

Gabriela Kaiana Ferreira

**REFLEXÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA:
CONFIGURAÇÕES E INTENÇÕES NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES DE FÍSICA**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de doutor em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Dr. José Francisco Custódio

FLORIANÓPOLIS
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca
Universitária da UFSC

Ferreira, Gabriela Kaiana

REFLEXÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA :
CONFIGURAÇÕES E INTENÇÕES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES
DE FÍSICA / Gabriela Kaiana Ferreira ; orientador,
José Francisco Custódio Filho, 2018.
363 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas,
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e
Tecnológica, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

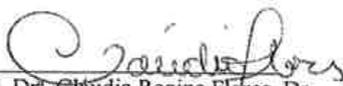
1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Natureza
da Ciência. 3. Formação de Professores de Física. 4.
Crenças de Professores. I. Custódio Filho, José
Francisco. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação
Científica e Tecnológica. III. Título.

Gabriela Kaiana Ferreira

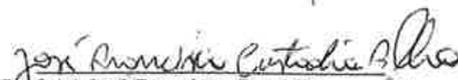
**REFLEXÕES SOBRE A NATUREZA DAS CIÊNCIAS: CONFIGURAÇÕES E
INTENÇÕES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA**

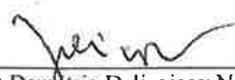
Esta Dissertação/Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de "Doutor (a)" e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica

Florianópolis, 20 de dezembro de 2018.

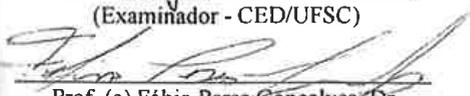

Prof.ª Dr.ª Claudia Regina Flores, Dr.
Coordenadora

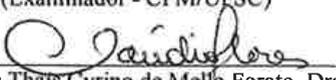
Banca Examinadora:


Prof. (a) José Francisco Custódio Filho, Dr.
(Orientador - CFM/UFSC)


Prof. (a) Demétrio Delizoicov Neto, Dr.
(Examinador - CED/UFSC)


Prof. (a) Paulo José Sena dos Santos, Dr.
(Examinador Suplente - CFM/UFSC)


Prof. (a) Fábio Peres Gonçalves, Dr.
(Examinador - CFM/UFSC)


Prof. (a) Thais Cyrino de Mello Forato, Dra.
(Examinadora - ICAQF/UNIFESP)

Professora Cláudia Regina Flores
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação
em Educação Científica e Tecnológica
CFM/CED/CCB/UFSC
Dissertação, 2063/2018/GR

AGRADECIMENTOS

O momento tão esperado chega trazendo junto os afetos de uma vida e a vontade de agradecer infinitamente todos que se fizeram presentes até aqui.

Primeiramente, meus eternos agradecimentos à minha família. Ao meu pai e a minha mãe que, por acreditarem nos meus sonhos, sempre me incentivaram a lutar pelos meus ideais. Ao meu irmão Vinicius e minha irmã Luana pelo carinho e companheirismo, por compartilhar sonhos e ideais.

Meus agradecimentos sinceros ao meu orientador José Francisco Custódio que, desde 2006, desempenha papel fundamental na minha formação acadêmica e profissional. Das orientações terapêuticas para amenizar as ‘dores’ da dissertação e da tese, me ensinou a sofisticar reflexões e renovar o espírito acadêmico.

Meus agradecimentos aos amigos e companheiro.

Meus agradecimentos aos amigos, colegas e professores PPGECTianos que participaram desta caminhada iniciada em 2010 no mestrado e em 2014 no doutorado, ainda que os encontros sejam cada vez mais raros, as memórias do que construímos juntos são sempre presentes.

Meus agradecimentos aos amigos e colegas, alunos e professores, da Universidade Federal do Paraná, do Setor Palotina e do Centro de Estudos do Mar, pela compreensão e estímulo diário para permanecer firme de construção deste trabalho.

Meus agradecimentos a todos os docentes universitários que participaram desta pesquisa dedicando seu tempo a compartilhar suas reflexões e crenças sobre a natureza da ciência.

Meus humildes agradecimentos ao povo brasileiro.

RESUMO

Na educação científica há uma preocupação e defesa de professores e pesquisadores por um ensino que possibilite a compreensão da natureza da ciência e dos princípios da pesquisa científica que leve em consideração aspectos essenciais como a finalidade do trabalho científico, a natureza do conhecimento científico e a ideia de que a ciência é um empreendimento social, valorizando portanto a percepção sobre ciências como uma atividade humana, permeada e condicionada por valores éticos, econômicos, políticos, culturais. Nesse sentido, para além de definições e relações básicas, defende-se a importância de se conhecer o campo de validade, as justificativas, as circunstâncias em que determinado conhecimento pode ser enfraquecido ou mesmo rejeitado. Além do mais, temas emergentes em filosofia, história e epistemologia das Ciências podem contribuir para a construção de uma imagem mais rica e valorativa da ciência, quando as discussões são adequadamente apropriadas e incorporadas às práticas de professores de Ciências e de Física, em formação e em exercício, na educação básica e superior. Nesse contexto, uma preocupação bastante relevante que tem relação com o panorama atual dos cursos de formação de professores consiste na formação e valorização dos docentes formadores de professores com relação às discussões da natureza da ciência, bem como sobre a história, a filosofia, a epistemologia e a sociologia das ciências e da física. Pensando nisso, desenvolvemos este trabalho com o objetivo de caracterizar a influência das crenças sobre natureza da ciência de docentes universitários formadores de professores de Física que atuam nos cursos de Licenciatura em Física. Neste trabalho, utilizamos uma metodologia de abordagem qualitativa, a fim de compreender e explicar dinâmicas e relações entre o contexto propositivo dos documentos que orientam os cursos de Licenciatura em Física e o contexto em que atuam os docentes universitários formadores de professores de Física nestes cursos nas instituições públicas de ensino superior no Brasil. Esta pesquisa, foi também apoiada por uma abordagem quantitativa para caracterização mais ampla deste contexto. Na primeira etapa, tivemos como objetivo *mapear a oferta de disciplinas com discussões sobre natureza da ciência em cursos de Licenciatura em Física no Brasil*, por meio de pesquisa documental em torno dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) e Matrizes Curriculares (MC) de cursos de Licenciatura em Física. Na segunda etapa, tivemos como objetivo *identificar as crenças epistemológicas compartilhadas pelos docentes universitários*,

formadores de professores de Física e, a partir disso, analisar as imagens sobre a natureza da ciência compartilhadas nas relações que estes formadores estabelecem com os licenciandos e com o conhecimento nas disciplinas que lecionam nos cursos de Licenciatura em Física. Para tanto, foram desenvolvidas entrevistas semi-estruturadas com docentes universitários destes cursos. Entre as principais contribuições desta investigação, evidenciamos a pouca articulação do ensino sobre natureza da ciência nos cursos de Licenciatura em Física e dificuldades enfrentadas pelos docentes em modificar suas práticas; não há consenso sobre o que ensinar e como ensinar sobre natureza da ciência, ainda que haja um predomínio de temas de natureza da ciência considerados importantes pelos docentes universitários; necessidade de uma renovação no debate sobre natureza da ciência.

Palavras-chave: Natureza da Ciência, Formação de Professores de Física, Crenças de Professores.

ABSTRACT

In scientific education, teachers and researchers are concerned with and defend a teaching practice that enables an understanding of the nature of sciences and the principles of scientific research that considers essential aspects such as: the purpose of scientific work, the nature of scientific knowledge and the idea that science is a social enterprise, valuing the perception of science as a human activity, permeated and conditioned by ethical, economic, political, and cultural values. In this sense, in addition to definitions and basic relations, the importance of knowing the field of validity, the justifications, the circumstances in which certain knowledge can be weakened or even rejected is defended. Moreover, emerging themes in philosophy, history and epistemology of science can contribute to the construction of a richer and more valued image of science, when the discussions are rightly appropriate and incorporated into the practices of Science and Physics teachers, in training and in exercise, in both basic and higher education. In this context, a very relevant concern related to the current panorama of teacher training courses regards the training and valuation of teacher educators in relation to discussions of the nature of science, as well as on history, philosophy, epistemology and the sociology of science and physics. Bearing this in mind, the objective of this work is to characterize the influence of beliefs about the nature of science amongst university professors in charge of training Physics teachers at the undergraduate level. In this work, we use a methodology of qualitative approach, in order to understand and explain dynamics and relationships between the propositional context of the documents that guide the undergraduate courses in physics and the context in which the university teachers train physics teachers in these courses in the institutions of higher education in Brazil. For broader characterization of the general context, a quantitative approach was used. In the first stage, we aimed to map the offer of disciplines with discussions about the nature of science in undergraduate courses in Physics in Brazil, through documentary research on the Course Teaching Projects (PPC) and Curricular Matrices (MC) of undergraduate courses in Physics. In the second stage, we aimed to identify the epistemological beliefs shared by university Physics teachers, teachers of Physics teachers and, subsequently, analyze how such images about the nature of science are shared by means of the relations that these trainers establish with students and knowledge itself. To that end, semi-structured interviews with university teachers of these courses were conducted. Among the main contributions of this research,

we underline the following findings: (a) the weak integration of teaching about the nature of science within the general training in Physics and the consequent difficulties faced by teachers in modifying their practices; (b) the lack of consensus on what and how to teach this topic, in spite of both the actual predominance of discussions related to it and the importance given to the issue by university teachers; and (c) the need for a renewal of the debate on this topic.

Keywords: Nature of Science, Teacher Training in Physics, Teacher Beliefs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de funcionamento de como as crenças/teorias epistemológicas influenciam a aprendizagem em sala de aula.....	109
Figura 2– Turno de oferta dos cursos de Licenciatura em Física de Instituições Públicas de Ensino Superior no Brasil.....	159
Figura 3 – Ano de implementação dos cursos de Licenciatura em Física de Instituições Públicas de Ensino Superior no Brasil (última versão do Projeto Pedagógico de Curso).....	160
Figura 4 – Fase de oferta de disciplinas com discussões sobre a natureza da ciência de cursos de Licenciatura em Física de Instituições Públicas de Ensino Superior no Brasil.....	161
Figura 5 – Distribuição do quantitativo de disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência classificadas com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, e em relação ao caráter de oferta obrigatória ou optativa/eletiva.....	163
Figura 6 – Departamentos e núcleos de oferta das disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência classificadas com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3).....	170
Figura 7 – Representação esquemática da distribuição dos cursos que apresentam em suas matrizes curriculares disciplinas referentes aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física e suas intersecções, pertencentes aos Grupos 1, 2 e 3, nos cursos de Licenciatura em Física de instituições de ensino superior públicas no Brasil, de acordo com nossa proposta de classificação.....	182
Figura 8 – Representação esquemática da distribuição dos cursos (99% dos cursos) que apresentam em suas matrizes curriculares disciplinas referentes aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes aos Grupos 1, 2 e 3, nos cursos de Licenciatura em Física de instituições de ensino superior públicas no Brasil, de acordo com nossa proposta de classificação.....	184

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparação de princípios sobre natureza da ciência emergentes do estudo empírico de Osborne et al. (2001, 2003) e dos estudos teórico e normativos de documentos curriculares oficiais de McComas e Olson (1998) e McComas et al. (1998b).....	39
Quadro 2 – Questionário de visões sobre Natureza da Ciência – Formulário C (VNOS-C).....	48
Quadro 3 – Dimensões da Confiabilidade da Ciência como instrumento de avaliação da Natureza da Ciência ‘Completa’ proposta por Allchin (2011).....	60
Quadro 4 – Matriz de Campos Teóricos Estruturantes com seus estágios e vertentes que permite tratar a evolução de ideias metateóricas e suas relações com os grandes eixos conceituais proposta por Adúriz-Bravo (2005, 2007).....	69
Quadro 5 – Campos Teóricos Estruturantes e Questões Metateóricas Clássicas para a natureza da ciência conforme proposto por Adúriz-Bravo (2005, 2007).....	70
Quadro 6 – Eixos para discussão de conteúdos e exemplos de temas da Natureza da Ciência proposta por Martins (2015).	72
Quadro 7 – Comparação entre as perspectivas teórico-metodológicas do debate sobre a Natureza das Ciências na Educação Científica em relação (a) à forma de apresentação dos conteúdos sobre a natureza da ciência e (b) aos conteúdos propriamente atribuídos à temática da natureza da ciência. Em ambos os quadros, as células destacadas evidenciam pontos/elementos da natureza da ciência que não superam as críticas apontadas e reunidas pelos autores conforme análise realizada. Legenda: (X) representa uma resposta afirmativa à questão; (–) representa uma resposta negativa à questão.	79
Quadro 8 – Sistematização feita por Hofer (2001) com relação às concepções e definições sobre epistemologia pessoal na área de pesquisa.	108
Quadro 9 – Protocolo de entrevista semi-estruturada aplicada na fase (a) pré-instrução; (b) pós-instrução.....	117
Quadro 10 – Proposta Curricular para o curso de Ciências Físicas da FFCL da USP em 1934.	129
Quadro 11 – Programa da disciplina Teorias Físicas e História da Física do Curso de Ciências Físicas da FFCL da USP em 1934.....	130

Quadro 12 – Categorização e Subcategorização dos conteúdos das ementas das 390 disciplinas segundo Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977).	191
Quadro 13 – Questões do protocolo de entrevista organizadas nos blocos de análise: formação e atuação profissional geral e específica dos docentes universitários; crenças sobre sua prática de pesquisa, os estudantes, a natureza da ciência e o ensino da natureza da ciência e sua prática pedagógica; conhecimentos sobre legislação para a formação do físico e para a formação de professores; e projeto pedagógico do curso.	228

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativo de cursos de Licenciatura em Física em instituições de ensino superior públicas no Brasil (a) por unidade federativa e (b) por região.	150
Tabela 2 – Quantitativo de disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência, ofertadas por unidade federativa, instituição e curso, classificadas com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3), e em relação ao caráter de oferta obrigatória ou optativa/eletiva que fazem parte da amostra.	164
Tabela 3 – Carga horária de disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência de acordo com: (i) o panorama geral (primeira coluna) e (ii) os Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3) (demais colunas).	166
Tabela 4 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP) que fazem parte da amostra.	172
Tabela 5 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1, e Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).....	176
Tabela 6 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupos 1, e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).	178

Tabela 7 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes aos Grupos 1 e 2 e 3, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).....	180
Tabela 8 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).	181
Tabela 9 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).	181
Tabela 10 – Quantitativo de menções à temática da natureza da ciência em cada uma das categorias e classificadas de acordo com Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, e em relação ao caráter de oferta obrigatória ou optativa/eletiva.	200
Tabela 11 – Quantitativo de menções à temática da natureza da ciência categorizados como ‘Temas de Epistemologia, Filosofia, Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’, com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3), e em relação ao caráter de oferta obrigatória ou optativa/eletiva.....	207
Tabela 12 – Quantitativo de menções à temática da natureza da ciência categorizados como ‘Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da Ciência’, com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3), e em relação ao caráter de oferta obrigatória ou optativa/eletiva. *Nesta subcategoria foram associados extratos que faziam referência a filósofos, epistemólogos e sociólogos da ciência, mas que não apresentavam	

nenhuma outra especificação ou informação que possibilitasse a identificação destes.	210
Tabela 13 – Instituições de ensino superior e cursos de Licenciatura em Física selecionados conforme os critérios estabelecidos sendo (da esquerda para a direita e de cima para baixo) cursos que oferecem: (a) apenas disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física; (b) disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e Saberes Pedagógicos; (c) disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e Saberes Disciplinares de Física; e, (d) disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física.	233
Tabela 14 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1, quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).	235
Tabela 15 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1, e Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2, quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).....	236
Tabela 16 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupos 1, e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3, quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).....	237
Tabela 17 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas com ofertas de disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes aos Grupos 1 e 2 e 3, quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).....	238
Tabela 18 – Instituições de Ensino Superior Públicas e Cursos de Licenciatura em Física onde atuam os docentes de ensino superior que compuseram a amostra selecionada e participaram da entrevista.	240

Tabela 19 – Instituições de Ensino Superior Públicas e Cursos em que os docentes universitários entrevistados realizaram sua formação de graduação. Os pontos destacados referem-se: *docente cursou Bacharelado e Licenciatura em Física; **docente cursou Licenciatura em Química e Física.	242
Tabela 20 – Instituições de Ensino Superior Públicas e Cursos em que os docentes universitários entrevistados realizaram sua formação de mestrado.....	243
Tabela 21 – Instituições de Ensino Superior Públicas e Programas de Pós-Graduação nos quais os docentes universitários entrevistados realizaram/realizam sua formação de doutorado.....	244
Tabela 22 – Linhas de pesquisa dos trabalhos desenvolvidos na formação de pós-graduação – mestrado e doutorado – pelos docentes universitários entrevistados.	246
Tabela 23 – Instituições de Ensino Superior Públicas e Áreas em que os docentes universitários entrevistados declararam atuar.	247
Tabela 24 – Informações sobre atividades desenvolvidas – ensino, pesquisa, extensão e administração – pelos docentes universitários entrevistados e compatibilidade entre formação recebida e atuação profissional declarada pelos docentes.	249
Tabela 25 – Interesse/linhas de pesquisa dos docentes universitários entrevistados.	250
Tabela 26 – Disciplinas ministradas pelos docentes universitários entrevistados nas instituições/cursos em que atuam com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e Saberes Pedagógicos. *Disciplinas com mesmo nome, ofertadas por diferentes instituições de ensino superior, docentes universitários e com diferentes ementas.....	251

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Acre
AL – Alagoas
AM – Amazonas
AP – Amapá
BA – Bahia
CE – Ceará
DF – Distrito Federal
ES – Espírito Santo
GO – Goiás
IC – Iniciação Científica
IES – Instituições de Ensino Superior
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
LF – Licenciatura em Física
MA – Maranhão
MC – Matriz Curricular
MEC – Ministério da Educação
MG – Minas Gerais
MS – Mato Grosso do Sul
MT – Mato Grosso
PA – Pará
PB – Paraíba
PE – Pernambuco
PI – Piauí
PPC – Projeto Pedagógico de Curso
PR – Paraná
RJ – Rio de Janeiro
RN – Rio Grande do Norte
RO – Rondônia
RR – Roraima
RS – Rio Grande do Sul
SC – Santa Catarina
SE – Sergipe
SP – São Paulo
TO – Tocantins
UF – Unidade Federativa

SUMÁRIO

1. NATUREZA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	33
1.1. Perspectivas teórico-metodológicas do debate sobre Natureza da Ciência na Educação Científica: uma visão consensuada	35
1.2. Perspectivas teórico-metodológicas do debate sobre a Natureza da Ciência na Educação Científica: perspectivas renovadas	54
A) Características da Ciência (<i>Features Of Science</i>)	54
B) Natureza da Ciência ‘Completa’ (<i>Nature Of ‘Whole’ Science</i>)	57
C) Semelhança de Família (<i>Family Resemblance Approach</i>)	61
D) Campos Teóricos Estruturantes (<i>The ‘Structuring Theoretical Fields</i>)	66
E) Natureza da Ciência por meio de Questões	70
1.3. Perspectivas teórico-metodológicas do debate sobre a Natureza da Ciência na Educação Científica: contrastes e aproximações entre as perspectivas consensuada e renovadas	73
1.4. Importância e implicações do debate sobre a Natureza da Ciência na Educação Científica	82
1.5. Considerações Parciais	90
2. CRENÇAS DE PROFESSORES E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	93
2.1. Saberes Docentes	94
2.2. Crenças de Professores	99
2.3. Crenças Epistemológicas Pessoais	107
2.4. Crenças Epistemológicas Pessoais da Natureza da Ciência	114
2.5. Considerações Parciais	123
3. NATUREZA DA CIÊNCIA NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA NO BRASIL: INTENÇÕES DECLARADAS NOS DOCUMENTOS REGULADORES E ORIENTADORES E TENDÊNCIAS DAS PESQUISAS EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	127
3.1. Debate sobre Natureza da Ciência nos cursos de Licenciatura Em Física no Brasil: em busca de algumas origens	128
3.2. Legislações e diretrizes para a formação de professores de física e o debate sobre Natureza da Ciência	132

3.3. Estudos sobre a Natureza da Ciência nos cursos de formação de professores de Física: tendências das pesquisas em Educação Científica e Tecnológica	140
3.4. Considerações Parciais	145

4. CENÁRIOS DO DEBATE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA LICENCIATURA EM FÍSICA NO BRASIL.....	147
4.1. Caracterização da metodologia de investigação	148
4.2. Análise de Conteúdo	153
4.3. Dados e análise dos cursos e disciplinas	159
4.4. Categorização e análise das ementas	187
A) Software de análise de dados: ATLAS.ti	187
B) Categorias de análise das ementas	187
C) Análise das ementas	198
4.5. Considerações Parciais	218

5. CRENÇAS EPISTEMOLÓGICAS DE DOCENTES UNIVERSITÁRIOS FORMADORES DE PROFESSORES DE FÍSICA	
.....	225
5.1. Caracterização da metodologia de investigação	226
a) Protocolo de entrevista	227
b) Definição da amostra	231
5.2. Análise das entrevistas com Docentes Universitários: formação acadêmica e atuação profissional	241
A) Formação acadêmica dos Docentes Universitários	241
B) Atuação profissional dos Docentes Universitários	246
5.3. Análise das entrevistas com Docentes Universitários: crenças epistemológicas	252
A) Crenças sobre a Natureza Da Ciência.....	252
B) Crenças sobre a aprendizagem da Natureza da Ciência pelos estudantes	262
C) Crenças sobre o ensino da Natureza da Ciência e influência na prática pedagógica do docente	281
5.4. Discussão	311
Considerações Finais.....	323
Referências.....	335
Anexo	357

INTRODUÇÃO

No cotidiano da sala de aula na educação básica poucos são os estudantes que questionam, ou mesmo os professores que se perguntam, sobre o que é ciência ou quem é que faz ciência. Quando esses questionamentos surgem, não raro vem à mente a imagem de um homem atrapalhado, incompreendido e, muitas vezes, ridicularizado pelos colegas, amigos e família, qualificado como genial pelo simples fato de ‘fazer invenções e descobertas científicas’ que podem, em casos mais extremos, colocar a humanidade em risco. É esta a compreensão mais comum sobre o trabalho do cientista, alguém que inventa e descobre coisas em um momento de iluminação e genialidade.

