento por sua abordagem histórica, social e cultural. Mas, antes disso, o professor é um sujeito em si, inserido em seu contexto e é importante que entre em contato com e se aproprie da ideia de complexidade das ciências e que isso possa ser debatido com ele também. Ou seja, a formação de professores é um processo que tem fim em si mesmo e não apenas é um degrau para o ensino. De acordo com Nóvoa (1992),

a formação deve estimular uma perspectiva crítico-reflexiva, que forneça aos professores os meios de um pensamento autónomo e que facilite as dinâmicas de auto-formação participada. Estar em formação implica um investimento pessoal, um trabalho livre e criativo sobre os percursos e os projectos próprios, com vista à construção de uma identidade, que é também uma identidade profissional.” (NÓVOA, 1992, p. 12).

Com esse trecho, reconhecemos que os referenciais teóricos, bem como o estudo de caso empírico desenvolvido aqui evidenciam diálogos entre os propósitos da abordagem da HFSC no ensino de ciências e as inquietações no campo da formação de educadores, há muito em comum.

Em suma, reconhecemos que a disciplina de história da ciência contribuiu com a formação dos pedagogos e dos licenciandos por diversos fatores. Primeiramente, os estudantes leram, refletiram e debateram acerca de aspectos que possibilitaram a elaboração de concepções de ciência e ensino, o que se desenvolveu ao longo da disciplina, a partir da escolha da leitura de determinada bibliografia. Verificamos o reconhecimento, por parte dos próprios educadores em formação, de contribuições dos

debates e recursos didáticos desenvolvidos por eles para uma compreensão mais dinâmica, complexa e aprofundada de ciência.

Pela concepção de **ciência e sua historicidade**, os alunos identificaram o caráter histórico do conhecimento, ou seja, reconheceram a importância do tempo, em suas diversas escalas, e do espaço como elementos fundamentais no contorno das construções científicas. Mais uma concepção elaborada nesse percurso aponta o atrelamento entre **ciência e a sociedade**, contemplando suas esferas social, política, econômica, cultural, ideológica, permeado por controvérsias, disputas e negociações, admitindo o caráter de credibilidade ao invés da ideia de verdade das asserções científicas. Além disso, conceber a **ciência como cultura** favoreceu o reconhecimento das práticas, técnicas e registros como atividades científicas, superando a imagem de ciência como uma atividade apenas teórica e dogmática. Os educadores em formação constataram que, pela elaboração de que a ciência é histórica, social e cultural, está “mais próxima do que a gente imagina”, como diria uma das estudantes.

Nesse processo, os professores em formação produziram **associações com o ensino** dos conceitos científicos e escolares, refletindo sobre suas metodologias. Em primeiro lugar, evidenciou-se a noção de que **fazer ciência e ensinar ciência** no decorrer da história estiveram e estão imbricados, aproximando, então história da ciência e história da educação. Ademais, durante as apresentações dos grupos nos seminários e principalmente na mostra, foi possível perceber que as discussões travadas na disciplina favoreceram o desenvolvimento de atividades e dinâmicas para o ensino desses conteúdos – analisados nos casos estudados pela história da ciência – propriamente ditos. Nos próprios seminários, os alunos se viram desafiados a buscar recursos que favorecessem a comunicação dos conceitos aos colegas. Esse seria um primeiro exercício para pensar em como elaborar propostas para atingir, também, os alunos da Educação Básica. Essa perspectiva em sua formação lhes propicia recursos e metodologias para trabalhar os conteúdos científicos e suas imbricações históricas, sociais, práticas e educativas em sua atividade profissional, atingindo a sala de aula e a aprendizagem dos alunos. Portanto, favorece o ensino de conteúdos curriculares das áreas de ciência.