Uma das razões para o compartilhamento deste tipo de compreensão entre as pessoas está associada com a imagem construída sobre o cientista e da própria ciência veiculada pelos meios de comunicação desde o início do século XX em todo o mundo (SOARES; SCALFI, 2014). Seja na mídia especializada ou não especializada em divulgação científica, prevalece o apelo a roteiros, histórias e cenários emocionalmente sensibilizadores, voltando pouca atenção ao processo de produção científica. No cinema, personagens que se tornaram famosas e filmes de ficção científica colaboraram de forma decisiva para a construção da imagem pública da ciência e dos cientistas. O cientista, um homem que usa jaleco branco e óculos, trabalha em um laboratório cercado de vidrarias ou fórmulas matemáticas, tem sua saúde psicológica um tanto questionada, o que leva a acreditar que, se tiver a intenção, a partir de seu trabalho científico pode ser capaz de colocar a humanidade em risco. Mais recentemente, a figura do cientista tem sido associada a cultura *nerd* e *geek*, caricaturada pela mídia por personagens que consomem tecnologias e produtos que também estão presentes no cotidiano e contexto de uma parcela dos estudantes. Algumas imagens sobre ciência e o cientista são construídas, compartilhadas e permanecem no imaginário do grande público.

Ainda que os meios de comunicação de massa influenciem a construção destas compreensões dos sujeitos, em muitos casos, é na escola, especificamente nas aulas de ciências, onde ocorre o primeiro contato formal da criança com o conhecimento científico e provavelmente com a imagem do cientista. No entanto, mesmo durante ou após o ensino formal de Ciências, Física, Química, Biologia ou Matemática, as compreensões construídas e propagadas em torno do que é ciência, de quem é o cientista e do seu trabalho não são muito diferentes das

mencionadas anteriormente. Estudos em torno das compreensões compartilhadas pelos estudantes sobre a natureza do conhecimento científico tem mostrado que imagens estereotipadas e ingênuas são as mais comumente associadas à figura do cientista e das atividades que desenvolve (KOMINSKY; GIORDAN, 2002; REIS; RODRIGUES; SANTOS, 2006). **Mas por que estudantes da educação básica constroem imagens como estas sobre ciência e fazer ciência? Qual é a necessidade de se desenvolver noções sobre os processos de construção de conhecimento da cultura científica em atividades de ensino de Ciências, tendo em vista as demandas atuais da educação básica? Por que é importante tratar de questões sobre a natureza do conhecimento científico nas aulas de Ciências?**

Essas preocupações não são recentes. Driver *et al.* (1996) embasados por extenso estudo empírico e de revisão de literatura, sinalizam que o estudo da natureza das Ciências sustenta a aprendizagem em Ciências, contribuindo para a utilização deste conhecimento durante a vida. Os autores ressaltam que há três aspectos essenciais numa perspectiva de compreensão pública da ciência, são eles: a finalidade do trabalho científico, a natureza do conhecimento científico, e a ideia de que a ciência é um empreendimento social, valorizando, portanto, a percepção sobre ciências como uma atividade humana, permeada e condicionada por valores éticos, econômicos, políticos, culturais.

Schwartz, Lederman e Crawford (2004) defendem uma educação científica que possibilite a compreensão da natureza da ciência, para além da mera ênfase sobre fatos, leis e métodos de investigação científicos. Os autores enfatizam a importância de se compreender os processos cognitivos e sociológicos por meio dos quais o conhecimento científico é desenvolvido, incluindo os acordos e convenções envolvidos, seus critérios de aceitação e de utilidade, bem como as influências e limitações que resultam do empreendimento científico como um esforço humano.

Ao defenderem a importância do debate sobre a natureza da ciência na educação científica e no processo de tomada de decisões tecnocientíficas com interesse social, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) enfatizam a importância de um trabalho coletivo de reflexão crítica a cerca de visões distorcidas sobre a natureza da ciência e da tecnologia. Os autores reforçam a necessidade da construção de uma visão mais adequada da atividade científica e tecnológica que expresse o consenso básico de diversos epistemólogos contemporâneos, à margem das suas discrepâncias e debates pontuais a fim de fomentar uma alfabetização

científica e tecnológica de cidadãos mais críticos e reflexivos que, futuramente, participarão na tomada de decisões.

Em um estudo sobre tendências e inovação curricular dos cursos de Física no Brasil na década de 1990, Carvalho e Vannucchi (1995) evidenciaram, a partir de uma análise aprofundada das discussões e publicações nos principais eventos científicos na área de ensino de Física, a grande importância atribuída à História e Filosofia da Ciência. As autoras afirmam que o crescente número de trabalhos com sugestões e aplicações sobre esta temática apresentados e publicados nesta época já indicavam a necessidade de uma renovação do ensino de ciências e uma valorização de aspectos da produção científica, progresso científico e tecnológico, e da possibilidade de interpretação e de crítica deste processo. Segundo as autoras,

Este objetivo [de renovação do ensino de ciências] nos leva a uma visão de ciência como construção permanente, como um conhecimento socialmente elaborado e portanto vinculado a um contexto que impõe necessidades, que cria demandas, que faz pressões, que julga e que opta. Ao encararmos a ciência dessa forma, passamos a acreditar que os especialistas e o conhecimento que produzem estão igualmente sujeitos a diferentes visões e valores e devemos então nos sentir mais envolvidos e responsáveis pelas decisões que são tomadas. (CARVALHO; VANNUCCHI, 1995, p. X).

Carvalho e Vannuchi (1995) há mais de 20 anos defendiam a importância de um ensino de ciências que contribuísse com a construção de uma visão de uma ciência inacabada, em constante desenvolvimento, influenciada por fatores sociais, históricos e pessoais. Neste mesmo sentido, Matthews (1994), ao defender a inserção da história, filosofia e sociologia das ciências nas aulas de ciências, enfatiza que:

A história, filosofia e sociologia da ciência não têm todas as soluções para esta crise, mas têm algumas respostas: podem humanizar as ciências e aproximá-las mais dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos; podem tornar as aulas mais estimulantes e reflexivas, incrementando assim as capacidades do pensamento crítico; podem contribuir a uma compreensão maior dos conteúdos científicos; podem contribuir um pouco na superação do “mar sem sentido” em que um

comentarista disse que haviam se afogado as aulas de ciências, nas quais se recitam fórmulas e equações, mas onde poucos conheciam seus significados; podem melhorar a formação dos professores contribuindo com o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, isto é, a um melhor conhecimento da estrutura da ciência e seu lugar no marco intelectual das coisas. (MATTHEWS, 1994, p. 256)¹.

Assim como Carvalho e Vannucchi (1995), Matthews (1994) considera que temas emergentes em filosofia, história e epistemologia da ciência podem contribuir na construção de uma imagem mais rica e valorativa da ciência do que a geralmente apresentada nos textos escolares e nas aulas de Ciências. Entretanto, o autor ressalta a importância da apropriação adequada destas discussões por professores de Ciências em formação e em exercício para o êxito destas propostas.

A abordagem de temas emergentes em filosofia, história e epistemologia da ciência geralmente apresentam como um dos principais objetivos, aprender sobre natureza da ciência, aprender sobre o processo e o contexto da ciência, bem como com reflexões críticas sobre suas condições e restrições.

No entanto, mesmo que os professores de ciências não tenham o objetivo explícito de ensinar ciências a partir de abordagens da natureza da ciência, isto é, não tenham como objetivo explícito ensinar sobre natureza da ciência, sempre há uma visão de ciência implícita no ensino de ciência sobre o que é ciência, o que importa ou não na ciência, e como a ciência se desenvolve. Embora as visões e imagens epistemológicas

¹ Citação original: “*La historia, filosofía y sociología de la ciencia no tienen todas las soluciones para esta crisis pero sí tienen algunas respuestas: pueden humanizar las ciencias y acercarlas más a los intereses personales, éticos, culturales y políticos; pueden hacer las clases más estimulantes y reflexivas, incrementando así las capacidades del pensamiento crítico; pueden contribuir a una comprensión mayor de los contenidos científicos; pueden contribuir un poco a superar el «mar de sinsentidos» en que un comentarista dijo se habían engolfado las clases de ciencias, donde se recitaban fórmulas y ecuaciones, pero donde pocos conocían su significado; pueden mejorar la formación del profesorado contribuyendo al desarrollo de una epistemología de la ciencia más rica y más auténtica, esto es, a un mejor conocimiento de la estructura de la ciencia y su lugar en el marco intelectual de las cosas.*” (MATTHEWS, 1995, p. 256).

sobre a natureza da ciência durante as aulas de física sejam inevitáveis, ainda há pouca pesquisa empírica que esclareça sobre como as mensagens implícitas sobre a ciência realmente influenciam o entendimento epistemológico dos estudantes (HÖTTECKE, 2008; HÖTTECKE; SILVA, 2011).

Com relação a importância da apropriação destas discussões pelos professores, Shulman (1986, p. 9) argumenta que:

Pensar com propriedade sobre o conhecimento do conteúdo requer ir além dos fatos ou conceitos de um campo. Requer compreender a estrutura da disciplina [...]. Os professores não só devem ser capazes de definir aos estudantes as verdades aceitas em um campo. Devem também ser capazes de explicar por que uma certa proposição é considerada justificada, por que vale a pena conhecê-la e como se relaciona com outras proposições, tanto dentro da disciplina como fora dela, tanto na teoria como na prática.²

Em síntese, este e outros autores e pesquisadores na área de ensino de Ciências, defendem a importância de se ‘conhecer profundamente o conhecimento’ em questão, para além de definições e relações básicas. Defendem a necessidade de se conhecer também seu campo de validade, as justificativas, as circunstâncias em que determinado conhecimento pode ser enfraquecido e até mesmo rejeitado. **Mas será que a formação oferecida aos professores possibilita uma visão ampla e profunda sobre estas questões? Será que a formação oferecida atende às expectativas de uma formação crítica e reflexiva em torno da construção de uma imagem mais adequada/atualizada/renovada/informada da ciência?**

² Citação original: “*To think properly about content knowledge requires going beyond knowledge of the facts or concepts of a domain. It requires understanding the structures of the subject matter [...] Teachers must not only be capable of defining for students the accepted truths in a domain. They must also be able to explain why a particular proposition is deemed warranted, why it is worth knowing, and how it relates to other propositions, both within the discipline and without, both in theory and in practice.* (SHULMAN 1986, p. 9).

Questões de Pesquisa

As questões de pesquisa que orientarão este trabalho são elencadas na sequência e guardam em si indagações sobre o panorama atual dos cursos de formação de professores e sobre a formação de docentes formadores de professores com relação às discussões da natureza da ciência neste mesmo contexto, como segue:

- Qual a dimensão das reflexões sobre natureza da ciência na formação de professores de física?
- Quais são as crenças sobre natureza da ciência de docentes universitários formadores de professores de Física?
- Como as crenças sobre natureza da ciência influenciam a ação de docentes universitários formadores de professores de Física?

Objetivos

O objetivo geral deste trabalho consiste em caracterizar a influência das crenças sobre natureza da ciência de docentes universitários que atuam nos cursos de Licenciatura em Física.

Nesta investigação temos o intuito de desenvolver os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver uma discussão atualizada sobre a temática da natureza da ciência a fim de compreender qual a importância associada a esse tipo de discussão para a educação científica.
- Caracterizar a influência das crenças de professores sobre a ação docente, em particular as crenças epistemológicas pessoais que sustentam sobre natureza da ciência.
- Mapear a oferta de disciplinas com discussões sobre natureza da ciência em cursos de Licenciatura em Física no Brasil.
- Identificar as crenças epistemológicas compartilhadas por docentes universitários formadores de professores de Física, e, a partir disso, analisar as imagens sobre natureza da ciência compartilhadas nas relações que estes formadores estabelecem com os licenciandos e com o conhecimento nas disciplinas que lecionam nos cursos de Licenciatura em Física.
- Propor elementos que auxiliem na construção de uma visão adequada/atualizada/renovada/informada sobre natureza da ciência junto a formadores de professores e futuros professores.

Caminhos Metodológicos

Para execução dos objetivos, propomos a utilização de uma metodologia de abordagem qualitativa, do tipo documental, com objetivos exploratório e explicativo, e entrevistas semi-estruturadas, com objetivo explicativo, apoiados por uma abordagem quantitativa. A escolha da abordagem metodológica qualitativa se deveu ao fato de buscarmos compreender e explicar dinâmicas e relações entre o contexto propositivo dos documentos orientadores dos cursos de Licenciatura em Física e o contexto de atuação de docentes universitários formadores de professores de Física destes cursos em instituições públicas de ensino superior no Brasil. Em nossa investigação tivemos como objetivo caracterizar cenários particulares de um contexto específico que é o da presença de discussões sobre natureza da ciência na formação de professores de Física no Brasil. A abordagem de caráter qualitativo, portanto, permitiu a elaboração e seleção de instrumentos e procedimentos convergentes aos objetivos específicos delineados, trabalhando com o universo de significados, crenças, valores, atitudes, expectativas das relações, processos e fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 2001). Enquanto a sustentação quantitativa permitiu que realizássemos uma análise do contexto mais amplo e robusto no que diz respeito a uma amostra significativa de cursos de Licenciatura em Física de instituições públicas de ensino superior em todo o Brasil.

Esta investigação de abordagem qualitativa ocorreu em duas etapas.

A primeira etapa consistiu na pesquisa documental realizada com o objetivo de *mapear a oferta de disciplinas com discussões sobre natureza da ciência em cursos de Licenciatura em Física no Brasil*. A pesquisa documental ocorreu em torno dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) e Matrizes Curriculares (MC) de cursos de Licenciatura em Física de instituições públicas de ensino do Brasil, portanto fontes primárias de informação e sem tratamento analítico. Este procedimento teve caráter exploratório e explicativo. Exploratório, pois visou explicitar informações preliminares nas relações entre os elementos da investigação, orientar a formulação das questões de pesquisa e dos objetivos específicos. Explicativo, pois pretendeu identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos de maneira a aprofundar o conhecimento da realidade (GIL, 2007). A pesquisa documental foi realizada entre os períodos de outubro de 2015 e

outubro de 2016 e abrangeu uma amostra de 145 cursos, de 90 instituições públicas de ensino superior, de um universo de 186 cursos de 111 instituições, isto é, aproximadamente 81% das instituições que ofertam regularmente o curso de Licenciatura em Física na modalidade presencial.

A segunda etapa consistiu na realização de entrevistas semiestruturadas com o objetivo de *identificar as crenças epistemológicas compartilhadas por docentes universitários formadores de professores de Física e, a partir disso, analisar as imagens sobre a natureza da ciência compartilhadas nas relações que estes formadores estabelecem com os licenciandos e com o conhecimento nas disciplinas que lecionam nos cursos de formação em Licenciatura em Física*. As entrevistas semi-estruturadas foram realizadas com docentes universitários formadores de professores de Física de instituições superiores de ensino, a fim de identificar e contribuir para o mapeamento sobre as crenças epistemológicas que possuem que possam influenciar nas crenças sobre a natureza da ciência compartilhadas nas relações que estabelecem com os licenciandos e com o conhecimento nas disciplinas que lecionam. Os instrumentos foram elaborados pelo pesquisador principal, avaliados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, passando por validação semântica, e aplicados pelo pesquisador principal com 20 docentes universitários durante os meses de junho e julho de 2018.

A análise das informações e dados coletados foi realizada por meio da análise de conteúdo (BARDIN, 1977) com o suporte do *software* de análise de dados qualitativos Atlas.ti 8.0. Uma descrição detalhada das metodologias utilizadas, bem como justificativas para o desenvolvimento de cada uma das etapas serão apresentadas nos capítulos 4 e 5, respectivamente.

Estrutura de Capítulos

A fim de cumprir com a proposta e objetivos desta investigação, estruturamos este texto em cinco capítulos. Apresentaremos na sequência.

No Capítulo 1, intitulado “*A Natureza da Ciência na Educação Científica*”, apresentamos uma discussão atualizada sobre a temática da natureza da ciência a fim de compreender a importância associada a esse tipo de discussão para a educação científica. No Capítulo 2, intitulado “*Crenças de Professores e a Educação Científica*”, apresentamos uma revisão de literatura sobre as crenças dos professores, em particular as crenças epistemológicas pessoais que sustentam sobre a natureza da

ciência, e suas influências na ação docente. Os capítulos 1 e 2, sustentaram teoricamente os capítulos seguintes e a investigação realizada. No Capítulo 3, intitulado “*A Natureza da Ciência nos Cursos de Licenciatura em Física no Brasil: intenções declaradas nos documentos reguladores e orientadores e tendências das pesquisas em Educação Científica*”, apresentamos uma análise com base na legislação e diretrizes que regulamentam a oferta dos cursos de licenciatura, em especial dos cursos de Licenciatura em Física, em torno da presença do debate sobre a natureza da ciência nestes cursos de graduação. No Capítulo 4, intitulado “*Cenários do Debate Sobre Natureza da Ciência nos Cursos de Licenciatura em Física no Brasil*”, apresentamos um mapeamento sistematizado em torno da oferta de disciplinas com discussões sobre natureza da ciência em cursos de Licenciatura em Física no Brasil, explicitadas em seus Projetos Pedagógicos de Curso, analisando com base na legislação e diretrizes que regulamentam a oferta dos cursos de Licenciatura em Física, além da literatura da área. No Capítulo 5, intitulado “*Crenças Epistemológicas de Docentes Universitários Formadores de Professores de Física*”, apresentamos as crenças epistemológicas compartilhadas pelos docentes universitários formadores de professores de Física participantes da pesquisa, como estas crenças influenciam a ação docente, e, a partir disso, analisar as imagens sobre natureza da ciência compartilhadas/ nas relações que estes formadores estabelecem com os licenciandos e com a natureza do conhecimento nas disciplinas que lecionam. Por fim, nas *Considerações Finais* apresentamos algumas conclusões e considerações, decorrentes da investigação realizada, apresentando as principais contribuições e os limites deste trabalho, encaminhamentos para pesquisas futuras e recomendações para a pesquisa na área a fim de propor elementos que auxiliem na construção de uma visão adequada/atualizada/ renovada/informada sobre natureza da ciência junto a formadores de professores e futuros professores.

Para orientar a leitura deste texto, elencamos na sequência uma descrição de como os capítulos estão organizados: (1º) todos iniciam com um resumo e palavras-chave que caracterizam a discussão apresentada no capítulo, (2º) seguindo de uma breve introdução em que situo as justificativas do estudo com base na literatura da área, as questões de pesquisa que motivam a investigação, os objetivos específicos que pretendo alcançar e o que contem cada seção, (3º) as seções individuais com as discussões pertinentes ao tema, (4º) finalizando com considerações parciais relevantes.

1. NATUREZA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

O debate sobre natureza da ciência na educação científica não é recente. Desde meados do século XX, professores e pesquisadores no mundo todo têm manifestado a preocupação com as concepções dos estudantes e, mais recentemente, também com as concepções dos professores de ciências, sobre a natureza do conhecimento científico. As investigações desenvolvidas têm apontado a inserção da temática na educação básica e superior, que tenham como objetivo promover concepções e visões mais adequadas sobre o trabalho e prática científica.