O desenvolvimento dessa definição complexa de ciência já é em si uma grande contribuição durante a graduação dos estudantes. Para além disso, esses professores em formação elaboraram analogias com os fundamentos da educação de maneira mais ampla, tangenciando teorias da educação. Preocuparam-se em pensar como as crianças

constroem suas concepções de ciência e quais poderiam ser essas, revisitando suas próprias ideias. Essas relações entre história da ciência e atividade docente ocorreu tanto no cenário teórico, por meio de reflexões e discussões, como em atividades práticas: elaboração de dinâmicas e materiais didáticos. Isso favoreceu sua formação enquanto sujeitos críticos, emancipados e reverbera diretamente sobre suas práticas docentes, contribuindo, finalmente, com a educação para a cidadania.

A disciplina de História da Ciência apresentou-se como possibilidade de aproximação entre discussões relativas aos fundamentos da educação e o ensino de práticas, proposto nas metodologias: é importante conhecer esses aspectos das ciências para repensar como nós, educadores, estamos trabalhando com ciências, ou com os diversos conhecimentos no processo educativo. Assim, as discussões ofereceram outra forma de aproximação entre pedagogo(a)s e ciência. Podemos aferir que esse processo favorece que o educador dos anos iniciais desperte o interesse nele mesmo e nos seus alunos, ou pelo menos que busque um olhar menos negativo e dogmático das ciências.

Para finalizar essa dissertação, retomamos às ideias de Nóvoa (1992) e reconhecemos que a perspectiva da HFSC não deve ser a única maneira possível de se atingir a emancipação e o pensamento crítico do professor, seria ilusório afirmar isso. No entanto, como argumentado ao longo desta pesquisa participante, esse contato favorece um olhar atento e analítico para o mundo, para a ciência e para a educação. Trata-se, então de um possível e rico encontro.

Referências

- ABRANTES, Paulo. **Imagens de natureza, imagens de ciência**. Campinas: Papirus, 1998.
- ALVES, Karla; FORSBERG, Maria Clara. A história da biologia e formação de professores de ciências: a contribuição de Alfred Russel Wallace para a teoria da evolução. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009.
- ALVIM, Marcia H.; ZANTONELLO, Marcelo. História das Ciências e Educação Científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, p. 349-359. 2014.
- ARBOLEDA, Luiz Carlos. Acerca del problema de la difusión científica en la periferia: el caso de la física newtoniana en La Nueva Granada (1740-1820). **Quipu Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología**, v. 1, n. 1, p. 7-30. 1987.
- AZANHA, José M. P. **A formação do professor e outros escritos**. São Paulo: Editora Senac, 2006.
- BANDEIRA, Camila M. S. **Expedição pelo riacho do Ipiranga: história, ciência e ambiente na educação**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- BASALLA, George. The spread of Western Science. **Science**, v. 156, p. 611-622. 1967.
- BERNAL, J.D. **Ciência na História**. Lisboa: Livros Horizonte, 1976. Vol II.
- BEZERRA, Vinicius. **A utilização do acervo do Museu da Educação e do Brinquedo (MEB) USP como instrumento do ensino em ciências na formação inicial de professores**. 2015. Trabalho de Iniciação Científica. (Graduação em Pedagogia) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- BORGES, Luiz Carlos. O lugar da Astronomia Cultural na História da Ciência. In: 13º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, 2012, São Paulo. **Anais do 13º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**. Rio de Janeiro: SBHC, 2012. v. 1. p. 1-11.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental: Ciências Naturais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.
- CARDOSO, A. M. **O recurso à história da física para uma aprendizagem por mudança conceptual no contexto da formação contínua de professores: um exemplo**

para a queda dos graves. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Aveiro, Aveiro (Portugal), 1996.

CARVALHO, Ana M. P.; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.

CHINELLI, Maura V.; FERREIRA, Marcus V.; AGUIAR, Luiz E. V. Epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 16, n. 1, p. 17-35, 2010.

COMPIANI, Maurício; GONÇALVES, Pedro W. 1996. Epistemologia e historia de la Geología como fuentes para la selección y organización del curriculum. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 4, n. 1, p. 38-45, 1996.

OKI, Maria da C.; MORADILLO, Edilson F. O ensino da historia da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 1, 2008.

COLAGRANDE, Elaine A. **A natureza da ciência e a interpretação de situações científicas**: um estudo com professores de ciências em formação. 2016. Tese (Doutorado) - Interunidades em ensino de ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. A história da matemática: questões historiográficas, políticas e reflexos na educação matemática. In: BICUDO, M. A. **Pesquisa em educação matemática**: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

DELICADO, Ana. Produção e reprodução da ciência nos museus portugueses. **Análise Social**, Lisboa (Portugal) n. 186, 2008.

DOMINGUES, Heloisa Maria; SÁ, Magali Romero. Controvérsias evolucionistas no Brasil do século XIX. In: DOMINGUES, Heloisa Maria. **A recepção do darwinismo no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.

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

ESPINOZA, Ana M. **Ciências na escola**: novas perspectivas para a formação dos alunos. São Paulo: Ática, 2010.

EZPELETA, Justa; ROCKWELL, Elsie. **Pesquisa Participante**. São Paulo: Cortez, 1986.

FARIA, Jussara T. **A contribuição da história da matemática na formação dos professores das séries iniciais**. 2010. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

FERREIRA, Alexandre; FERREIRA, Maria Elisa. A história da ciência na formação de professores. **História da Ciência e Ensino**, São Paulo, v. 2, 2010.

FIGUEIRÔA, Silvia, F. História e Filosofia das Geociências: relevância para o ensino e formação profissional. **Terrae Didactica**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 63-71. 2009.

FIGUEIRÔA, Silvia, F. Marcos para uma história das ciências no Brasil. In:_____. **As ciências geológicas no Brasil: uma história social e institucional – 1875-1934**. São Paulo: Ed. Hucitec, 1997.

FORATO, Thaís; GUERRA, Andreia; BRAGA, Marco. História das Ciências e Ensino de Ciências: Historiadores das ciências e educadores: frutíferas parcerias para um ensino de ciências reflexivo e crítico. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2. 2014.

FORATO, Thais C. M. **A natureza da ciência como saber escolar**: um estudo de caso a partir da história da luz. 2009. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FORQUIN, Jean C. **Escola e Cultura**. Bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar. Porto Alegre: Artmed, 1993.

FOUCAULT, Michel. **Microfísica do poder**. Organização e tradução de Roberto Machado. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1979.

GALIAN, Claudia V. A.; SAMPAIO, M. M. F. A noção de competência nas propostas curriculares para o Ensino Médio. In: Anais do VII colóquio luso-brasileiro sobre questões curriculares, 2014, Braga (Portugal), V.1, 2014.

GANDOLFI, Haira E. **A natureza da química em fontes históricas do Brasil colonial (1748 – 1855)**: contribuições da história da exploração mineral para o ensino de química. Dissertação (Mestrado). 2015. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2015.

GANDOLFI, Haira E.; FIGUEIRÔA, Silvia. Formação de professores e pesquisa em História das Ciências. **EDUCA: Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 4, nº 8, p. 3-28, mai/ago, 2017.

GHEDIN, Evandro; FRANCO, Maria Amélia S. **Questões de método na construção da pesquisa científica**. São Paulo: Cortez, 2008.

HOCHMAN, Gilberto. A ciência entre a comunidade e o mercado: leituras de Kuhn, Bourdieu, Latour e Knorr-Cetina. In: PORTOCARRERO, Vera (org.). **Filosofia, história e sociologia das ciências I**: abordagens contemporâneas. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1994.

HODSON, Derek. In search of meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in Science and Science education. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 5, 1992.

KNORR-CETINA, Karen. [1982] Comunidades científicas o arenas transepistémicas de investigación? Una crítica de los modelos cuasi-económicos de la ciencia. **Redes**, v. 3, n. 7, p. 129-160, set. 1996.