Esta preocupação surge, em grande parte, como reflexo das compreensões sobre ciências compartilhadas nas salas de aula, dada a excessiva ênfase ‘ao que se conhece’ em detrimento de ‘como se conhece’. De maneira geral, os professores de ciências, em suas práticas didáticas, preocupam-se com o contexto da justificação epistemológica, que prevalece em relação ao contexto da descoberta histórica e de elementos que vão para além do ‘conteúdo em si’. Este processo dificilmente resulta em uma educação científica em que os alunos se tornem capazes de justificar suas ideias ou produzir explicações sobre ciências fundamentadas em aspectos de contexto histórico, filosófico e epistemológico. As justificativas e explicações sobre ciências produzidas pelos estudantes, são, com frequência, permeadas pelos discursos de autoridade do livro didático e do professor. Assim, não se percebe, por parte dos alunos, o domínio de uma compreensão funcional dos processos e práticas científicas, seja para explicar, avaliar ou agir com relação à ciência.

Nesse sentido, um número significativo de pesquisas empíricas acerca das concepções de estudantes sobre natureza da ciência (AIKENHEAD, 1973; LEDERMAN; O’MALLEY, 1990; LEDERMAN, 1992; RYAN e AIKENHEAD, 1992; POMEROY, 1993; MATTHEWS, 1994; ROTH; ROYCHONDHURY, 1994; SOLOMON; DUVEEN; SCOTT, 1994; ABRAMS; WANDERSEE, 1995; ROTH; LUCAS, 1997; HARRES, 1999; ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000a, 2000b; MOSS; ABRAMS; ROBB, 2001; TEIXEIRA; EL-HANI; FREIRE JR., 2001; KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2005; MOREIRA; MASSONI; OSTERMANN, 2007; TEIXEIRA; FREIRE; EL-HANI, 2009; MICHEL; NEUMANN; 2016; ALPASLAN; YALVAC; LOVING, 2017; LEBLEBICIOGLU; METIN; CAPKINOGLU; et al., 2017; PENA; TEIXEIRA, 2017), revelam compreensões inadequadas sobre a natureza do conhecimento científico (pressupondo que haja uma compreensão

adequada). Dentre as características desta compreensão, supostamente inadequada, podem ser descritos elementos como: a) compromisso com uma visão epistemológica absolutista, de acordo com a qual uma forma de conhecimento pode ser entendida como definitiva e absolutamente verdadeira; b) uma visão empírico-indutivista da ciência, segundo a qual o conhecimento científico é obtido por generalização indutiva a partir de dados de observação destituídos de qualquer influência teórica e/ou subjetiva, o que asseguraria a natureza verdadeira das proposições científicas; c) crença na existência de um método único que seria capaz de assegurar a verdade absoluta das afirmações científicas sobre o mundo; d) ausência de reconhecimento do papel da criatividade e da imaginação na produção do conhecimento científico; e) falta de compreensão de conceitos metateóricos como ‘fato’, ‘evidência’, ‘observação’, ‘experimentação’, ‘modelos’, ‘leis’ e ‘teorias’, bem como suas interrelações.

Outro número de pesquisas empíricas com foco nos professores de ciências (BRICKHOUSE, 1989, 1990; NUSSBAUM, 1989; CLEMINSON, 1990; KING, 1991; GALLAGHER, 1991; LEDERMAN, 1992; POMEROY, 1993; ABELL; SMITH, 1994; LAKIN; WELLINGTON, 1994; ABD-EL-KHALICK; BOUJAOUDE, 1997; HARRES, 1999; AKERSON; AB-DEL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; ABD-EL-KHALICK, 2013; LEDERMAN; ANTINK; BARTOS, 2014a; MASSONI; MOREIRA, 2014; VITAL; GUERRA, 2014; GARCÍA-CARMONA; ACEVEDO-DÍAZ, 2016, 2017; HERMAN; CLOUGH, 2016; HERMAN; CLOUGH; OLSON, 2013a, 2013b, 2017; WAN; ZHANG; WEI, 2018), revelam a predominância de concepções epistemológicas de caráter empírico-indutivistas e absolutistas da natureza da ciência, e que variam em relação a fatores como contexto cultural, experiência de ensino, nível de atuação e de formação. Logo a preocupação para a compreensão da natureza da ciência passou a incidir sobre os cursos de formação inicial de professores, seus currículos e práticas, buscando inclusive o desenvolvimento de propostas metodológicas implícitas e explícitas sobre natureza da ciência.

A partir do contexto apresentado – de pesquisas empíricas e das justificativas e defesa da importância da temática da natureza da ciência nas aulas de Ciências, em particular nas aulas de Física – retomamos algumas questões que direcionam este estudo e refletem a preocupação de professores e pesquisadores da área de educação científica e tecnológica: **Qual a necessidade de se desenvolver noções sobre os**

processos de construção de conhecimento científico em atividades de ensino de Ciências? Qual o papel da discussão de questões sobre a natureza do conhecimento científico nas aulas de Ciências? Qual a dimensão das reflexões sobre natureza da ciência na formação de professores de Ciências, em particular, na formação de professores de Física?

Neste capítulo, portanto, temos como objetivo *desenvolver uma discussão atualizada sobre a temática da natureza da ciência a fim de compreender a importância associada a esse tipo de discussão para a educação científica que pretendemos.*

Para tanto, apresentamos algumas perspectivas teórico-metodológicas do debate sobre a natureza da ciência na educação científica. Primeiramente, apresentamos o que se denomina a visão consensuada sobre a natureza do conhecimento científico e algumas críticas apontadas a esta vertente. Na sequência, apresentamos perspectivas renovadas em torno deste debate, entre as quais: a abordagem das características da ciência (*features of science*), a natureza da ciência ‘completa’ (*nature of whole science*), a abordagem de semelhança de família (*family resemblance approach*), campos teóricos estruturantes e a abordagem da natureza da ciência por meio de questões. Buscamos realizar um apanhado geral em torno dessas perspectivas, sumarizamos as propostas buscando apresentar os contrastes e aproximações entre elas. Para finalizar, bem como justificar a presença deste debate na área da educação científica, sustentados pela literatura da área, defendemos sua importância e implicações destas discussões nos cursos de formação inicial e continuada de professores de Ciências, em particular, de Física. Por fim, apresentamos algumas considerações parciais que orientaram o desenvolvimento deste trabalho.

1.1. PERSPECTIVAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS DO DEBATE SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: UMA VISÃO CONSENSUADA

Nos estudos da natureza da ciência têm-se preocupação com valores e pressupostos epistemológicos subjacentes aos processos científicos e da ciência a partir do hibridismo de várias áreas de conhecimento, isto é:

a NOS [acrônimo em inglês para nature of sciences] é definida como um domínio híbrido que combina aspectos de vários estudos sociais da ciência, incluindo a história, a sociologia e a

filosofia da ciência combinadas com a pesquisa das ciências cognitivas, como a psicologia, numa **rica descrição da ciência**; como funciona, como os cientistas operam como um grupo social e como a própria sociedade dirige e reage aos empreendimentos científicos (McCOMAS, 2008, p. 249-250, destaque nosso)³.

No entanto, a pretendida ‘**rica descrição da ciência**’ consiste numa tarefa complexa. Aos desafios em se estabelecer essa descrição, soma-se a falta de um acordo entre sociólogos, filósofos e historiadores da ciência sobre os significados da natureza da ciência (LEDERMAN *et al.*, 2002; McCOMAS, 2008). Embora ainda que não exista concordância sobre o termo, há, na educação científica, uma busca contínua pela construção de uma imagem ou visão consensual do que seja a natureza da ciência, com a justificativa de que alguma noção sobre seus processos e procedimentos e sua base epistêmica seja possível de ser ensinada (McCOMAS *et al.*, 1998; ABD-EL-KHALIK; LEDERMAN, 2000a; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, OSBORNE *et al.*, 2003; DAGHER; ERDURAN, 2016; McCOMAS, 2008, 2017).

Além do mais, muito do debate pertencente aos filósofos, sociólogos, cientistas e educadores no que diz respeito à natureza da ciência, e sobre a qual não há consenso, são de uma complexidade que extrapola a compreensão dos estudantes, e que não há necessidade de ser desenvolvida no espaço escolar (TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009). No entanto, é importante ressaltar que não se pretende sustentar que exista uma visão única e ‘correta’ da atividade científica, mas assumir a possibilidade de se “chegar a um termo comum sobre o que pode ser considerada uma visão adequada sobre a natureza da ciência de acordo com as concepções epistemológicas predominantes num dado período” (TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009, p. 535), a partir de “características atualmente pouco ou não controversas sobre a natureza da ciência em acordo com uma visão pós-positivista da ciência” (TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009, p. 535). Concordando com

³ Citação original: “*NOS is defined as a hybrid domain which blends aspects of various social studies of science including the history, sociology and philosophy of science combined with research from the cognitive sciences such as psychology into a rich description of science; how it works, how scientists operate as a social group and how society itself both directs and reacts to scientific endeavors*” (McCOMAS, 2008, p. 249-250, destaque nosso).

Matthews (1994), Teixeira, Freire Jr. E El-Hani (2009) defendem que os objetivos e metas para o ensino da natureza da ciência para estudantes e professores sejam modestos, isto é:

Não podemos perder de vista que a proposta é fornecer a estudantes e professores instrumentos que lhes permitam compreender como o conhecimento é construído, suas possibilidades e limitações, suas relações com questões colocadas em domínios relacionados da atividade humana, como a produção e uso da tecnologia. Obviamente, não se pode esperar que os estudantes, ou futuros professores das ciências, se tornem competentes especialistas em história, sociologia e filosofia da ciência. (TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009, p. 532).

Dessa forma, propõe-se uma visão sobre a natureza da ciência como um “conjunto de aspectos, de caráter geral, a respeito dos quais haveria um consenso amplo no que diz respeito ao que se espera que esteja presente no currículo escolar de ciências” (MARTINS, 2015, p. 706). Essa visão tem como objetivo “buscar um consenso pragmático em torno de determinados aspectos que seria válido para se pensar a inserção da temática Natureza da Ciência nas escolas” (MARTINS, 2015, p. 706).

Com relação a esta perspectiva investigativa e terminológica, “em um certo nível de generalidades, há uma sabedoria compartilhada entre filósofos, historiadores e sociólogos da ciência (mesmo que não haja nenhum acordo completo) sobre natureza da ciência” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 499)⁴ e que “desentendimentos sobre a definição ou significados específicos da natureza da ciência (...) são irrelevantes para a instrução escolar” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 499)⁵.

Dentre os adeptos da visão consensual sobre a natureza da ciência, alguns trabalhos são centrais para o seu estabelecimento (ABD-EL-KHALICK, 2012a, 2012b; DRIVER *et al.*, 1996; LEDERMAN, 1992, 2006; LEDERMAN; BARTOS; LEDERMAN, 2014; LEDERMAN *et*

⁴ Citação original: “*Moreover, at one point in time and at a certain level of generality, there is a shared wisdom (even though no complete agreement) about NOS among philosophers, historians, and sociologists of science*” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 499).

⁵ Citação original: “*that many disagreements about the specific definition or meaning of NOS that continue to exist (...) are irrelevant to K-12 instruction*” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 499).

al., 1998, 2002; McCOMAS, 2008; McCOMAS; OLSON, 1998; McCOMAS *et al.*, 1998a, 1998b; McCOMAS, 2008; OSBORNE *et al.*, 2003; RYDER, 2001, 2002; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

A nível empírico, por exemplo, Driver *et al.* (1996) desenvolveram um estudo com alunos da educação secundária em que evidenciam uma série de concepções problemáticas que possuem com relação ao conhecimento sobre ciência e à prática científica, e apresentam implicações para o currículo escolar focando, em particular, no papel de um melhor entendimento público sobre a ciência para a educação científica. Ryder (2001, 2002) fez uma análise de 31 estudos de caso relacionados a situações envolvendo a interação de pessoas com ciência fora de um contexto de ensino formal, a partir dos quais são identificados aspectos da epistemologia da ciência que podem ser ensinados para atender os objetivos da alfabetização científica.

Osborne *et al.* (2003) tentaram conciliar a visão consensuada com os resultados de um estudo empírico com *experts* de diversas áreas em busca de evidências sobre o que a comunidade ‘especialista’ envolvida com a prática, comunicação e o ensino da ciência pensava que era importante para o cidadão entender ciência ao final de sua educação formal, para além do conhecimento sobre o seu conteúdo. Para tanto, consideraram *experts* ou especialistas os educadores da ciência, cientistas, historiadores, filósofos e sociólogos da ciência, pessoas engajadas no trabalho de melhorar a compreensão pública da ciência e professores de ciência experientes, aos quais foi perguntado: “Se é que há alguma coisa, o que deve ser ensinado sobre os métodos da ciência, a natureza do conhecimento científico, as instituições e as práticas sociais da ciência?” (o questionamento em inglês era: “*what, if anything, should be taught about the methods of science/the nature of scientific knowledge/the institutions and social practices of science?*”). A sistematização das respostas mais relevantes a essa questão, sustentada por uma metodologia estatística, foram: ciência e certeza e análise e interpretação dos dados; método científico e teste crítico; hipóteses e predição; criatividade e ciência e questionamento; cooperação e colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico; ciência e tecnologia; desenvolvimento histórico do conhecimento científico; diversidade do pensamento científico (primeira coluna do Quadro 1).

Os autores e pesquisadores esclarecem que os elementos sobre a natureza da ciência podem ser controversos dentro da comunidade filosófica por representarem uma visão parcial ou simplificada da natureza do conhecimento científico. No entanto, argumentam que o

ensino de ciências, muitas vezes, se baseia em relatos vulgarizados ou simplificados como heurísticas pedagógicas para a comunicação de uma compreensão científica básica. Assim, defendem que, para que os professores de ciências ensinem aspectos explícitos da natureza epistêmica da ciência, a comunidade de educação científica deve, então, chegar a um consenso sobre aspectos da ciência que representem aspirações legítimas para o currículo. Foi neste sentido que buscaram por elementos que os grupos especializados considerassem aceitáveis como uma descrição da natureza da ciência e das práticas da comunidade científica e que pudessem ser oferecidos à educação escolar, embora esta descrição ainda possa representar uma visão reduzida, contestável e potencialmente vulgarizada. Este ponto é extremamente importante, pois mesmo que a natureza da ciência não seja tema ou objetivo de ensino ou que não se perceba claramente a relação das concepções epistemológicas dos professores e sua prática pedagógica, é provável que os estudantes estejam aprendendo tacitamente e acriticamente sobre a temática.

A nível teórico e normativo, e em sintonia com os esforços das reformas na educação científica (AAAS, 1993; NRC, 1996) que têm como objetivo melhorar as concepções dos estudantes sobre a natureza da ciência, McComas (2008), McComas e Olson (1998) e McComas *et al.* (1998a, 1998b) elaboram uma lista de princípios da Natureza da Ciência, denominados ‘*tenets*’ (palavra em inglês), a partir de um conjunto de documentos oficiais sobre educação científica dos Estados Unidos, Canadá, Austrália, Nova Zelândia, Inglaterra e País de Gales.

Estas listas, provenientes tanto de estudos empíricos como em Osborne *et al.* (2001, 2003), quanto de estudos teóricos-normativos como em McComas e Olson (1998) e em McComas *et al.* (1998b), quando comparadas podem revelar uma visão dos objetivos para o ensino da natureza da ciência que possa ser consensual à comunidade da educação científica. Esta comparação é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1: Comparação de princípios sobre natureza da ciência emergentes do estudo empírico de Osborne *et al.* (2001, 2003) e dos estudos teórico e normativos de documentos curriculares oficiais de McComas e Olson (1998) e McComas *et al.* (1998b).

Osborne <i>et al.</i> (2001, 2003)	McComas e Olson (1998)	McComas <i>et al.</i> (1998b)
Ciência e Certeza	Conhecimento científico é tentativo	Conhecimento científico, enquanto durável, tem um caráter tentativo
Análise e Interpretação dos dados	Ciência depende de evidências empíricas	Conhecimento científico depende fortemente, mas não inteiramente,

		de observação, evidências experimentais, argumentos racionais e ceticismo
Método Científico e Teste Crítico	Os cientistas exigem replicação e relatórios verdadeiros	Não existe uma única via para a ciência (portanto, não existe um método científico universal passo a passo) Cientistas exigem uma manutenção exata de registros, revisão por pares e replicabilidade
-	-	Leis e teorias tem diferentes papéis na ciência, portanto, os alunos devem observar que as teorias não se tornam leis, mesmo com evidências adicionais
-	-	Observações estão carregadas de teorias
Hipóteses e Predição	Ciência é uma tentativa de explicar fenômenos	Ciência é uma tentativa de explicar fenômenos naturais
Criatividade Ciência e Questionamento	Cientistas são criativos	Cientistas são criativos
Cooperação e colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico	Ciência é parte de uma tradição social	Ciência faz parte das tradições sociais e culturais Pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência
Ciência e Tecnologia	Ciência joga um importante papel na tecnologia	Ciência e tecnologia se impactam mutuamente
Desenvolvimento Histórico do Conhecimento Científico	Ideias científicas foram afetadas pelo seu meio social e histórico	Ideias científicas são afetadas pelo seu meio social e histórico
-	-	A história da ciência revela tanto um caráter evolutivo como revolucionário
Diversidade do pensamento científico	-	-
-	Mudanças na ciência ocorrem gradualmente	-
-	Ciência tem implicações globais	-
-	Novos conhecimentos devem ser relatados de forma clara e aberta	Novos conhecimentos devem ser relatados de forma clara e aberta

Fonte: Autora (2018).

Esta comparação sugere que, embora existam sobreposições, alguns aspectos sobre ciência são ausentes das discussões ou debates, concluindo que ambos os métodos não parecem suficientes para se determinar o que deve constituir um currículo adequado para o ensino sobre a natureza da ciência e que, talvez, não exista uma solução universal quanto ao que devem ser os elementos essenciais para um currículo que aborde aspectos sobre a natureza da ciência contemporânea. Osborne *et al.* (2001, 2003) argumentam que as omissões ou foram consideradas pelos especialistas muito complexas, ou então muito controversas, para sua inclusão. De qualquer forma, ainda que seja uma descrição vulgarizada, é consideravelmente mais sofisticada do que as noções ingênuas rotineiramente ensinadas nas aulas de ciências.

Neste mesmo sentido, Lederman *et al.* (2002) sistematizam afirmações sobre natureza da ciência e propõem algumas generalizações a serem interpretadas no contexto da educação escolar, ainda que possam existir diferentes níveis de profundidade e complexidade dependendo da situação. Estas generalizações estão em torno de questões como: provisoriedade do conhecimento científico; base empírica do conhecimento científico; carga teórica do conhecimento científico; conhecimento científico como parcialmente produto da inferência, imaginação e criatividade humana; conhecimento científico como social e culturalmente incorporado; importância da distinção entre observação e inferência; a falta de um método de reciprocidade universal para fazer ciência; e, as funções e relações entre teorias e leis científicas.

Estas generalizações são descritas nos sete princípios (*tenets* em inglês) a seguir. Mais a frente, apresentaremos as críticas e as fragilidades apontadas a esta abordagem – também chamada de princípios de Lederman – por outros estudos e pesquisadores.⁶

1. **A natureza empírica do conhecimento científico.** Neste princípio espera-se reconhecer que na ciência, embora empírica, os cientistas não têm acesso direto à maioria dos fenômenos naturais.

A ciência é pelo menos parcialmente baseada em observações do mundo natural (...). No entanto, os cientistas não têm acesso direto à maioria dos fenômenos naturais. As observações da natureza são sempre filtradas através do nosso aparelho perceptivo e/ou instrumentação intrincada,

⁶ Vale ressaltar que esta análise é inspirada na discussão realizada em Martins (2015).

interpretadas a partir de estruturas teóricas elaboradas, e quase sempre mediadas por uma série de pressupostos subjacentes ao funcionamento de instrumentos científicos. (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 499)⁷.

Espera-se também reconhecer a distinção crucial entre observação e inferência, e a importância de tal distinção para “dar sentido a uma multiplicidade de entidades e termos inferenciais e teóricos que habitam os mundos da ciência.” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 500)⁸.

As observações são declarações descritivas sobre fenômenos naturais que são diretamente acessíveis aos sentidos (ou extensão dos sentidos) e sobre os quais observadores podem chegar a um consenso com relativa facilidade. (...) as inferências são declarações sobre fenômenos que não são diretamente acessíveis aos sentidos. (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 500)⁹.

2. **Teorias e leis científicas.** Neste princípio espera-se reconhecer a distinção entre teorias e leis científicas e os *status* que assumem na ciência, evitando compreensões simplistas e hierárquicas.