KUHN, Thomas. **Estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LAFUENTE, Antonio; ORTEGA, Maria L. Modelos de mundialización de la ciencia. **Arbor**: Ciencia, pensamiento y cultura, v. 142, p. 93-117, 1992.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: UNESP, 2000.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LIMA, Flávia P.; FIGUEIRÔA, Silvia. F. M. Etnoastronomia no Brasil: a contribuição de Charles Frederick Hartt e José Vieira Couto de Magalhães. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**: Ciências humanas, v. 5, n. 2, p. 295-313, 2010.

LIMA, Nísia Trindade; HOCHMAN, Gilberto. Condenado pela raça, absolvido pela medicina: o Brasil descoberto pelo movimento sanitário da Primeira República. In: MAIO, Marcos; SANTOS, R. V.(org). **Raça, Ciência e Sociedade**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1996. p. 23-40.

LIBÂNEO, José. Políticas educacionais no Brasil: desfiguramento da escola e do conhecimento escolar. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 46, n. 159, 2016.

LOPES, Maria Margaret. Culturas das Ciências Naturais. **Ciência & Educação**. v. 11, n. 3, p. 457-470, 2005.

MARCOVICH, Anne; SHINN, Terry. Posfácio. In: MERTON, Robert. **Ensaio de sociologia da ciência**. São Paulo: Editora 34, 2013.

MARQUES, Devidi. Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência. **História da Ciência e Ensino**, São Paulo, v. 11, 2015.

MARTINS, A. F. História, filosofia, ensino de ciências e formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades. **Educação**: teoria e prática, Rio Claro, v. 22, n. 40, mai./ago. 2012.

MATTHEWS, Michael. História, filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cadernos Catarinenses de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214. 1995.

- MAYR, Ernest. **Biologia, ciência única**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- MERTON, Robert. **Ensaio de Sociologia da Ciência**. São Paulo: Editora 34, 2013.
- MARTINS, Lilian A. P. A história da ciência e o ensino de biologia. **Ciência e Ensino**. n. 5, dez. 1998.
- MARINELI, Fábio. **A realidade das entidades científicas e a formação de professores de física: uma análise sócio-cultural**. 2016. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- MATHEWS, Michael. R. História, filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cadernos Catarinenses de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.
- MATTEDI, Marcos. **Sociologia e conhecimento: introdução à abordagem sociológica do problema do conhecimento**. Chapecó, SC: Editora Argos, 2006.
- NEWERLA, Vívian B. **Rios vistos e revistos: as expedições de exploração do sertão da comissão geográfica e geológica na história da ciência e ensino de ciências naturais**. 2000. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas, 2000.
- MOREIRA, Antônio F. B.; SILVA, Tomaz T. Sociologia e teoria crítica do currículo: uma introdução. In: **Currículo, Cultura e Sociedade**. São Paulo: Cortez, 1994.
- NÓVOA, Antônio. Para uma formação de professores construída dentro da profissão. In: _____. **Professores: imagens do futuro presente**. Lisboa (Portugal): Educa, 2009. p. 25-46.
- _____. Formação de professores e profissão docente. In: Os professores e sua formação. Lisboa (Portugal): Don Quixote, 1992.
- PATACA, Ermelinda M. Coleta, transporte e aclimação de plantas no Império Luso-Brasileiro (1777-1822). **Museologia & Interdisciplinaridade**, v. 5, p. 84-104. 2016.
- PASTORE, Gianriccardo G. Debate internalismo e externalismo: as ciências segundo, John Desmond Bernal. **Revista Transdisciplinar Logos e Veritas**, Cabo Frio, v. 1, n. 1, p. 12-18. 2014.
- PEDRINACI, E. Algunas aportaciones de la epistemología y la historia de la ciencia a la enseñanza de las ciencias. In: TRINDADE, V. (org.). **Metodologias do ensino das ciências: investigação e prática dos professores**. Évora (Portugal): Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação, 1999.
- PEDRINACI, Emilio. La construcción histórica del concepto de tiempo geológico. **Historia y epistemología de las ciencias**. v. 11, n. 3, 1993.