As teorias científicas são sistemas de explicações bem estabelecidos, altamente fundamentados e

⁷ Citação original: “*Science is at least partially based on observations of the natural world (...). However, scientists do not have direct access to most natural phenomena. Observations of nature are always filtered through our perceptual apparatus and/or intricate instrumentation, interpreted from within elaborate theoretical frameworks, and almost always mediated by a host of assumptions that underlie the functioning of scientific instruments.*” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 499).

⁸ Citação original: “*to making sense of a multitude of inferential and theoretical entities and terms that inhabit the worlds of science*”. (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 500).

⁹ Citação original: “*Observations are descriptive statements about natural phenomena that are directly accessible to the senses (or extensions of the senses) and about which observers can reach consensus with relative ease. For example, objects released above ground level tend to fall to the ground. By contrast, inferences are statements about phenomena that are not directly accessible to the senses.*” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 500).

consistentes internamente (...). Teorias servem para explicar grandes conjuntos de observações aparentemente não relacionadas em mais de um campo de investigação, (...) teorias têm um papel importante na geração de problemas de pesquisa e na orientação de futuras investigações. As teorias científicas são muitas vezes baseadas em um conjunto de pressupostos e axiomas e postulam a existência de entidades não observáveis. Assim teorias não podem ser testadas diretamente. Somente evidências indiretas podem ser usadas para suportar teorias e estabelecer sua validade.” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 500)¹⁰.

Em geral, as leis são declarações descritivas de relações entre fenômenos observáveis. (...) As teorias, ao contrário, são explicações inferidas para fenômenos observáveis ou regularidades nesses fenômenos. (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 500)¹¹.

Entre as confusões mais frequentes com relação à distinção entre as leis e teorias científicas estão a noção de que teorias se tornam leis dependendo da disponibilidade de evidências de apoio e a crença de que as leis têm um *status* mais elevado de que as teorias. Deve-se trabalhar a compreensão de que teorias e leis são diferentes tipos de conhecimento, são igualmente legítimos, e um não se torna o outro.

3. A natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico.

Neste princípio espera-se reconhecer que a geração e

¹⁰ Citação original: “*Scientific theories are well-established, highly substantiated, internally consistent systems of explanations (...). Theories serve to explain large sets of seemingly unrelated observations in more than one field of investigation. (...) theories have a major role in generating research problems and guiding future investigations. Scientific theories are often based on a set of assumptions or axioms and posit the existence of non observable entities. Thus, theories cannot be directly tested. Only indirect evidence can be used to support theories and establish their validity.*”

¹¹ Citação original: “*In general, laws are descriptive statements of relationships among observable phenomena. (...) Theories, by contrast, are inferred explanations for observable phenomena or regularities in those phenomena.*” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 500).

desenvolvimento de conhecimento envolve imaginação humana e criatividade.

A ciência, ao contrário da crença comum, não é uma atividade sem vida, inteiramente racional e ordenada. A ciência envolve a invenção de explicações e entidades teóricas, o que requer uma grande criatividade por parte dos cientistas. (...) Este aspecto da ciência aliado à sua natureza inferencial implica que entidades científicas, como átomos e espécies, são modelos teóricos funcionais, e não cópias fiéis da realidade. (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 500-501)¹².

4. **A natureza teórica do conhecimento científico.** Neste princípio espera-se reconhecer o papel da teoria na construção da ciência, da não neutralidade da observação, e de como as investigações são motivadas e orientadas a adquirirem significado em relação a certas perspectivas teóricas.

Os compromissos teóricos e disciplinares dos cientistas, crenças, conhecimento prévio, treinamento, experiências e expectativas realmente influenciam seu trabalho. Todos esses fatores de fundo formam uma mentalidade que afeta os problemas que os cientistas investigam e como eles conduzem suas investigações; o que eles observam (e não observam), e como eles interpretam suas observações. Essa individualidade (às vezes coletiva) ou mentalidade explica o papel da teoria na produção de conhecimento científico. (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 501)¹³.

¹² Citação original: “*Science, contrary to common belief, is not a lifeless, entirely rational, and orderly activity. Science involves the invention of explanations and theoretical entities, which requires a great deal of creativity on the part of scientists. (...) This aspect of science, coupled with its inferential nature, entails that scientific entities such as atoms and species are functional theoretical models rather than faithful copies of reality.*” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 500-501).

¹³ Citação original: “*Scientists’ theoretical and disciplinary commitments, beliefs, prior knowledge, training, experiences, and expectations actually influence their work. All these background factors form a mindset that affects the problems scientists investigate and how they conduct their investigations, what they observe (and do not observe), and how they interpret their observations. This*

5. **A incorporação social e cultural do conhecimento científico.** Neste princípio espera-se reconhecer a influência social e cultural na construção da ciência.

A ciência como empreendimento humano é praticada no contexto de uma cultura maior e seus praticantes são o produto dessa cultura. A ciência, por consequência, afeta e é afetada pelos vários elementos e esferas intelectuais da cultura em que está inserida. Esses elementos incluem, mas não estão limitados, ao tecido social, estruturas de poder, política, fatores socioeconômicos, filosofia e religião. (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 501)¹⁴.

6. **O mito do método científico.** Neste princípio espera-se reconhecer a inadequação da crença de que existe um procedimento universal seguido por todos os cientistas quando fazem ciência, ainda amplamente divulgados em materiais didáticos de ciência e, consequentemente, ensinados explicitamente em sala de aula.

O mito do método científico é frequentemente manifestado na crença de que existe uma receita como procedimento passo a passo que todos os cientistas seguem quando fazem ciência. (...) Não existe um método científico único que garanta o desenvolvimento do conhecimento infalível (...). É verdade que os cientistas observam, comparam, medem, testam, especulam, formulam hipóteses, criam ideias e ferramentas conceituais e constroem teorias e explicações. No entanto, não existe uma única sequência de atividades (prescritas ou não) que as conduzirão a soluções ou respostas funcionais ou válidas, e muito menos ao

(sometimes collective) individuality or mindset accounts for the role of theory in the production of scientific knowledge." (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 501).

¹⁴ Citação original: "*Science as a human enterprise is practiced in the context of a larger culture and its practitioners are the product of that culture. Science, it follows, affects and is affected by the various elements and intellectual spheres of the culture in which it is embedded. These elements include, but are not limited to, social fabric, power structures, politics, socioeconomic factors, philosophy, and religion.*" (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 501)

conhecimento certo ou verdadeiro. (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 502).¹⁵

7. **A natureza provisória do conhecimento científico.** Neste princípio espera-se reconhecer a provisoriedade do conhecimento científico.

O conhecimento científico, embora confiável e durável, nunca é absoluto ou certo. Este conhecimento, incluindo fatos, teorias e leis, está sujeito a alterações. As declarações científicas mudam à medida que novas evidências, tornadas possíveis através dos avanços no pensamento e na tecnologia, são levadas a efeito sobre essas informações, e como evidências existentes são reinterpretadas à luz de novos avanços teóricos, mudanças nas esferas cultural e social, ou mudanças nas orientações de programas de pesquisa são estabelecidos. (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 502).¹⁶

Para avaliar estas visões sobre natureza da ciência, por mais de 40 anos, vários instrumentos foram desenvolvidos, entre eles o ‘Teste sobre Compreensão da Ciência’ (*Test on Understanding Science*) (COOLEY; KLOPFER, 1961), ‘Teste de Natureza da Ciência’ (*Nature of Science Test*) (BILLEH; HASAN, 1975) e ‘Teste de Concepções de Teorias

¹⁵ Citação original: “*The myth of the scientific method is regularly manifested in the belief that there is a recipe like stepwise procedure that all scientists follow when they do science. (...) There is no single scientific method that would guarantee the development of infallible knowledge (...). It is true that scientists observe, compare, measure, test, speculate, hypothesize, create ideas and conceptual tools, and construct theories and explanations. However, there is no single sequence of activities (prescribed or otherwise) that will unerringly lead them to functional or valid solutions or answers, let alone certain or true knowledge.*” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 502)

¹⁶ Citação original: “*Scientific knowledge, although reliable and durable, is never absolute or certain. This knowledge, including facts, theories, and laws, is subject to change. Scientific claims change as new evidence, made possible through advances in thinking and technology, is brought to bear on these claims, and as extant evidence is reinterpreted in the light of new theoretical advances, changes in the cultural and social spheres, or shifts in the directions of established research programs.*” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 502).

Científicas’ (*Conceptions of Scientific Theories Test*) (COTHAM; SMITH, 1981). Estes instrumentos, compostos por itens de variação de concordância, do tipo *likert* ou múltipla escolha, forçavam os respondentes a tomar decisões e emitir opiniões que, não raro, refletiam as visões e tendências de seus desenvolvedores (LEDERMAN *et al.*, 1998), “Assim, as visões que acabaram sendo atribuídas aos entrevistados eram mais provavelmente um artefato do instrumento em uso do que uma representação fiel das concepções de NOS dos entrevistados.” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 502)¹⁷. Lederman *et al.* (2002) comenta que uma exceção a estes instrumentos fechados era o questionário ‘Visões sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade’ (Views on Science-Technology-Society - VOSTS) desenvolvido por Aikenhead, Ryan e Fleming (1989), cujos itens declarativos permitem vários pontos de vista ou posições. De qualquer forma, este questionário foi desenvolvido para ser aplicado a um contexto bastante específico que é a realidade educacional canadense.

Além disso, todos estes instrumentos são limitados a rotular os pontos de vista dos participantes quanto à sua adequação às correntes filosóficas e epistemológicas, e não permitem avançar no esclarecimento destes pontos de vista, nem mesmo mensurar como resultado qualquer melhora na compreensão dos alunos sobre natureza da ciência após a intervenções didáticas que tem como objetivo o debate sobre a temática.

A partir destes questionários padronizados e fechados e das críticas endereçadas a eles, alguns autores passaram a propor abordagens alternativas com questionários mais abertos acompanhados de entrevistas (LEDERMAN; O’MALLEY, 1990; ABD-EL-KHALICK *et al.*, 1998; ABD-EL-KHALICK, 1998; BELL, 1999; BELL; LEDERMAN; ABD-EL-KHALICK, 2000; AKERSON; ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; AKERSON; ABD-EL-KHALICK, 2000). Estes questionários alternativos foram intitulados ‘Questionário sobre a Natureza da Ciência’ (*Vision of Nature of Science - VNOS*), validados e aprimorados, passando por diversas versões – VNOS-A; VNOS-B e VNOS-C, este último desenvolvido por Abd-El-Khalick (1998) (Quadro 2). As entrevistas que os acompanham, individuais e semiestruturadas, são importantes tanto para validar as interpretações dos pesquisadores sobre as respostas dos participantes, como perante aos itens do questionário, e, ainda, possibilitam a geração de perfis detalhados das visões de natureza da

¹⁷ Citação original: “Thus, the views that ended up being ascribed to respondents were more likely an artifact of the instrument in use than a faithful representation of the respondents’ conceptions of NOS.” (LEDERMAN *et al.*, 2002, p. 502).

ciência dos participantes. Uma descrição mais detalhada do desenvolvimento e aprimoramento destes instrumentos pode ser encontrada em Lederman *et al.* (2002).

O VNOS-C é composto por questões que investigam o que os participantes entendem sobre a ciência e a atividade científica, a experimentação e sua relação com o desenvolvimento do conhecimento científico, a relação entre lei e teoria, os graus de certeza e validade do conhecimento científico, a realidade e representações das entidades da ciência, o papel das evidências na ciência, a influência de aspectos e valores sociais e culturais na construção do conhecimento e desenvolvimento científico e, ainda, o grau de subjetividade do cientista no desenvolvimento da ciência. O VNOS-C foi aplicado com estudantes de graduação, pós-graduação e professores da educação básica (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000b; LEDERMAN *et al.*, 2001; SCHWARTZ; LEDERMAN; CRAWFORD, 2000) e validado por Abd-El-Khalick (1998, 2001) por comparação e contraste dos perfis dos participantes, gerados independentemente a partir de análises separadas dos questionários e entrevistas. As comparações permitem afirmar que as interpretações das visões sobre natureza da ciência dos participantes nos questionários foram congruentes com as expressas nas entrevistas individuais.

Estes instrumentos – VNOS-C e entrevistas – visam fornecer avaliações significativas das visões sobre natureza da ciência dos participantes, além de ricos perfis descritivos relacionadas ao ensino e aprendizagem sobre natureza da ciência. Assim, estes perfis forneceram avaliações significativamente importantes para esclarecer a compreensão da natureza da ciência, encorajando uma reflexão mais aprofundada sobre o tema por parte de estudantes e professores.

Quadro 2 – Questionário de visões sobre Natureza da Ciência – Formulário C (VNOS-C).

VNOS – Formulário C
<p>1. Na sua visão, o que é ciência? O que faz a ciência (ou a disciplina científica como física, biologia, etc.) diferente de outras disciplinas de investigação (por exemplo, religião, filosofia)?</p> <p>2. O que é um experimento?</p> <p>3. O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se sim, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição. • Se não, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição. <p>4. Após os cientistas terem desenvolvido uma teoria (por exemplo, teoria atômica, teoria da evolução), a teoria muda?</p>

- Se você acredita que teorias não mudam, explique por que. Defenda sua resposta com exemplos.
 - Se você acredita que teorias mudam: (a) Explique por que teorias mudam? (b) Explique por que nos preocupamos em ensinar teorias científicas? Defenda sua resposta com exemplos.
5. Existe uma diferença entre uma teoria científica e uma lei científica? Ilustre sua resposta com um exemplo.
 6. Livros de ciência geralmente representam o átomo como um núcleo central composto de prótons (partículas positivamente carregadas) e nêutrons (partículas neutras) com elétrons (partículas negativamente carregadas) orbitando o núcleo. Quão certos estão os cientistas sobre a estrutura do átomo? Que evidências específicas **você pensa** que cientistas usam para determinar como um átomo se parece?
 7. Livros de ciência geralmente definem uma espécie como um grupo de organismos que compartilham características similares e podem entrecruzar um com o outro para produzir descendentes férteis. Quão certos estão os cientistas sobre essa caracterização do que é uma espécie? Que evidências específicas **você pensa** que cientistas usam para determinar o que é uma espécie?
 8. Se acredita que há 65 milhões de anos atrás os dinossauros foram extintos. Das hipóteses formuladas pelos cientistas para explicar a extinção, as duas desfrutaram de total apoio. A primeira formulada por um grupo de cientistas, sugerem que um grande meteoro colidiu com a Terra há 65 milhões de anos atrás e levou a uma série de eventos que causou a extinção. A segunda hipótese, formulada por outro grupo de cientistas, sugerem que uma massiva e violenta erupção vulcânica foi responsável pela extinção. Como estas **diferentes conclusões** são possíveis, se os cientistas em ambos grupos têm acesso e usam o **mesmo conjunto de dados** para derivar suas conclusões?
 9. Alguns afirmam que a ciência é impregnada com valores sociais e culturais. Isto é, ciência reflete valores sociais e políticos, suposições filosóficas, e normas intelectuais da cultura na qual é praticada. Outros afirmam que ciência é universal. Isto é, ciência transcende fronteiras nacionais e culturais e não é afetada pelos valores sociais, políticos, filosóficos, e normas intelectuais da cultura nas quais são praticadas.
 - Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que. Defenda sua resposta com exemplos.
 - Se você acredita que a ciência é universal, explique por que. Defenda sua resposta com exemplos.
 10. Cientistas realizam experimentos/investigações quando tentam encontrar respostas que eles colocam seus esforços.
 - Se sim, então em que estágios da investigação você acredita que cientistas usam a imaginação e criatividade: planejando e desenhando, coletando dados, após a coleta de dados? Por favor, explique por que cientistas usam a imaginação e criatividade. Dê exemplos, se apropriado.
 - Se você acredita que cientistas não usam a imaginação e criatividade, por favor, explique por que. Dê exemplos, se apropriado.

Fonte: Traduzido de Lederman *et al.* (2002).

No entanto, várias críticas são apontadas a esta visão consensual sobre a natureza da ciência e do conhecimento científico (ALTERS, 1997; RUDOLPH, 2000; CLOUGH, 2006, 2007; ALLCHIN, 2011; IRZIK; NOLA, 2011; VAN DIJK, 2011; MATTHEWS, 2012; DUSCHL; GRANDY, 2013; MARTINS, 2015; FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017; RODRÍGUEZ; ADÚRIZ-BRAVO, 2017), em grande parte por não se acreditar que seja possível estabelecer um acordo geral. A partir dos estudos e pesquisas que a defendem e a criticam, é possível perceber que “há diferentes rotas, terminologias, pontos de partida e conclusões” (MARTINS, 2015, p. 703).

Entre as fragilidades, alguns problemas se destacam, como por exemplo: crítica ao estabelecimento de afirmações declarativas sobre ciência (CLOUGH, 2006, 2007; ALLCHIN, 2011; MARTINS, 2015) que sugerem um aspecto dogmático para a abordagem e aprendizagem sobre ciências, desconsideração das particularidades das diversas áreas das ciências (IRZIK; NOLA, 2011), e pouco refinamento histórico e filosófico dos elementos da natureza da ciência (MATTHEWS, 2012; MARTINS, 2015).

Entre outros problemas, Martins (2015) aponta a fragilidade de se ressaltar na defesa aos ‘princípios’ declarativos da visão consensual, aspectos em torno de certos posicionamentos epistemológicos em detrimento de outros e descrições e qualificações sobre a ciência inconsistentes com estes mesmos posicionamentos epistemológicos. O autor ilustra este problema com as seguintes citações ou expressões:

- i. “A ciência tem se desenvolvido por meio da ‘ciência normal’ e de ‘revoluções científicas’, como descrito por Kuhn (1962)” (McCOMAS, 2008, p. 251 *apud* MARTINS, 2015, p. 712).
- ii. “A ciência tem um componente criativo” (MARTINS, 2015, p. 712) (aspecto ressaltado pela visão consensual).
- iii. “O conhecimento científico é tentativo, durável e autocorretivo (Isso significa que, embora a ciência não possa provar nada, as conclusões científicas ainda assim são valiosas e duradouras devido à forma pela qual elas são desenvolvidas, mas erros serão descobertos e corrigidos como parte do processo.)” (McCOMAS, 2008, p. 251, destaque do autor, *apud* MARTINS, 2015, p. 713).
- iv. “A ciência tem um elemento subjetivo. Em outras palavras, ideias e observações em ciência são ‘carregadas de teoria’” (MARTINS, 2015, p. 713) (aspecto ressaltado pela visão consensual).

Ora, o componente criativo da ciência é presente nos períodos de ‘ciência extraordinária’, de ‘revolução científica’. Nos períodos de ‘ciência normal’, a ciência é pouco criativa, e em grande medida rotineira e padronizada. Nessa mesma visão de desenvolvimento da ciência, a percepção, descoberta e correção dos ‘erros’ cometidos pelos cientistas, dificilmente acontecem, em especial quando inseridos em períodos de ‘ciência normal’. Na análise de Martins (2015):

a própria ideia de “erros” parece estar em desacordo com a noção kuhniana de incomensurabilidade e com a ideia de que cientistas que optam por diferentes paradigmas vivem em “mundos diferentes”, além de sugerir – implicitamente – certa linearidade e cumulatividade na construção do conhecimento científico. (MARTINS, 2015, p. 713).

Se adotarmos uma visão kuhniana de desenvolvimento científico, por exemplo, tais aspectos destacados pela visão consensual se tornam frágeis.

Além disso, ao comparar o aspecto subjetivo na ciência com carga teórica das ideias e observações, pode equivocadamente dar margem a um entendimento de que haja idiosincrasias inerentes à ciência, e que as teorias são individuais e pessoais, desconsiderando o complexo processo existente dentro da comunidade e da prática científica necessários para referendar algum conhecimento que seja subjetivo (MARTINS, 2015).

A visão consensual se opõe a uma visão positivista, realista ingênua e de senso comum da ciência e desconstruir essa visão tem sido parte, não simples, mas muito importante, da meta de um ensino sobre as ciências. Segundo a análise de Martins (2015, p. 714), a proposta da visão consensual “parece situar-se no âmbito de um relativismo moderado ao apontar, p. ex., o aspecto provisório do conhecimento, a inexistência de um método único e rígido, a existência de vieses teóricos na observação e experimentação, as influências históricas, sociais e culturais da prática científica”.

No entanto, uma preocupação bastante relevante consiste no fato de que uma visão relativista moderada como a proposta na visão consensual possa contribuir para algum tipo de relativismo inadequado, como o relativismo exacerbado. Martins (2015) apresenta uma série de argumentos (FEYERABEND, 1993; MATTHEWS, 1998; CLOUGH, 2007) e, a partir deles, conclui que “um relativismo exacerbado pode levar a atitudes anticientíficas e ao *irracionalismo*” (MARTINS, 2015, p. 716)

em desfavor de “uma apreciação da ciência enquanto empreendimento humano epistemologicamente diferente do conhecimento de senso comum e de outras formas de conhecimento” (MARTINS, 2015, p. 716).

Enfim, defende-se a construção de uma imagem racionalista moderada e realista sobre a ciência, considerando seus aspectos éticos e humanos, destacando suas realizações intelectuais e materiais (IZQUIERDO; ADÚRIZ-BRAVO, 2003; ADÚRIZ-BRAVO; ROSALES, 2011).

Neste mesmo sentido, Matthews (2012) aponta críticas em alguns princípios desta visão consensual sobre natureza da ciência. Com relação ao princípio que diz respeito à natureza empírica do conhecimento científico, o autor coloca dois principais problemas. O primeiro deles se refere ao *status* ontológico das entidades teóricas na ciência. Enquanto Lederman (2004) afirma que existe uma concordância bastante ampla sobre a “existência de uma realidade objetiva (...) em comparação com as realidades dos fenômenos” (MATTHEWS, 2012, p. 303)¹⁸, Matthews (2012) argumenta que “o debate entre os filósofos não é sobre a realidade do mundo, mas sobre as entidades explicativas propostas nas teorias científicas” (MATTHEWS, 2012, p. 12)¹⁹. Toda a discussão ontológica desaparece quando se afirma que a “ciência tem uma base empírica”. Neste contexto, Matthews (2012) identifica que Lederman *et al.* (2004) adotam uma posição realista sobre o mundo e empirista e construtivista sobre as entidades teóricas da ciência. Para o autor, “Não é sobre a realidade do mundo que os professores precisam ter orientação, é sobre a realidade ou não das entidades postuladas em teorias científicas.” (MATTHEWS, 2012, p. 13)²⁰.

O segundo problema, sinalizado por Matthews (2012), consiste na distorção do papel da abstração e da idealização na ciência quando se enfatiza uma natureza empírica. Com relação a isto, Matthews (2012) acrescenta dois novos itens da lista de características da ciência, os quais: experimentação e idealização.

¹⁸ Citação original: “*existence of an objective reality, for example, as compared to phenomenal realities*” (LEDERMAN, 2004, p. 303).

¹⁹ Citação original: “*the serious debate among philosophers is not the reality of the world, but the reality of explanatory entities proposed in scientific theories*” (MATTHEWS, 2012, p. 12).

²⁰ Citação original: “*It is not the reality of the world that teachers need guidance about, it is the reality or otherwise of entities postulated in scientific theories.*” (MATTHEWS, 2012, p. 13).

Com relação à subjetividade do conhecimento científico, Matthews (2012) levanta questões em torno das subjetividades psicológicas, associada ao cientista, e filosófica, associada ao conhecimento, e do risco de que se confundam proporcionando um entendimento de que o conhecimento científico seja pessoal e individual. Com relação à incorporação social e cultural do conhecimento científico, o autor atenta para o fato de que há uma cultura dominante, uma cultura ocidental, que influencia e é influenciada, afeta e é afetada pelo conhecimento científico, que consiste na construção do conhecimento da ciência moderna. Outras culturas, construídas a partir de outras visões de mundo, não parecem influenciar ou serem influenciadas por essa cultura dominante.

Em síntese, as críticas não advogam no sentido de negar o que foi constituído pela ideia de uma visão consensual, mas de tratar com cuidado as fragilidades de uma abordagem desta natureza. Para Martins (2015):

A conclusão não é a de que a visão consensual deva ser descartada ou desprezada. Não estamos contra a visão consensual, a sabedoria partilhada que ela representa ou o esforço de estabelecer conteúdos significativos para o ensino da temática Natureza da Ciência. Pelo contrário, acreditamos que os pesquisadores que trabalham nessa direção trouxeram contribuições fundamentais para o avanço do conhecimento na área de educação científica. Nosso ponto central, aqui, é destacar que a visão consensual, devido à sua forma e ao seu conteúdo, tem enfrentado críticas. E que tais críticas, ainda que as listas de *tenets* possam ser reinterpretadas, tem como base aquilo que está efetivamente publicado e que pode funcionar como referente para instrução (MARTINS, 2015, p. 716-717).

Neste contexto, mais recentemente, na educação científica e tecnológica, se tem fomentado o desenvolvimento de perspectivas teórico-metodológicas renovadas sobre a natureza da ciência que buscam superar as principais críticas a essa visão consensuada, tanto de caráter epistemológico quanto educacional. Entre as defesas estão a busca por abordar aspectos da natureza da ciência como questões ao invés de princípios (CLOUGH, 2006, 2007; MARTINS, 2015), explorar estudos de caso históricos contextualmente ricos (ALLCHIN, 2011; FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017), estudo de práticas científicas a partir de

diferentes perspectivas teóricas (DUSCHL; GRANDY, 2013; GARCÍA-MARTÍNEZ; IZQUIERDO AYMERICH, 2014; MOURA *et al.*, 2017), entre outros. Estas perspectivas serão apresentadas nas seções seguintes.

1.2. PERSPECTIVAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS DO DEBATE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: PERSPECTIVAS RENOVADAS

Há um movimento crescente no debate sobre a natureza da ciência na educação científica em apresentar pressupostos emergentes a partir de marcos renovados e potentes para a didática das ciências (RODRÍGUEZ; ADÚRIZ-BRAVO, 2017; MARTINS, 2015). Entre as perspectivas renovadas, algumas têm se destacado e, inclusive, desempenhado um papel central para o desenvolvimento de investigações empíricas atuais sobre a temática, entre elas estão as seguintes perspectivas: a abordagem das características da ciência (*features of science*) proposta por Matthews (2012); a abordagem da natureza da ciência ‘completa’ (*nature of whole science*) proposta por Allchin (2011); a abordagem de semelhança de família (*family resemblance approach*) proposta por Irzik e Nola (2011); a abordagem de campos teóricos estruturantes proposta por Adúriz-Bravo (2005); a abordagem da natureza da ciência por meio de questões propostas por Clough (2006, 2007) e por Martins (2015).

Cada uma dessas perspectivas apresenta sugestões particulares para a abordagem da temática da natureza da ciência no contexto escolar, e têm em comum a crítica que fazem à visão consensuada sobre a natureza da ciência conforme apresentado na sessão anterior. Com a finalidade de compreendermos os encaminhamentos do debate mais atual e renovado sobre a temática, sistematizaremos na sequência as ideias principais de cada uma delas.

A) CARACTERÍSTICAS DA CIÊNCIA (*FEATURES OF SCIENCE*)

Matthews (2012) propõe uma mudança de foco investigativo e terminológico da natureza da ciência (*nature of science* conhecido pelo acrônimo NOS) para característica da ciência (*feature of science* pelo acrônimo FOS), com um enfoque mais flexível, contextual e heterogêneo para o tema. Segundo o autor, esta mudança de perspectiva tem como objetivo evitar armadilhas filosóficas, epistemológicas e educacionais que têm sido associadas à boa parte das investigações recentes na linha

da natureza da ciência a partir da perspectiva de Lederman *et al.* (2002). Entre as fragilidades da proposta de visão consensuada, Matthews (2012) aponta:

- a) Confusão entre características epistemológicas, sociológicas, psicológicas, éticas, financeiras e filosóficas em uma única lista sobre natureza da ciência.
- b) Privilégio a uma das posições existentes em uma controvérsia polêmica ou debatida, como é aquela relativa a metodologia da ciência.
- c) Pressuposição de uma solução em particular para a disputa da demarcação de ciência e não-ciência.
- d) Pressuposição de que a aprendizagem sobre a natureza da ciência pode ser julgada e avaliada pela capacidade dos alunos para identificar enunciados declarativos sobre natureza da ciência.

O autor ressalta que a lista de afirmações e declarações de visão consensuada tem a potencialidade de inserir a temática em sala de aula, sugerindo alguns pontos para serem discutidos sobre o tema, além de fornecer instrumentos para medir a aprendizagem sobre natureza da ciência. No entanto, a lista com afirmações e sentenças declarativas corre o risco de ser interpretada de maneira dogmática, podendo inibir uma reflexão crítica mais desejável sobre a natureza da ciência.

Com o objetivo de evitar a propagação de compreensões equivocadas sobre natureza da ciência, Matthews (2012) introduz onze características da ciência – epistemológicas, históricas, psicológicas, sociais e tecnológicas – que podem ser utilizadas para descrever o empreendimento científico, adicionalmente à lista dos aspectos clássicos da natureza da ciência proposto por Lederman *et al.* (2002)²¹, conforme apresentamos na seção anterior. As características da ciência propostas por Matthews (2012) são:

8. Experimentação: ressaltando o papel da experimentação e uma compreensão mais sofisticada sobre sua conexão com o trabalho do laboratório e da experimentação escolar;

²¹ Os sete aspectos da lista de Lederman para a natureza da ciência são: (1) Base empírica (*Empirical basis*); (2) Leis e teorias científicas (*Scientific theories and laws*); (3) Criatividade (*Creativity*); (4) Dependência da teoria (*Theory dependence*); (5) Incorporação cultural (*Cultural embeddedness*); (6) Método científico (*Scientific method*); (7) Tentativa/provisoriedade (*Tentativeness*).

9. Idealização: ressaltando o papel da idealização na teorização científica e como movimento metodológico que orienta a própria experimentação;
10. Modelos: ressaltando o papel dos modelos para examinar tópicos da natureza da teoria científica, *status* das hipóteses, o papel das metáforas e das analogias na explicação científica, das experiências de pensamento na ciência e da centralidade da idealização para a articulação, aplicação e teste de modelos, bem como para fornecer questões ricas em torno da relação dos modelos com o mundo que modelam;
11. Valores e Questões Sócio-Científicas;
12. Matematização;
13. Tecnologia;
14. Explicação;
15. Cosmvisão e Religião;
16. Escolha teórica e Racionalidade;
17. Feminismo;
18. Realismo e Construtivismo.

Para estes itens, no lugar de sentenças afirmativas e definitivas sobre as características da ciência, Matthews (2012) sugere uma série de questões que podem ser utilizadas para se suscitar o debate em torno de cada elemento. Nesse sentido, os professores devem procurar uma compreensão mais complexa do conhecimento e do trabalho científico, sem que haja necessidade de uma importação artificial dos temas da filosofia para as aulas de ciências. Nesse sentido, o autor sugere que sejam utilizadas questões filosóficas como:

O que é uma explicação científica? O que é um experimento controlado? O que é uma experiência crucial e existe alguma? Como funcionam os modelos na ciência? Quanta confirmação requer uma hipótese antes que ela seja estabelecida? Existem formas de avaliar o valor de programas de pesquisa concorrentes? A crença religiosa de Newton afetou sua ciência? A analogia do "livro danificado" de Darwin foi competente para os críticos que apontaram para todas as evidências que contradiziam sua teoria evolutiva? Planck foi culpado por permanecer na Alemanha nazista e

continuar sua pesquisa científica durante a guerra?
(MATTHEWS, 2012, p. 21)²²

Outros autores como Martins (2015) e Clough (2006; 2007) também propõem o uso de questões para o debate da natureza da ciência no ensino de ciências. Estes estudos e propostas serão abordados na sequência.

B) NATUREZA DA CIÊNCIA ‘COMPLETA’ (*NATURE OF WHOLE SCIENCE*)

Allchin (2011) sistematiza uma proposta metodológica em que busca promover a discussão sobre como efetivamente avaliar o conhecimento prático e culturalmente funcional da natureza da ciência, a qual denomina Natureza da Ciência ‘Completa’ (*Nature of Whole Science*). Justifica sua preocupação por acreditar na importância de uma formação adequada de cidadãos para participarem em uma sociedade no qual a ciência e a tecnologia são cada vez mais importantes nas políticas públicas e nas vidas sociais. O autor considera que o conhecimento sobre o conteúdo é insuficiente para agir e tomar decisões em debates científicos, sendo essencial conhecer sobre natureza da ciência, sugerindo que “os estudantes devem desenvolver uma compreensão de como a ciência funciona *com o objetivo de interpretar a confiabilidade das alegações científicas na tomada de decisões pessoais e públicas.*” (ALLCHIN, 2011, p. 521, destaque do autor)²³.

Para o autor, ainda que não domine todo o conjunto de conceitos envolvidos, o cidadão informado poderá, ao menos, interagir com

²² Citação original: “*What is a scientific explanation? What is a controlled experiment? What is a crucial experiment and are there any? How do models function in science? How much confirmation does a hypothesis require before it is established? Are there ways of evaluating the worth of competing research programmes? Did Newton’s religious belief affect his science? Was Darwin’s ‘damaged book’ analogy a competent rely to critics who pointed to all the evidence that contradicted his evolutionary theory? Was Planck culpable for remaining in Nazi Germany and continuing his scientific research during the war?*” (MATTHEWS, 2012, p. 21)

²³ Citação original: “*Students should develop an understanding of how science works with the goal of interpreting the reliability of scientific claims in personal and public decision making.*” (ALLCHIN, 2011, p. 521, destaque do autor).

especialistas em tópicos sobre os quais saiba ao menos reconhecer evidências relevantes ou falsas, os limites e fundamentos das alegações científicas emergentes, negociar frente à incerteza científica, assumindo o papel de “intérprete competente ou ‘crítico’ da ciência mesmo que não seja um praticante” (ALLCHIN, 2011, p. 522)²⁴. Nesse sentido, interpretar a confiabilidade das alegações científicas requer uma ampla compreensão de suas práticas: da experimentação à divulgação científica.

Dessa forma, assim como Matthews (2012), Allchin (2011) apresenta críticas ao tipo de conhecimento declarativo presente nas listas de ‘princípios’ de natureza da ciência, especialmente aos instrumentos que foram desenvolvidos para identificar as concepções de estudantes. Na opinião do autor, estas listas são “inerentemente incompletas e insuficientes para uma alfabetização científica funcional” (ALLCHIN, 2011, p. 524)²⁵. Sua proposta metodológica tem como objetivo avaliar os conhecimentos da natureza da ciência como alternativa aos instrumentos denominados ‘Visões sobre natureza da ciência’ (*Visions about Nature of Science – VNOS*), descritos na seção anterior.

Allchin (2011) afirma que as listas de princípios da natureza da ciência não apresentam um contexto científico legítimo que possa servir como referência para a ‘tomada de decisão pessoal e social’. Para o autor, as listas de princípios consensuados incluem itens irrelevantes para a alfabetização científica funcional e omitem outros itens que seriam relevantes, no que diz respeito ao papel da credibilidade e confiabilidade sobre as alegações científicas. Expõe como exemplos a interação social entre cientistas, o papel do financiamento, das motivações, o processo de revisão por pares, as tendências cognitivas, situações de fraude e de validação de novos métodos, entre outros elementos que possibilitam uma ampla compreensão da prática científica e da natureza da ciência que seja funcional e não simplesmente declarativa.

Para tanto, o autor propõe o uso de casos históricos ou notícias contemporâneas da ciência, que sejam contextualmente ricas, a fim de promover uma análise funcional ou interpretativa da natureza da ciência, em substituição à abordagem em torno de afirmações declarativas. Para o autor:

²⁴ Citação original: “*a competent interpreter, or “critic,” of science, even if not a practitioner of science*” (ALLCHIN, 2011, p. 522).

²⁵ Citação original: “*inherently incomplete and insufficient for functional scientific literacy*” (ALLCHIN, 2011, p. 524).

A natureza da ciência, portanto, não pode ser totalmente ou adequadamente expressa por uma lista de princípios explícitos. Em vez disso, se enquadra como um conjunto de dimensões sobre como a confiabilidade é alcançada à medida que o conhecimento se desenvolve e como é preservada à medida que ele se move de um lugar para outro. O perfil de dimensões de como a ciência funciona, e, ao mesmo tempo, como às vezes não funciona (e por quê). O conceito de dimensões ajuda a unificar algumas contradições enigmáticas em visões generalizadas de NOS. (ALLCHIN, 2011, p. 524)²⁶

As dimensões propostas por Allchin (2011) buscam unificar algumas contradições internas à visão consensual estabelecida pelos princípios declarativos da natureza da ciência. São elas:

1. Observação e raciocínio
2. Métodos de investigação
3. História e Criatividade
4. Contexto humano
5. Cultura
6. Interações sociais entre cientistas
7. Processos cognitivos
8. Economia/financiamento
9. Instrumentação e práticas experimentais
10. Comunicação e transmissão de conhecimentos

Estas dimensões (Quadro 3) servem como instrumento para a avaliação de casos históricos ou notícias contemporâneas da ciência cujos contextos sejam potencialmente frutíferos para promover a discussão de como a ciência ‘funciona’ (ou como não funciona e por quê). Tais agrupamentos são possíveis porque o objetivo consiste em informar as habilidades interpretativas dos alunos, e não apenas determinar se a ciência é (absolutamente) tentativa ou durável, conservadora ou criativa,

²⁶ Citação original: “*The nature of science, then, cannot be fully or adequately expressed by a list of explicit tenets. Rather, one frames it as a set of dimensions about how reliability is achieved as knowledge develops and how it is preserved as it moves from one place to another. The dimensions profile how science works—and at the same time how it sometimes does not work (and why). The concept of dimensions helps unify some puzzling contradictions in widespread views of NOS.*” (ALLCHIN, 2011, p. 524).

entre outras características presentes nos princípios da visão consensuada da natureza da ciência.

Quadro 3 – Dimensões da Confiabilidade da Ciência como instrumento de avaliação da Natureza da Ciência ‘Completa’ proposta por Allchin (2011).

Dimensões da Confiabilidade da Ciência	
Os pontos identificam possíveis itens abrangentes em uma pergunta de resposta livre sobre natureza da ciência. Esta lista é ilustrativa, não exaustiva	
1. Observações e raciocínio	<ul style="list-style-type: none"> • relevância da evidência • papel do estudo e observação sistemática (versus anedota) • completude da evidência • robustez (acordo entre diferentes tipos de dados) • papel da probabilidade na inferência • explicações alternativas • informações verificáveis versus valores
2. Métodos de investigação	<ul style="list-style-type: none"> • experimento controlado (uma variável) • estudos ocultos e de dupla ocultação • análise estatística do erro • replicação e tamanho da amostra • correlação versus causas
3. História e criatividade	<ul style="list-style-type: none"> • constância com evidência estabelecida • papel da analogia, pensamento interdisciplinar • mudança conceitual • erro e incerteza • papel da imaginação e síntese criativa
4. O contexto humano	<ul style="list-style-type: none"> • espectro de motivações para fazer ciência • espectro de personalidades humanas na ciência
5. Cultura	<ul style="list-style-type: none"> • papel das crenças culturais (ideologia, religião, nacionalidade, etc.) • papel do viés de gênero • papel de viés racial ou de classe
6. Interações sociais entre cientistas	<ul style="list-style-type: none"> • colaboração ou competição entre cientistas • formas de persuasão • credibilidade • revisão pelos pares • limites de perspectivas e críticas teóricas alternativas • resolução de desacordo • liberdade acadêmica
7. Processos cognitivos	<ul style="list-style-type: none"> • viés de confirmação / papel de crenças prévias • percepções emocionais versus evidências de risco
8. Economia/ financiamento	<ul style="list-style-type: none"> • fontes de financiamento • conflito de interesse pessoal
9. Instrumentação e práticas experimentais	<ul style="list-style-type: none"> • novos instrumentos e sua validação • modelos e organismos modelo • ética da experimentação do sujeito humano
10. Comunicação e transmissão de conhecimentos	<ul style="list-style-type: none"> • normas de tratamento de dados científicos • natureza dos gráficos • credibilidade de várias revistas científicas e meios de comunicação • fraude ou outras formas de má conduta • responsabilidade social dos cientistas

Fonte: Extraído, adaptado e traduzido de Allchin (2011).

C) SEMELHANÇA DE FAMÍLIA (*FAMILY RESEMBLANCE APPROACH*)

Irzik e Nola (2011) sustentam que a visão consensuada da natureza da ciência, apesar de atrativa, possui deficiências e fraquezas por retratar uma imagem muito restrita, monolítica, fixa e atemporal da ciência. Para os autores, essa visão apresenta somente características que são amplamente aceitas nos documentos curriculares estandardizados de ciências no domínio da epistemologia, história e sociologia da ciência ou nas propostas de alfabetização científica que não contribuem para superar as imagens ingênuas compartilhadas entre os jovens. A principal crítica à visão consensuada reside no fato de desconsiderar as particularidades das diversas áreas das ciências, as complexidades referentes à metodologia e regras metodológicas, aos objetivos da ciência, bem como, à ausência de discussão sobre às práticas de investigação científica, pelas quais o conhecimento científico é produzido.