PIMENTA, Selma Garrido. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: _____ (org). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 1999.

POLANCO, Xavier. La ciencia como ficción. Historia y contexto. In: SALDAÑA, J. (Org.) **El perfil de la ciencia en América**. México: Sociedade Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, 1986.

PREMEBIDA, Adriano; NEVES, Fabrício M.; ALMEIDA, Jalcione. Estudos Sociais em ciência e tecnologia e suas distintas abordagens. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 13, n. 26, p. 22-42, jan./abr. 2011.

PRICE, Derek de Solla. O Relógio Celeste na Grécia e na China. In: _____. **A Ciência desde a Babilônia**. São Paulo: Edusp, 1976.

RAJ, Kapil. **Relocating modern science: circulation and the construction of knowledge in South Asia and Europe, 1650–1900**. Londres (Inglaterra): Palgrave MacMillan, 2007.

ROSSI, Paolo. **Os filósofos e as máquinas**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

SACRISTAN, J. G.; GOMEZ, A. P. **Compreender e transformar o ensino**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SALDAÑA, Juan J. Ciência e Identidade Cultural: história da ciência na América Latina. IN: FIGUEIRÔA, Silvia (org.). F. **Um olhar sobre o passado: história da ciência na América Latina**. Campinas: Editora da Unicamp, 2000.

SALDAÑA, Juan J. Mi experiencia como editor de la revista Quipu. **Boletín Mexicano de Historia y Filosofía de la Medicina**, Ciudad de Mexico, v. 7, n. 2, p. 60-65. 2004.

SANTOS, Maria Eduarda Vaz Moniz dos. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a novas dimensões epistemológicas. **Revista CTS**, nº6, v. 2. 2005.

_____. Ciência como cultura: paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar. **Química Nova**, v. 32: n.2, p. 530-537, 2009.

SANTOS, Anderson. **Concepções de professores atuantes e em formação sobre a história da química e a natureza da ciência**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.

SHAPIN, Steven. **Nunca pura: estudos históricos de ciência como se fora produzida por pessoas com corpos, situadas no tempo, no espaço, na cultura e na sociedade e que se empenham por credibilidade e autoridade**. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013.

SHAPIN, Steven; SCHAFER, Simon. **El Leviathan y la bomba de vacío: Hobbes, Boyle y la vida experimental**. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes Editoria, 2005.

SILVA, Ana Carolina C. P. da; RIBEIRO, Igor S. **Revista Piá**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Comunicação Social\Jornalismo) – Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SILVA, Michele A. da. **História da Ciência - contribuição à cidadania no Ensino Fundamental I: propostas didáticas**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática) – Universidade Federal do ABC. Santo André, 2014.

SILVA, Tatiana T. **Darwin na sala de aula: replicação de experimentos históricos para auxiliar a compreensão da teoria evolutiva**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) Interunidade em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SCMIEDECKE, Winston G. **A História da ciência nacional na formação e na prática de professores de física**. 2016. Tese (Doutorado) – Interunidades em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

TRABULSE, Elias. **Ciencia y Religión en el Siglo XVII**. Ciudad de México: El Colegio de México, 1974.

VERGARA, Moema de R. Ciência e Modernidade no Brasil: A constituição de duas vertentes historiográficas da ciência no século XX. **Revista Brasileira da História da Ciência**, v. 2, n. 1, p. 22-31, 2004.

VISSICARO, Suseli de P. **A construção de uma proposta didático-pedagógica a partir da história dos instrumentos de navegação marítima dos portugueses**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do ABC. Santo André, 2014.

YOUNG, Michael. F. D. Education, Globalization and the “voice of knowledge”. **Journal of Education and Work**, v. 22, p. 193-204, 2009.