Os autores afirmam que estas características menos controversas da natureza da ciência não contribuem para superar as imagens ingênuas de ciência compartilhadas, seja em processos de escolarização ou mesmo fora do contexto escolar. Para eles:

A ciência é tão rica e tão dinâmica e as disciplinas científicas são tão variadas que não parece haver nenhum conjunto de características comuns a todas e compartilhado apenas por elas. Basta considerar todas as coisas que os cientistas fazem (observar, experimentar, construir modelos, testar e assim por diante) e todas as disciplinas que se enquadram no conceito de ciência (física, química, biologia, geologia, zoologia, botânica e assim por diante, não para mencionar todas as suas subdisciplinas). Caracterizar as condições necessárias e suficientes para ser uma ciência de forma a fazer justiça a essa riqueza e complexidade torna-se quixotesco. O desafio, portanto, é como fazer justiça à riqueza da ciência, seu caráter dinâmico e a variedade de disciplinas científicas. (IRZIK; NOLA, 2011, p. 591-592)²⁷

²⁷ Citação original: “*Science is so rich and so dynamic and scientific disciplines are so varied that there seems to be no set of features that is common to all of them and shared only by them. Just consider all the things that scientists do*”

Irzik e Nola (2011) propõem uma alternativa para assumir a construção de uma visão do que seja a natureza da ciência mais abrangente e sistemática que a visão consensual, na tentativa de abranger aspectos gerais e estruturais, fazendo ‘juz à sua complexidade’, mas que também seja pedagogicamente útil. A abordagem que os autores propõem parte de uma ideia de ‘semelhança familiar’ (*family resemblance approach*), e se origina na seguinte analogia: os membros de uma família podem se assemelhar uns aos outros em alguns aspectos, mas não em todos ou ainda em outros mais, e, assim, a rede de características pode formar uma família com base em semelhanças. No caso da ciência, existem características comuns, mas que não podem ser definidas de maneira absoluta como elementos que demarcam a ciência, como é o caso da observação, coleta de dados, inferência, entre outras. Nessa linha argumentativa, os autores definem como características que contribuem de forma importante para a caracterização das disciplinas científicas:

1. Atividades
2. Objetivos e Valores
3. Metodologias e Regras Metodológicas
4. Produtos

Os autores argumentam de maneira bastante descritiva cada uma destas características. Com relação às (1) atividades, por exemplo, elencam um conjunto delas, tais como práticas observacionais (como observações celestes utilizando instrumentos e observações para reconhecimento ou identificação de fósseis), práticas materiais (como práticas experimentais e práticas classificatórias), práticas matemáticas (como a formulação, proposição e solução de questões ou problemas, por exemplo). Cada uma destas práticas pode caracterizar algumas ciências, mas não outras, formando assim um conjunto de semelhanças familiares. A questão é que todas as ciências compartilham algum subconjunto de atividades (IRZIK; NOLA, 2011).

(observing, experimenting, model building, testing and so on) and all the disciplines that fall under the concept of science (physics, chemistry, biology, geology, zoology, botany and so on, not to mention all their sub-disciplines). To characterize the necessary and sufficient conditions for being a science in a way to do justice to this richness and complexity turned out to be quixotic. The challenge, therefore, is how to do justice to the richness of science, its dynamic character and the variety of scientific disciplines.” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 591-592).

Com relação aos (2) objetivos e valores, de ordem cognitiva, dependem basicamente das compreensões e posições filosóficas adotadas ou incorporadas às teorias e às práticas científicas, entre as quais: consistência, simplicidade, fecundidade e amplo alcance (KUHN, 1977); alta confirmação, como enfatizado pelos empiristas lógicos (HEMPEL, 1965, Parte I); falsidade, verdade ou verossimilhança (POPPER, 1963, 1975); adequação empírica (VAN FRAASSEN, 1980); viabilidade (VON GLASERSFELD, 1989); heterogeneidade e complexidade ontológica, como enfatizado pelas feministas empiristas (LONGINO, 1997). Por vezes, os valores em ciência podem servir como critérios para escolha teórica e podem ser expressos como regras metodológicas, entre teorias concorrentes por exemplo.

Além disso, Irzik e Nola (2011), pontuam que:

Embora tenhamos nossos próprios pontos de vista sobre esses objetivos variados para a ciência, a visão da semelhança familiar das ciências que defendemos aqui não exige que tomemos partido nessas disputas. Em vez disso, meramente exige que estabeleçamos quais são os objetivos que as ciências individuais podem ter sob várias posições filosóficas ou interpretações delas e o papel que podem ou não ter em qualquer caracterização de uma ciência particular. (IRZIK; NOLA, 2011, p. 598)²⁸.

Neste sentido, independente dos pontos de vista individuais, teremos uma semelhança familiar em relação aos objetivos da ciência de acordo com diferentes interpretações ou posições filosóficas.

Com relação à (3) metodologia, “a ciência não alcança seus vários objetivos de forma aleatória, mas emprega uma série de métodos e regras metodológicas” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 598)²⁹. A ciência está repleta

²⁸ Citação original: “*Though we have our own views about these varying aims for science, the family resemblance view of the sciences we are advocating here does not require us to take sides in these disputes. Rather, it merely requires that we set out what are the aims that individual sciences can have under various philosophical stances or interpretations of them and the role they may or may not have in any characterization of a particular science.*” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 598).

²⁹ Citação original: “*Science does not achieve its various aims in a haphazard way, but employs a number of methods and methodological rules.*” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 598).

delas, algumas controversas, mas outras geralmente aceitas. Alguns exemplos dos tipos de regras consideradas importantes do processo metodológico em ciências, são: construir hipóteses/teorias/modelos altamente testáveis; evitar fazer revisões *ad hoc* para teorias; entre teorias que têm semelhança em outros aspectos, escolher a teoria que é mais explicativa; escolher a teoria que faz novas previsões verdadeiras sobre a teoria que apenas prediz o que já é conhecido; rejeitar teorias inconsistentes; aceitar teorias simples e rejeitar outras mais complexas; aceitar uma teoria apenas se puder explicar todos os sucessos de seus antecessores; usar experimentos controlados no teste de hipóteses casuais; na realização de experimentos em seres humanos sempre usar procedimentos às cegas.

A crítica de Irzik e Nola (2011) à visão consensual neste ponto é bastante incisiva. Para os autores, àquela não atribui devida importância à metodologia científica ou regras metodológicas, por afirmarem não haver nenhum conjunto fixo e universal de regras que regulem a atividade científica em todas as etapas da investigação. Para os autores, na abordagem de semelhança de famílias esta questão é explorada, pois afirmam que existem construções que são altamente idealizadas e que, embora existam diferença entre elas, há pares de disciplinas científicas que compartilham regras em maior ou menor grau. Estas regras, ainda que não reflitam fielmente as atividades empreendidas pelos cientistas diariamente ou ainda que não afirmam de maneira absoluta o que o cientista deve fazer em cada etapa da investigação, podem indicar quando as escolhas e ações não são racionais. Isto é, “explicam (pelo menos parcialmente) a confiabilidade do conhecimento científico e como é que a ciência elimina seus erros. Sem a noção de método científico e regras metodológicas, a natureza autocorretiva da ciência se torna um mistério.” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 599)³⁰.

Estes (4) produtos podem incluir hipóteses, leis, teorias e modelos, bem como coleções de relatórios observacionais ou coleções de dados experimentais. Sem buscar explorar disputas entre produtos a cada uma das disciplinas científicas, Irzik e Nola (2011) afirmam que “O último produto final proposicional das atividades científicas é o conhecimento

³⁰ Citação original: “*they do explain (at least partially) the reliability of scientific knowledge and how it is that science eliminates its errors. Without the notion of scientific method and methodological rules, the self-corrective nature of science becomes a mystery.*” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 599).

ou a crença racional.” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 600)³¹. Portanto, novamente defendem que estas características que chamam de produtos científicos, podem formar um conjunto de semelhanças familiares com cada ciência compartilhando algumas delas, e talvez não outras.

Em resumo, para a abordagem de semelhança familiar, cada ciência individual será formada por algum subconjunto de elementos pertencentes às quatro categorias de atividades, objetivos e valores, metodologias e regras metodológicas e produtos, que pode ser diferente de um outro subconjunto que caracteriza outra ciência individual. Assim como, um par de disciplinas constituídas por conhecimentos estruturados pode compartilhar “semelhanças, sobreposições e cruzamentos suficientes que as tornam ambas ‘ciências’” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 601)³². Por fim, cada uma das quatro categorias é aberta a novas características que comporão os subconjuntos, assim como outras categorias podem surgir e ser acrescentadas à medida que a ciência se desenvolve.

Por fim, com relação à aplicação desta abordagem para ensinar sobre natureza da ciência aos alunos Irzik e Nola (2011) afirmam que “a abordagem de semelhança familiar pode ser usada de forma pedagogicamente eficaz na sala de aula para ensinar aos alunos a natureza da ciência desde que já tenham uma exposição suficiente à ciência.” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 603)³³. Entre as justificativas os autores apontam a flexibilidade da proposta em permitir que o professor se concentre em qualquer uma das categorias – atividades, objetivos e valores, metodologia e regras metodológicas e produtos – na medida em que pretenda discutir algum aspecto da ciência com mais detalhes. Além disso, defendem que esta proposta permite que o professor historicamente orientado, dê aos alunos uma ideia sobre o desenvolvimento histórico da ciência a partir de uma abordagem filosoficamente neutra.

³¹ Citação original: “*The ultimate propositional end product of scientific activities is knowledge or rational belief.*” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 600).

³² Citação original: “*there are sufficient similarities, overlaps and crisscrosses that make them both ‘sciences’.*” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 601).

³³ Citação original: “*the family resemblance approach can be used in a pedagogically effective way in the classroom to teach the nature of science provided they already have sufficient exposure to science.*” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 603)

D) CAMPOS TEÓRICOS ESTRUTURANTES (*THE 'STRUCTURING THEORETICAL FIELDS'*)

Adúriz-Bravo (2007) reconhece a existência de propostas de autores que buscam estabelecer uma conexão entre filosofia da ciência e modelos de ensino de ciências, em que selecionam tópicos da natureza da ciência sobre os quais há consenso sobre sua relevância para a educação científica. No entanto, aponta algumas deficiências no que diz respeito à desatualização de conteúdo (positivismo lógico), à incompatibilidade na combinação de ideias de escolas de pensamento (Popper e Kuhn) e à falta de reflexão sobre o papel específico da natureza da ciência na formação de professores de ciências.

Sustentado por outros autores (MCCOMAS, 1998; FLICK; LEDERMAN, 2004; ADÚRIZ-BRAVO, 2005), Adúriz-Bravo (2007) reforça que “a reflexão teórica sobre a ciência é valiosa na medida em que fornece critérios e ferramentas para que os professores de ciências atuem em suas próprias salas de aula” (ADÚRIZ-BRAVO, 2007, p. 45)³⁴. A formação de professores, portanto, deve contribuir de maneira significativa à prática profissional. O autor defende e valoriza que:

a reflexão **didática** sobre o uso da natureza da ciência na formação de professores de ciências permite a **adaptação** de protocolos existentes (função **avaliativa**) e a **criação** de novos (função **heurística**) para ensinar uma ciência mais contextualizada e **epistemologicamente informada** nas salas de aula (ADÚRIZ-BRAVO, 2007, p. 44, destaques do autor)³⁵.

Nesse sentido, Adúriz-Bravo (2007) considera necessário identificar bases epistemológicas do estudo da natureza da ciência que se caracterizem como uma componente curricular relevante e valiosa para atingir os objetivos da autêntica alfabetização científica e que represente

³⁴ Citação original: “*theoretical reflection on science is valuable in that it provides criteria and tools for science teachers to act in their own classrooms*” (ADÚRIZ-BRAVO, 2007, p. 45).

³⁵ Citação original: “*that didactical reflection on the use of NOS in science teacher education permits both the adaptation of existing protocols (evaluative function) and the creation of new ones (heuristic function) in order to teach a more contextualised, epistemologically informed science in the classrooms*” (ADÚRIZ-BRAVO, 2007, p. 44, destaques do autor).

uma ferramenta eficiente e útil no desenvolvimento profissional de professores de ciências. Para tanto, o autor propõe uma diferenciação de perspectivas e objetivos para o ensino da natureza da ciência na formação de professores de ciências. A primeira consiste em uma perspectiva que identifica como *perspectiva curricular*, na qual a natureza da ciência possui um valor intrínseco para a educação dos cidadãos, principalmente no que diz respeito à formação de opinião e ao processo de tomada de decisão sobre questões sócio-científicas, em que os professores precisam conhecer sobre natureza da ciência, para poderem ensiná-la. A segunda perspectiva, e adotada por Adúriz-Bravo (2005, 2007) em sua proposta, é identificada como *perspectiva metateórica*, na qual a “natureza da ciência é assumida como representando uma reflexão de segunda ordem sobre conteúdos e métodos da ciência que contribuem positivamente para a autonomia dos professores na tarefa de **transposição didática**” (ADÚRIZ-BRAVO, 2007, p. 45, destaque do autor)³⁶.

O autor propõe abordar a natureza da ciência a partir de ‘campos teóricos estruturantes’ (*the structuring theoretical fields*), a partir de uma *perspectiva metateórica*, “uma vez que se referem a reflexões genéricas sobre a natureza profunda das disciplinas que podem ser estabelecidas nas salas de aula dos diferentes níveis educacionais” (RODRÍGUEZ; ADÚRIZ-BRAVO, 2017, p. 3503)³⁷. Esta estruturação é proposta em dois sentidos: nos *estágios* constituídos por uma periodização epistemológica acadêmica e nas *vertentes* da natureza da ciência definidas com base em preocupações filosóficas da ciência.

Os estágios epistemológicos propostos por Adúriz-Bravo (2007) são:

1. Positivismo lógico e concepção herdada (1920-1965) – estágio que sustenta uma reconstrução racionalista e realista rigorosa da ciência tanto como processo quanto como produto.
2. Racionalismo crítico e nova filosofia da ciência (1935-1980).
3. Pós-modernismo e visões contemporâneas (1970-atual) – estágio que combina construções filosóficas ‘emergentes’ com elementos

³⁶ Citação original: “NOS is then assumed to represent a second-order reflection on the content and methods of science that positively contributes to teachers’ autonomy in the task of **didactical transposition**” (ADÚRIZ-BRAVO, 2007, p. 45, destaque do autor).

³⁷ Citação original: “puesto que remiten a reflexiones genéricas sobre la naturaleza profunda de esas disciplinas que se pueden establecer en las aulas de los diferentes niveles educativos” (RODRÍGUEZ; ADÚRIZ-BRAVO, 2017, p. 3503).

de outras metaciências (sociologia da ciência, ciência cognitiva, estudos da ciência).

Enquanto as vertentes epistemológicas as quais Adúriz-Bravo (2007) se refere consistem em:

1. Correspondência e Racionalidade
2. Representação e Linguagens
3. Intervenção e Metodologias
4. Contexto e Valores
5. Evolução e Julgamento
6. Demarcação e Estrutura
7. Normatividade e Recursão

Na matriz de ‘campos teóricos estruturantes’ com seus estágios e vertentes é possível mapear diferentes modelos teóricos sobre ciência, bem como avaliar sua pertinência na formação de professores de ciências, no sentido de permitir opções mais claras ao selecionar elementos a serem ensinados sobre a natureza da ciência. Estes elementos podem ser combinados em uma representação diacrônica da filosofia da ciência, organizando ideias, escolas e autores, localizando-os em um tempo particular (estágios) e em um espaço temático particular (vertentes) e que “atravessa toda a história da epistemologia dando a ela sua identidade como disciplina” (ADÚRIZ-BRAVO, 2005b, p. 8)³⁸. Essa estruturação é proposta no Quadro 4.

³⁸ Citação original: “*han atravesado toda la historia de la epistemología dándole su identidad como disciplina*” (ADÚRIZ-BRAVO, 2005b, p. 8).

Quadro 4 – Matriz de Campos Teóricos Estruturantes com seus estágios e vertentes que permite tratar a evolução de ideias metateóricas e suas relações com os grandes eixos conceituais proposta por Adúriz-Bravo (2005, 2007).

Estágios	positivismo lógico e concepção herdada	racionalismo crítico e nova filosofia da ciência	pós-modernismo e visões contemporâneas
Vertentes			
Correspondência e racionalidade: <u>noção de verdade</u>	<i>metodologia da justificação</i>	<i>metodologia da convenção</i>	<i>metodologia da decisão</i>
intervenção e metodologias: <u>método(s)</u>		convencionalismo	
contexto e valores: <u>consenso da comunidade</u>	indutivismo		vale tudo
demarcação e estrutura: <u>ciência é metódica</u>	indutivismo probabilístico		modelagem
normatividade e recursão: <u>ciência deve ser metódica</u>			hipotético-dedutivo

Fonte: Extraído, adaptado e traduzido de Adúriz-Bravo (2007).

Estes campos teóricos estruturantes da epistemologia comportam questões metateóricas clássicas que remetem a reflexões genéricas sobre a natureza profunda das ciências naturais (ADÚRIZ-BRAVO, 2007), e que são sistematizadas no Quadro 5.

Como proposta didática para ensinar a natureza da ciência, Adúriz-Bravo (2007) exemplifica algumas situações didáticas construídas para familiarizar futuros professores com aspectos relevantes da natureza da

ciência, são elas: natureza da imagem do cientista, natureza do método científico e natureza dos valores científicos. Por fim, salienta que outros estudos são necessários para verificar em que medida os professores de ciências se beneficiam desta abordagem com base na aprendizagem de ideias-chave sobre natureza da ciência, conforme proposto por este modelo.

Quadro 5 – Campos Teóricos Estruturantes e Questões Metateóricas Clássicas para a natureza da ciência conforme proposto por Adúriz-Bravo (2005, 2007).

Campo	Questões Metateóricas Clássicas
Correspondência e Racionalidade	Que relação existe entre a realidade e o que os/as cientistas dizem sobre ela?
Evolução e Juízo	Como as teorias mudam ao longo da história da ciência/do tempo?
Estrutura e Demarcação	O que distingue a ciência de outros tipos de conhecimento e de atividades?
Contexto e Valores	Que relações podem se estabelecer entre a ciência e outras manifestações culturais?
Intervenção e Metodologias	Como se faz para dar validade ao conhecimento científico?
Representação e Linguagens	A lógica formal serve como ferramenta para modelizar o pensamento científico?

Fonte: Extraído, adaptado e traduzido de Rodríguez e Adúriz-Bravo (2017).

E) NATUREZA DA CIÊNCIA POR MEIO DE QUESTÕES

Martins (2015) apresenta uma discussão bastante relevante para a área de ensino de ciências com relação ao que ensinar sobre os conteúdos meta-científicos, isto é, o saber sobre a ciência. O autor defende que “é melhor algum ensino sobre natureza da ciência, ainda que com limitações, do que deixarmos de agir e permitirmos a continuidade de propagação de visões deturpadas e equivocadas da ciência” (MARTINS, 2015, p. 717).

Neste sentido, apresenta uma proposta com base em ‘*temas e questões*’ que buscam superar as frequentes críticas à visão consensual da natureza da ciência na medida em que: a) não consistem em conhecimentos declarativos ou afirmações curtas e de domínio geral sobre a ciência; b) sugerem uma aproximação a um caráter investigativo

para o tratamento da temática da natureza da ciência; c) assumem um caráter mais aberto, plural e heterogêneo, tanto do ponto de vista histórico e social quanto epistemológico; d) dialogam de modo mais frutífero com outras propostas mais recentes (MARTINS, 2015).

Para tanto, o autor sugere uma mudança de *forma* e de *conteúdo*, com a proposição de *questões* e *temas* respectivamente, para a abordagem da temática da natureza da ciência no currículo, a partir de dois eixos principais: *eixo histórico e sociológico* e *eixo epistemológico*. Segundo o autor, o primeiro eixo agruparia temas como: (a) papel do indivíduo e da comunidade científica; (b) intersubjetividade; (c) questões morais, éticas e políticas; (d) influências históricas e sociais; (e) ciência como parte da cultura; e (f) comunicação do conhecimento. O segundo eixo, mais amplo, agruparia temas como: (a) origem do conhecimento; (b) métodos, práticas, procedimentos e processos da ciência; (c) conteúdo/natureza do conhecimento produzido (Quadro 6).

Martins (2015) sugere uma interrelação entre esses dois eixos – eixo sociológico e histórico com o eixo epistemológico –, cuja divisão é, em parte, artificial, pelo fato de que “os aspectos propriamente epistêmicos e que caracterizam a ‘natureza’ do conhecimento produzido provêm de uma construção que é coletiva (intersubjetiva), histórica e social” (MARTINS, 2015, p. 718).

No que concerne à inserção curricular de temas de natureza da ciência para orientar a escolha de professores em sala de aula, Martins (2015) sugere algumas dimensões úteis que podem ser levadas em consideração, como a) História de Ciência *versus* Ciência atual/contemporânea; b) Natureza da Ciência contextual *versus* Natureza da Ciência geral (explorar os elementos importantes desta falsa dicotomia); e, c) Epistemológico *versus* Sociológico. A fim de ilustrar sua proposta, para cada um dos temas dentro de cada um dos eixos, Martins (2015) elenca uma série de questões que podem ser exploradas. Estes exemplos podem ser consultados em Martins (2015, p. 721-724).

Quadro 6 – Eixos para discussão de conteúdos e exemplos de temas da Natureza da Ciência proposta por Martins (2015).

<i>Eixo sociológico e histórico</i>	<i>Eixo epistemológico</i>		
	<i>Problema da origem do conhecimento (científico)</i>	<i>Métodos, procedimentos e processos da ciência</i>	<i>Conteúdo/natureza do conhecimento produzido</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Papel dos indivíduos/sujeitos e da comunidade científica • Intersubjetividade • Influências históricas e sociais • Questões morais, éticas e políticas • A ciência como parte de uma cultura mais ampla • Objetivos da ciência/objetivos dos cientistas • Comunicação do conhecimento científico dentro da comunidade científica e em domínio público • Controvérsias históricas e contemporâneas na ciência • Ciência e outros tipos de conhecimento • Ciência e tecnologia • {Diferenças entre as áreas/disciplinas científicas} 	<ul style="list-style-type: none"> • Sujeito(s) e objeto(s) do conhecimento científico • Empírico versus teórico • Papel da observação, experimentação, lógica, argumentos racionais e pensamento teórico • Influências teóricas sobre observações e experiências • Ciência e outros tipos de conhecimento • {Diferenças entre as áreas/disciplinas científicas} 	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta, interpretação, análise e avaliação dos dados • Modelagem • Observação e inferência • Hipóteses, previsões e testes • Correlação e causalidade • Natureza da explicação em ciência • Avaliação de teorias • Papel das analogias, imaginação e criatividade • Visão do senso comum sobre o método científico (sequência passo-a-passo) • Ciência e outros tipos de conhecimento • {Diferenças entre as áreas/disciplinas científicas} 	<ul style="list-style-type: none"> • Leis e teorias • Postulados • Noção de modelo científico • Papel da Matemática • Poder e limitação do conhecimento científico • Ciência e outros tipos de conhecimento • Ciência e tecnologia • {Diferenças entre as áreas/disciplinas científicas}

Fonte: Extraído e adaptado de Martins (2015).

Por fim, Martins (2015) argumenta que:

Mesmo com nomes diversos, uma alfabetização científica da população em geral continua a ser uma meta de todos aqueles preocupados com a educação em ciências. A menos que seja feita de modo dogmática e/ou limitada a um conhecimento do conteúdo da ciência – visto, erradamente, como um conjunto de fatos e afirmações sobre fenômenos – tal alfabetização não pode prescindir de um saber sobre a ciência.

Tal saber deve, necessariamente, representar uma superação de visões de senso comum acerca desse empreendimento humano, contextualizado histórica e socialmente, chamado ciência. (MARTINS, 2015, p. 730)

Além da proposta desenvolvida por Martins (2015) para o uso de temas e questões na inserção da temática da natureza da ciência no currículo escolar, vale comentar que Clough (2006, 2007) também critica o estabelecimento de afirmações declarativas sobre ciência e, nessa mesma linha, apresenta uma defesa para tratar aspectos da natureza da ciência como questões ao invés de princípios.

1.3. PERSPECTIVAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS DO DEBATE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: CONTRASTES E APROXIMAÇÕES ENTRE AS PERSPECTIVAS CONSENSUADA E RENOVADAS

As perspectivas teórico-metodológicas do debate sobre a Natureza das Ciências na Educação Científica possuem contrastes e aproximações que nos ajudam a estruturar e desenvolver nossa proposta de pesquisa. São estas aproximações e contrastes entre a visão clássica e consensuada e as tendências das perspectivas renovadas que buscaremos sumarizar neste momento. Esta sistematização, apresentada no Quadro 7, se dá em dois sentidos que, mais recentemente, têm sido motivo de críticas, tanto em relação à forma de apresentação dos conteúdos sobre a natureza da ciência, quanto aos conteúdos que são geralmente atribuídos à temática da natureza da ciência. Vale ressaltar que esta sistematização e análise aqui proposta foi realizada apenas com base nas obras referenciadas (as mais utilizadas e citadas destes autores) e não considera possíveis novas contribuições em artigos e trabalhos posteriores.

Primeiramente, com relação à forma de apresentação dos principais pontos e elementos da natureza da ciência de cada uma das propostas, foram elencados: a apresentação dos itens sobre o tema da Natureza da Ciência em forma de lista, questões ou matriz; a apresentação explícita de item específico sobre a temática da metodologia científica; a consideração das nuances e diferenças entre as disciplinas científicas; a apresentação de considerações pedagógicas para a aplicação da proposta em sala de aula; e, por fim, a apresentação explícita de discussão de aspectos históricos, sociológicos, filosóficos e epistemológicos.

Com relação à apresentação dos itens, as primeiras críticas se referem à organização de conteúdos sobre a natureza da ciência em forma de lista. De maneira mais dura, esta crítica está relacionada ao fato de que as listas, muitas vezes consistem em um conjunto de assertivas curtas, diretas e de caráter geral sobre a ciência, e, ainda que os propositores não tenham esse intuito, elas acabam sendo entendidas e apropriadas como verdades sobre a ciência, que devem ser memorizadas e aplicadas por alunos e professores. As propostas da visão consensuada da Natureza da Ciência, das Características da Ciência, de Semelhança de Família apresentam os conteúdos sobre a natureza da ciência em forma de lista, enquanto as propostas dos Campos Teóricos Estruturantes e de Temas e Questões apresentam os conteúdos em forma de questões e matriz. Já a proposta da Natureza da Ciência ‘Completa’ apresenta uma série de elementos, de caráter mais dinâmico do que as tradicionais listas, a serem aplicadas em análises de estudos de caso sobre a ciência e a prática científica contextualmente ricos.

Com relação às especificidades e a preocupação em considerar as epistemologias próprias de cada área, seja no que diz respeito às metodologias científicas, às práticas de investigação, às possibilidades de divulgação e publicização específicos de cada corpo de conhecimentos, as críticas versam sobre a discussão sobre metodologia científica e diferenças e nuances entre as diferentes disciplinas científicas. Com relação à proposição de uma discussão específica sobre a metodologia científica, apenas as propostas da Natureza da Ciência ‘Completa’, de Semelhança de Família, dos Campos Teóricos Estruturantes e de Temas e Questões trazem e aprofundam o tema. Nesse mesmo sentido, com relação às nuances entre as diferentes disciplinas científicas, apenas as propostas de Semelhança de Família e de Temas e Questões fazem esta consideração, enquanto que a visão consensuada da Natureza da Ciência e as Características da Ciência, a Natureza da Ciência ‘Completa’ e os Campos Teóricos Estruturantes não fazem menção específica a este item.

Com relação as considerações pedagógicas para a aplicação desta proposta em sala de aula, no ensino sobre a natureza da ciência, todas as propostas apresentam alguma descrição em favor da aplicação de atividades que contemplem a abordagem da temática da natureza da ciência no contexto escolar de maneira satisfatória. Com relação a discussão de aspectos históricos, sociológicos, filosóficos e epistemológicos, todas as propostas fazem menção, no entanto, algumas um maior refinamento no que diz respeito à apresentação das bases históricas, filosóficas e epistemológicas para o estudo da natureza da ciência, como é o caso das propostas dos Campos Teóricos Estruturantes e de Temas e Questões.

Em segundo lugar, com relação aos conteúdos geralmente atribuídos à temática da natureza da ciência, foram elencadas algumas das principais críticas feitas à visão consensuada pelos autores de cada uma das propostas e se elas atendem a estas críticas.

As principais críticas feitas por Matthews (2012) dizem respeito (i) a não distinção entre características epistemológicas, éticas, financeiras e filosóficas da Natureza da Ciência, (ii) ao privilégio a posições filosóficas ou posições em controvérsias científicas, (iii) a pressuposição de uma solução particular para a disputa da demarcação entre ciência e não-ciência, e também (iv) ao julgamento e avaliação da aprendizagem sobre a natureza da ciência pela capacidade dos alunos para identificar enunciados declarativos. Estas críticas surgem na medida em que na abordagem de Características da Ciência, Matthews (2012) propõe uma mudança de foco da natureza da ciência, isto é, a uma mudança de ponto de vista sobre como abordar os elementos que podem caracterizar a ciência. Relembrando que em sua proposta, Matthews (2012) sugere uma adição aos sete princípios da visão consensuada, representados pela proposta de Lederman *et al.* (2002), mantendo as sete primeiras e propondo onze outras características. Esta mudança de ponto de vista avança no sentido de questionar o próprio ‘consenso’ e de indicar a necessidade de um refinamento histórico, filosófico e epistemológico em cada um dos debates aos quais se propõem para então se tornarem úteis para a educação científica. Com relação às críticas apontadas por Matthews (2012), a análise que realizamos evidencia que as abordagens das Características da Natureza da Ciência de Matthews (2012), da Natureza da Ciência ‘Completa’ de Allchin (2011), da Semelhança Familiar de Irzik e Nola (2011), dos Campos Teóricos Estruturantes de Adúriz-Bravo (2007) e de Temas e Questões de Martins (2015), atendem a todas as críticas e exigências feitas por Mathews (2012).

Allchin (2011) apresenta como essencial o desenvolvimento de algum instrumento alternativo à visão consensuada para identificar concepções de estudantes sobre a natureza da ciência. A abordagem da Natureza da Ciência ‘Completa’ de Allchin (2011) faz uso de casos históricos e análise de notícias contemporâneas sobre ciência utilizando o instrumento das Dimensões de Confiabilidade na Ciência. A abordagem de Semelhança de Família de Irzik e Nola (2011) apresenta sugestões de questões para o professor conduzir em sala de aula privilegiando qualquer um dos quatro grupos de características de sua proposta. A abordagem de Campos Teóricos Estruturantes de Adúriz-Bravo (2011) apresenta exemplos de situações didáticas para familiarizar professores com aspectos relevantes da natureza da ciência sobre a imagem do cientista, natureza do método científico e natureza dos valores científicos. A abordagem de Temas e Questões de Martins (2015) apresenta uma série de questões sobre cada um dos temas da natureza da ciência classificados nos eixos sociológicos, histórico e epistemológico. No entanto, a abordagem das Características da Natureza da Ciência de Matthews (2012) não apresenta ou desenvolve um instrumento alternativo.

Irzik e Nola (2011) apontam como essencial a qualquer abordagem sobre a natureza da ciência evidenciar e distinguir as particularidades das diferentes áreas das ciências no que se refere às complexidades metodológicas, objetivos e práticas de investigação pelas quais o conhecimento científico é produzido. Em sua abordagem de Semelhança Familiar, propõem quatro elementos que comportam a variedade, dinâmica e riqueza científica na tentativa de abranger aspectos gerais e estruturais complexos da ciência. A abordagem da Natureza da Ciência ‘Completa’ de Allchin (2011) apresenta a análise de casos científicos históricos e contemporâneos diversos, considerando elementos específicos de cada um deles. A abordagem de Temas e Questões de Martins (2015) apresenta três eixos: sociológico e histórico e eixo epistemológico em que reconhecem o problema da origem do conhecimento científico; os métodos, procedimentos e processos da ciência e o conteúdo/natureza do conhecimento científico produzido. Na abordagem das Características da Ciência de Matthews (2012) e dos Campos Teóricos Estruturantes de Adúriz-Bravo (2007) não se reconhecem tais particularidades de maneira explícita.

As principais críticas feitas por Adúriz-Bravo (2007) dizem respeito à (i) apresentação/preocupação com conteúdo atualizado sobre a temática da natureza da ciência, (ii) apresentação/preocupação com a compatibilidade de ideias de escolas de pensamento, (iii) reflexão do

papel específico na natureza da ciência na formação de professores de ciências. Em sua abordagem de Campos Teóricos Estruturantes, propõe três estágios epistemológicos que abrangem o positivismo lógico, o racionalismo crítico e uma nova filosofia da ciência e o pós-modernismo e visões contemporâneas composto por eixos e vertentes que possibilitam tanto a discussão de conteúdos diversos e renovados sobre a temática quanto a análise de ideias a partir de diferentes posições filosóficas. Com relação à exigência de conteúdo atualizado sobre a temática da natureza da ciência, as abordagens das Características da Natureza da Ciência de Matthews (2012), da Natureza da Ciência ‘Completa’ de Allchin (2011), da Semelhança Familiar de Irzik e Nola (2011), dos Campos Teóricos Estruturantes de Adúriz-Bravo (2007) e de Temas e Questões de Martins (2015) apresentam, em maior ou menor grau, esta preocupação. Apesar de apresentar conteúdo atualizado sobre a temática da natureza da ciência expressos em características como ‘valores e questões sócio-científicas’, ‘tecnologia’ e ‘feminismo’, a abordagem de Características da Ciência de Matthews (2012) não explicita uma preocupação em explorar a compatibilidade de ideias de escolas de pensamento, assim como as abordagens da Natureza da Ciência ‘Completa’ de Allchin (2011) e da Semelhança Familiar de Irzik e Nola (2011) também não fazem. Sobre a reflexão do papel específico da natureza da ciência na formação de professores de ciências, Adúriz-Bravo (2007) ressalta que a abordagem de Campos Teóricos Estruturantes parte de uma perspectiva metateórica que possibilita reflexões genéricas sobre a natureza profunda das disciplinas científicas contribuindo positivamente para a autonomia dos professores. Todas as abordagens apresentam, em alguma medida, este tipo de reflexão para a formação de professores de ciências.

A última crítica aqui exposta é a realizada por Martins (2015) com relação ao uso de conhecimentos declarativos ou afirmações curtas e de domínio geral sobre a ciência na visão consensuada. Em nossa análise, ao que parece, as propostas de Características da Ciência de Matthews (2012), da Natureza da Ciência ‘Completa’ de Allchin (2011), Semelhança Familiar de Irzik e Nola (2011), Campos Teóricos Estruturantes de Adúriz-Bravo (2007) e de Temas e Questões de Martins (2015), buscam valorizar uma aproximação a um caráter investigativo para o tratamento da temática da natureza da ciência, mais aberto, plural e heterogêneo, tanto do ponto de vista histórico e social quanto epistemológico. A proposta de visão consensuada da Natureza da Ciência valoriza conhecimentos declarativos e afirmações de domínio geral sobre a ciência, crítica esta apresentada por Martins (2015).

De maneira geral, as abordagens das Características da Ciência, Natureza da Ciência ‘Completa’, Semelhança de Família, Campos Teóricos Estruturantes e Temas e Questões apresentam em suas propostas elementos que auxiliem na construção de uma compreensão da natureza da ciência por professores e estudantes, nas aulas de ciências. As recomendações são para a construção de uma imagem mais aberta, plural e heterogênea, que seja frutífera e flexível permitindo a compatibilidade de ideias de diferentes escolas de pensamento, sem privilegiar determinados posicionamentos históricos, filosóficos, epistemológicos e sociológicos.

Os elementos da natureza da ciência as abordagens de Campos Teóricos Estruturantes e de Temas e Questões apresentados em forma de matriz permitem que o debate se desenvolva de acordo com o período epistemológico ou vertente filosófica que se pretende explorar. Estas abordagens possibilitam que as análises de episódios históricos ou controvérsias contemporâneas, por exemplo, sejam analisadas à luz de seus contextos de discussão filosófica. Vale também ressaltar como as abordagens apresentam uma reflexão atenta sobre o papel específico da natureza da ciência na formação de professores de ciências, preocupando-se com o ensino destes elementos também na educação básica. É este debate que buscamos apresentar na próxima seção.

Esta sistematização está organizada no Quadro 7.

Quadro 7 – Comparação entre as perspectivas teórico-metodológicas do debate sobre a Natureza das Ciências na Educação Científica em relação (a) à forma de apresentação dos conteúdos sobre a natureza da ciência e (b) aos conteúdos propriamente atribuídos à temática da natureza da ciência. Em ambos os quadros, as células destacadas evidenciam pontos/elementos da natureza da ciência que não superaram as críticas apontadas e reunidas pelos autores conforme análise realizada. Legenda: (X) representa uma resposta afirmativa à questão; (–) representa uma resposta negativa à questão.

PRINCIPAIS PONTOS/ELEMENTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA DE CADA UMA DAS PROPOSTAS						
<i>Quanto à forma</i>	Visão Consensuada da Natureza da Ciência	Características da Ciência Matthews (2012)	Natureza da Ciência 'Completa' Allchin (2011)	Semelhança Familiar Irzik e Nola (2011)	Campos Teóricos Estruturantes Adúriz-Bravo (2007)	Temas e Questões Martins (2015)
Apresenta itens sobre o tema da Natureza da Ciência em forma de LISTA?	X	X	–	X	–	–
Apresenta o tema da Natureza da Ciência em forma de QUESTÕES?	–	–	–	–	X	X
Apresenta o tema da Natureza da Ciência em forma de MATRIZ?	–	–	–	–	X	X
Propõem o tema da METODOLOGIA CIENTÍFICA A PARTIR DE UMA DISCUSSÃO APROFUNDADA E ESPECÍFICA?	–	–	X	X	X	X
Consideram as nuances entre as DIFERENTES DISCIPLINAS CIENTÍFICAS?	–	–	–	X	–	X
Apresenta CONSIDERAÇÕES PEDAGÓGICAS para a aplicação desta proposta em sala de aula para o ensino da natureza da ciência aos alunos?	X	X	X	X	X	X
Apresenta discussão de aspectos HISTÓRICOS, SOCIOLÓGICOS, FILOSÓFICOS e EPISTEMOLÓGICOS?	X	X	X	X	X	X

(a)

PRINCIPAIS PONTOS/ELEMENTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA DE CADA UMA DAS PROPOSTAS							
Críticas feitas por:	Quanto ao conteúdo	Visão Consensuada da Natureza da Ciência	Características da Ciência Matthews (2012)	Natureza da Ciência 'Completa' Allchin (2011)	Semelhança Familiar Irzik e Nola (2011)	Campos Teóricos Estruturantes Adúriz-Bravo (2007)	Temas e Questões Martins (2015)
Matthews (2012)	Faz distinção entre características epistemológicas, psicológicas, éticas, financeiras e filosóficas?	-	X	X	X	X	X
	Privilegia posições filosóficas ou posições em controvérsias científicas?	X	-	-	-	-	-
	Pressupõe uma solução em particular para a disputa da demarcação de ciência e não ciência?	X	-	-	-	-	-
	Pressupõe que a aprendizagem sobre a natureza da ciência pode ser julgada e avaliada pela capacidade dos alunos para identificar enunciados declarativos?	X	-	-	-	-	-
Allchin (2011)	Apresenta ou desenvolve algum instrumento alternativo à visão consensuada para identificar concepções de estudantes?	Não se aplica	-	X	X	X	X

Irzik e Nola (2011)	Considera as particularidades das diversas áreas das ciências tais como as complexidades referentes: à metodologia e regras metodológicas, aos objetivos da ciência, e às práticas de investigação científica pelas quais o conhecimento científico é produzido?	-	-	X	X	-	X
Adúriz-Bravo (2007)	Se preocupa com conteúdo atualizado sobre a temática da natureza da ciência?	-	X	X	X	X	X
	Se preocupa com compatibilidade de ideias de escolas de pensamento?	-	-	-	-	X	X
	Reflete sobre o papel específico da natureza da ciência na formação de professores de ciências?	X	X	X	X	X	X
Martins (2015)	Apresenta uma abordagem que não privilegia apenas conhecimentos declarativos ou afirmações curtas e de domínio geral sobre a ciência, e busca valorizar uma aproximação a um caráter investigativo para o tratamento da temática da natureza da ciência, mais aberto, plural e heterogêneo, tanto do ponto de vista histórico e social quanto epistemológico, bem como dialogar de modo mais frutífero com outras propostas mais recentes?	-	X	X	X	X	X

Fonte: Autora (2018).

(b)

1.4. IMPORTÂNCIA E IMPLICAÇÕES DO DEBATE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Os argumentos em torno da importância do debate sobre a natureza da ciência na educação científica são diversos. Conforme sintetizado por Forato, Pietrocola e Martins (2011), destacadamente, entre as principais justificativas estão:

- Contribuição para o desenvolvimento de uma compreensão da ciência como uma atividade humana, historicamente construída, imersa no contexto cultural de cada época e de cada povo, e não como uma construção puramente racional, desenvolvida por um suposto ‘método científico’ único e universal a partir apenas de observações, experimentos, deduções e induções logicamente fundados.
- Contribuição para o entendimento da ciência se desenvolvendo em um contexto cultural de relações humanas, dilemas profissionais e necessidades econômicas, revelando uma ciência parcial e falível, contestável, influenciada também por fatores extracientíficos.
- Conhecimento sobre as ciências, alguns de seus pressupostos e limites de validade, e não apenas sobre os conteúdos científicos, que permita criticar o dogmatismo geralmente presente no ensino de ciências, além de promover o pensamento reflexivo e crítico.
- Contribuição para o desenvolvimento de certo conhecimento metodológico como um antídoto à interpretação empírico-indutivista da ciência que permita refletir sobre as relações e diferenças entre observação e hipóteses, leis e explicações e, principalmente, resultados experimentais e explicação teórica.

Logo, considerando a importância e inserção do debate sobre natureza da ciência na educação científica escolar uma preocupação legítima, apoiados nas perspectivas de visão consensuada ou renovadas sobre o tema, tanto nos estudos de caráter teórico-normativo quanto nos de caráter empírico, algumas investigações têm sido desenvolvidas com o objetivo de evidenciar elementos e oferecer formação aos professores de ciências no sentido de instrumentalizá-los para o debate sobre natureza da ciência na educação escolar (MARTINS, 1999; ALMEIDA; FARIAS, 2011; HÖTTECKE; SILVA, 2011; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012; RUDGE *et al.*; 2014; GARCÍA-CARMONA; ACEVEDO-DÍAZ, 2016,

2017, 2018). Dentre as várias investigações de grande relevância, apresentaremos algumas que sustentam nossa investigação.

Almeida e Farias (2011) apresentam reflexões interessantes com relação a natureza da ciência na formação de professores da área de ensino de Ciências trazendo recomendações sobre a constituição dos currículos de ciências. Para os autores:

os currículos científicos devem ser dirigidos não só ao que é conhecido em ciência, mas também devem incluir como a ciência chegou a tal conhecimento. Ensinar o que é conhecimento em ciência supõe desenvolver o conhecimento científico. Ensinar como o empreendimento obtém suas afirmações de conhecimentos é desenvolver o conhecimento sobre a ciência. (ALMEIDA; FARIAS, 2011, p. 480).

Reconhecidamente é possível diferenciar dois níveis de compreensão científica e reflexão, cada um com objetivos diferentes. Um dos níveis refere-se ao conhecimento dos conteúdos e dos métodos da ciência, isto é, um ‘conhecimento **em** ciência’ (CUTRERA, 2003). É um ensino através dos produtos finais da ciência que tem como objetivo incrementar o conhecimento sobre os êxitos científicos (ADÚRIZ-BRAVO; IZQUIERDO; ESTANY, 2002). Um outro nível refere-se ao conhecimento sobre como a ciência é feita, como os cientistas desenvolvem, utilizam e deliberam sobre o conhecimento científico, isto é, um ‘conhecimento **sobre** ciência’ (CUTRERA, 2003). É um ensino sobre os processos que levaram à construção da ciência e sobre o fortalecimento do estatuto científico.

De acordo com essa distinção, os currículos de ciências geralmente abordam apenas o primeiro nível de reflexão, e raramente abordam o segundo nível. Nesse sentido, segundo Acevedo-Díaz *et al.* (2007),

os currículos de ciências são geralmente centrados nos conteúdos conceituais regidos pela lógica interna da ciência (isto é, das suas teorias, leis, conceitos, fórmulas, métodos e algoritmos), porém são esquecidos de dar formação sobre a ciência mesma, isto é, sobre o que é a ciência, como funciona internamente, como se desenvolve, como

constrói seu conhecimento, como se relaciona com a sociedade, que valores utilizam os cientistas em seu trabalho profissional. Todos estes aspectos constituem o que se conhece como Natureza das Ciências. (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007, p. 480)

A imagem veiculada por um ensino que não se atenta a um ‘ensino **sobre** ciência’ acaba sendo distorcida da realidade, por não apresentar uma caracterização minimamente honesta e que corresponda a como a ciência é construída, incluindo seus problemas e controvérsias. É nesse nível, o da constituição dos currículos sobre o debate da natureza da ciência, no contexto de formação de professores, que pretendemos aprofundar nossa discussão e análise nos capítulos 3 e 4.

Outro estudo teórico bastante interessante foi desenvolvido por Forato, Pietrocola e Martins (2011) em que buscaram analisar os desafios em uma tentativa de harmonizar prescrições da didática das ciências e da historiografia da história da ciência na construção dos saberes escolares. Nesta investigação apresentam uma síntese de obstáculos, tensões e dilemas inevitáveis e riscos decorrentes do processo de inserção de discussões sobre a natureza da ciência e do uso da história e filosofia da ciência no ensino de ciências. Forato, Pietrocola e Martins (2011), baseados em diversos autores, sintetizam que:

Qualquer narrativa da HC traz, implícita ou explicitamente, os valores, as crenças e as orientações metodológicas do seu autor. O relato histórico da criação de um conceito científico, ou de um debate entre teorias rivais, ou da realização de experimentos, por exemplo, carregam concepções sobre a natureza da ciência e sobre os processos da sua construção. Não é possível separar essas concepções pessoais (em maior ou menor grau) do trabalho de qualquer profissional ligado à ciência, inclusive do historiador da ciência. (MARTINS, 2011, p. 35-36)

Entre os principais problemas das abordagens históricas estão os anacronismos na interpretação descontextualizada, equivocada, tendenciosa, autoritária, romantizada e de reconstrução linear da História da Ciência (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; MARTINS, 2015). Reconhece-se a impossibilidade de que todos os professores e autores de materiais didáticos e de referência a estes professores em dominarem as metodologias de pesquisa histórica e as concepções sobre

a historiografia contemporânea, no entanto, defende-se a importância de se reconhecer minimamente os indícios de uma pseudo-história que pode auxiliar na construção de uma concepção mais adequada/atualizada/renovada/informada sobre a natureza da ciência.

Para Forato, Pietrocola e Martins (2011):

Importa destacar que qualquer narrativa da história da ciência encerra uma visão de ciência e dos processos de sua construção. *Reconhecer a impossibilidade de se desvincular crenças e valores pessoais das concepções implícitas em qualquer narrativa sobre as ciências, permite ao professor selecionar as versões históricas coerentes com os objetivos de sua prática pedagógica, ou discutir criticamente narrativas consideradas inadequadas.* (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 53, destaque dos autores)

Estes autores apontam indícios sobre as crenças dos professores nas narrativas que produzem sobre ciências em suas práticas pedagógicas. Estas crenças são particularmente interessantes de serem investigadas, pois indicam uma relação entre crenças e concepções que os professores guardam e compartilham sobre natureza da ciência, e como direcionam sua atuação em sala de aula. Portanto, como é de nosso interesse, nos capítulos 2 e 5 nos dedicamos a investigar as crenças sobre natureza da ciência compartilhadas pelos professores universitários de física, que atuam nos cursos de Licenciatura em Física, isto é, cujas práticas pedagógicas são influenciadas diretamente pelas suas crenças e valores pessoais.

Forato, Pietrocola e Martins (2011) recomendam abordar aspectos que permitem refletir sobre o que tem sido a prática científica que favoreçam discussões sobre a dimensão cultural e temporal da ciência no ambiente escolar, por meio da análise de aspectos históricos que permitam a discussão sobre modelos de Natureza da Ciência envolvidos na produção de conhecimento científico. Esta abordagem “favorece a compreensão do caráter dinâmico da construção da ciência, evidenciando que cada época e cada cultura adotaram critérios próprios para validar a construção do conhecimento” (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 35).

Estas investigações (MARTINS, 2015; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011) foram sustentadas por um trabalho de

Martins (1999) no qual o autor apresenta três possíveis abordagens sobre a natureza da ciência tendo como base perspectivas de enfoque filosófico, histórico e sociológico. Para o autor, estas perspectivas são formas de se buscar compreender a natureza da ciência respondendo a seguinte pergunta: “o que é ciência?”. As possíveis respostas a essa pergunta podem se dar de três formas, a partir de abordagens que Martins (1999) nomeia de *empírica*, *normativa* ou *axiológica*, ou ainda *analítica*.

Uma abordagem *empírica* tem como objetivo “analisar o que tem sido historicamente a ciência” (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 34). Para estes autores:

Tal análise histórica trata de certas características da NDC enquanto fato histórico e social, e não sob o ponto de vista filosófico. Nesse enfoque, os documentos produzidos pelos cientistas do passado são analisados à luz de sua própria época, mediante aspectos culturais do período, considerando outras teorias alternativas propostas pelos contemporâneos, fatores políticos e sociais que podem ter interferido no desenvolvimento do conhecimento (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 34)

Martins (1999) explicita como questão pertinente ao enfoque empírico a seguinte pergunta: “o que tem sido a ciência?” (MARTINS, 1999, p. 6). Isto é, a partir de uma digressão histórica, propõe promover um entendimento de como tem sido, se apresentado e se desenvolvido a ciência. Segundo o autor, nessa abordagem epistemológica “pode-se recorrer a dados empíricos fornecidos pela história da ciência ou pela investigação da prática científica atual” (MARTINS, 1984, p. 97), a fim de se obter “uma *conceituação* aplicável à *descrição da ciência*” (MARTINS, 1984, p. 103, destaque do autor). Assim é, portanto, considerado “um estudo empírico metacientífico que utiliza as técnicas científicas [desenvolvidas ao longo da sua história] para o estudo da própria ciência” (MARTINS, 1984, p. 106).

Uma abordagem *normativa* ou *axiológica*, tem como objetivo “avaliar os procedimentos ou resultados da pesquisa científica” (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 34), enfocando “aspectos internos ou externos à construção do conhecimento, mas não deveria se basear em fatos históricos” (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 34), e sim em um domínio puramente filosófico. Martins (1999) explicita como questão pertinente ao enfoque normativo

as seguintes perguntas: “o que deveria ser a ciência?” (MARTINS, 1999, p. 6) e “como a ciência deveria ser para permitir um melhor conhecimento da natureza?” (MARTINS, 1999, p. 7). Isto é, a partir de critérios filosóficos, promover uma avaliação dos procedimentos e dos resultados da pesquisa científica. Segundo o autor, essa abordagem epistemológica “especificará (...) as características que aumentam o valor científico de uma teoria” (MARTINS, 1984, p. 98), a fim da busca de uma *utilidade* ao cientista, “tenta guiar seu procedimento, e avaliar procedimentos científicos do passado” (MARTINS, 1984, p. 103, destaque do autor). Assim é, portanto, “um estudo axiológico metacientífico que permite avaliar e orientar o trabalho científico” (MARTINS, 1984, p. 106).

Uma abordagem *analítica*, tem como objetivo explicitar “o que pode ou não pode ser a ciência” (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 34) baseado na filosofia. Martins (1999) explicita como questão pertinente ao enfoque analítico a seguinte pergunta e suas subdivisões: “o que (não) poderia ser a ciência?”, “quais concepções de ciência já existiram?”, “quais concepções de ciência se pode inventar?” e “o que é filosoficamente possível na ciência, sob o ponto de vista da capacidade do conhecimento humano?” (MARTINS, 1999, p. 8). Segundo o autor, dessa abordagem epistemológica espera-se que “fixe apenas *formas* ‘a priori’ coerentes para o conhecimento científico”. (MARTINS, 1984, p. 104, destaque do autor). Assim é, portanto, “um estudo metacientífico ‘a priori’ que estabelece alternativas coerentes para a descrição da ciência” (MARTINS, 1984, p. 106).

Enquanto a primeira abordagem, a *empírica*, “favorece a compreensão do caráter dinâmico da construção da ciência, evidenciando que cada época e cada cultura adotaram critérios próprios para validar a construção do conhecimento” (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 35), as duas últimas abordagens, discutem questões de demarcação entre ciência e não-ciência e contribuem para “orientar e avaliar a pesquisa” (MARTINS, 1999, p. 15) e “estabelecer comparações de valor científico” (MARTINS, 1999, p. 16).

Em uma pesquisa empírica qualitativa bastante completa sobre as concepções de estudantes de física sobre natureza da ciência e suas transformações, Teixeira, Freire Jr. e El-Hani (2009) buscaram evidenciar, entre outras coisas, a relação entre as concepções de professores, suas práticas pedagógicas e a influência sobre as concepções de alunos. Isso se justifica, pois de maneira geral, “a posse de concepções adequadas sobre natureza da ciência pelo professor é uma condição necessária, mas não suficiente, para a melhora das concepções

epistemológicas dos estudantes” (TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009, p. 534). Isto é, não basta que os professores de ciências conheçam sobre ciências, pois há outros aspectos influenciando esta relação.

Os autores, concluíram que a influência de um sobre o outro não é diretiva, mas sim modulada por um conjunto de variáveis no processo de ensino-aprendizagem, e próprias da natureza complexa da sala de aula (TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009). Dentre as variáveis que podem interferir nas relações efetivas entre concepções dos professores, práticas pedagógicas e concepções de estudantes, podem ser citadas: restrições institucionais e curriculares, falta de recursos para avaliar a compreensão sobre natureza da ciência, a experiência e as intenções dos professores, e o conhecimento prévio, as percepções, a motivação e as habilidades dos alunos (BRICKHOUSE; BODNER, 1992; ABD-EL-KHALICK; BELL; LEDERMAN, 1998; LEDERMAN, 1999; ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000a; MASSONI, 2005; TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009).

Nesse mesmo sentido, Osborne *et al.* (2001) reconhecem o pouco conhecimento entre os professores de ciências de estratégias efetivas para o ensino sobre ciência, e apontam para o fato de que estes mesmos professores permanecem relativamente ignorantes da própria história da disciplina e de conhecimentos sobre ciências. Para os autores, “os professores de ciências, os próprios produtos de uma educação tão arquetípica, invariavelmente permanecem com uma série de equívocos ou entendimentos ingênuos da natureza da ciência.” (OSBORNE *et al.*, 2001, p. 6)³⁹.

Da mesma forma, pouco se sabe sobre como efetivamente se pode comunicar sobre ciência (OSBORNE *et al.*, 2001). Há uma tendência dos autores desta mesma linha de pensamento em se defender o ensino explícito sobre a natureza da ciência, sua base epistêmica e o significado de suas conquistas/realizações culturais (DUSCHL, 1990; MILLAR; OSBORNE, 1998; OSBORNE *et al.*, 2001). Nas abordagens explícitas são enfocados diretamente conteúdos epistemológicos ou empregados elementos de história e filosofia das ciências no tratamento de conteúdos específicos. Outras propostas metodológicas referem-se à abordagem implícita sobre natureza da ciência, as quais utilizam instrução sobre habilidades relacionadas à prática científica ou engajamento em

³⁹ Citação original: “*that science teachers, themselves the products of such an archetypal education, are invariably left with a range of misconceptions or naïve understandings of the nature of science*” (OSBORNE *et al.*, 2001, p. 6).

atividades investigativas como um meio para melhoria das visões sobre a natureza da ciência. Assim como fazem Osborne *et al.* (2001), Teixeira, Freire Jr. e El-Hani (2009) recomendam que o tratamento de concepções sobre natureza da ciência ou até mesmo mudanças nas concepções epistemológicas de alunos e professores são mais efetivos por meio das abordagens de caráter explícito e reflexivo (TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009).

Nesse contexto, tendo em vista as perspectivas teórico-metodológicas clássicas e renovadas, contrastes e aproximações, bem como as implicações destas discussões para a educação científica, nos parece essencial o estabelecimento de um debate mais honesto e qualificado sobre o tema. Acompanhando a defesa de Osborne *et al.*, (2011):

E se a ciência e os cientistas são epistemologicamente privilegiados, é, na melhor das hipóteses, irônico e, na pior das hipóteses, um ato de ‘má fé’ que a educação científica que oferecemos pouco justifique ou explique por que a ciência é considerada o ideal de racionalidade (OSBORNE, 2001) e corre o risco de produzir estudantes que nem percebem a ciência como racional (DUSCHL, 1990). No entanto, diante da tarefa de definir centralmente um currículo para todos, os decisores políticos têm predominantemente mantido a abordagem tradicional da educação científica e acrescentado elementos marginais sobre a natureza da ciência sem muito ‘senso de coerência e propósito educacional básico’ (DONNELLY, 2001) (OSBORNE *et al.*, 2001, p. 5)⁴⁰.

⁴⁰ Citação original: “*if science and scientists are epistemically privileged, it is at best ironic, and at worst an act of ‘bad faith’ that the science education we offer does little to justify or explain why science is considered the epitome of rationality (Osborne, in press), and runs the risk of producing students who do not even perceive science as rational (Duschl, 1990). However, faced with the task of centrally defining a curriculum for all, policy makers have predominantly retained the traditional approach to science education and added marginal elements about the nature of science without much ‘sense of coherence and underlying educational purpose’ (Donnelly, 2001).*” (OSBORNE *et al.*, 2001, p. 5).

Em suma, a defesa de que o debate da natureza da ciência na Educação Científica se dê a partir de perspectivas mais frutíferas e renovadas, parece aceitável e necessário.

1.5. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Tendo em vista a argumentação da importância e implicações do debate sobre a natureza da ciência para a educação científica, reconhecemos os avanços e a importância de discussões específicas sobre as concepções dos estudantes, sobre desenvolvimento, implementação e teste de propostas destinadas à melhoria destas concepções, bem como pesquisas de concepções de professores de ciências sobre o tema. Apresentamos os estudos de perspectivas teórico-metodológicas da visão clássica consensuada e de perspectivas renovadas sobre a natureza da ciência, analisando contrastes e aproximações entre diversas propostas e autores.

Nesse debate evidenciamos, mesmo que parcialmente, que distintas perspectivas teórico-metodológicas ditas renovadas podem não estar superando as críticas tecidas à visão clássica do debate da natureza da ciência na educação científica. Com relação à forma de apresentação dos conteúdos sobre a natureza da ciência, não foi possível identificar considerações sobre as nuances entre as diferentes disciplinas científicas nas propostas da visão consensuada Natureza da Ciência, Características da Ciência (MATTHEWS, 2012), Natureza da Ciência ‘Completa’ (ALLCHIN, 2011) e Campos Teóricos Estruturantes (ADÚRIZ-BRAVO, 2007). Com relação aos conteúdos que são geralmente atribuídos à temática da natureza da ciência identificamos que algumas das importantes críticas feitas pelos autores das tendências renovadas da natureza da ciência não são superadas. A proposta das Características da Ciência (MATTHEWS, 2012) não apresenta ou desenvolve instrumento alternativo à visão consensuada para identificar concepções de estudantes, crítica apontada por Allchin (2011), nem se preocupa claramente com a compatibilidade de ideias de escolas de pensamento, crítica apontada por Adúriz-Bravo (2007) à visão consensuada, assim como também as propostas da Natureza da Ciência ‘Completa’ (ALLCHIN, 2011) e de Semelhança Familiar (IRZIK; NOLA, 2011) não o fazem. Ainda com relação aos conteúdos, as propostas Características da Ciência (MATTHEWS, 2012) e Campos Teóricos Estruturantes (ADÚRIZ-BRAVO, 2007) não mencionam as particularidades das diversas áreas das ciências que incluem complexidades referentes à

metodologia e regras metodológicas, aos objetivos da ciência, e às práticas de investigação científica pelas quais o conhecimento científico é produzido, crítica aponta por Irzik e Nola (2001).

Por outro lado, em nossa análise, podemos verificar que todas as propostas trazem considerações sobre aspectos históricos, sociológicos, filosóficos e epistemológicos da natureza da ciência, em maior ou menor profundidade, bem como apresentam considerações pedagógicas para a aplicação da proposta em sala de aula visando o ensino da natureza da ciência aos estudantes, algumas mais estruturadas, outras menos. Apontamos para a necessidade e importância de estudos e investigações que se proponham em aprimorar estas considerações pedagógicas, especialmente para o ensino da natureza da ciência na educação básica, inclusive na elaboração de materiais didáticos que incorporem estes referenciais em busca de uma compreensão mais rica sobre a ciência na educação científica.

Nesse sentido, vale ressaltar que não defendemos a ideia de uma nova proposta capaz de superar todas as críticas à visão clássica da natureza da ciência, mas que a reflexão sobre os limites e potencialidades de cada proposta discutidas possam contribuir para a produção de ações eficazes que melhorem a compreensão dos professores e estudantes sobre o conteúdo da ciência, sobre o processo de construção do conhecimentos científico e do contexto histórico-social que se insere. Como já mencionado, a sistematização e análise aqui proposta foi realizada apenas com base nas obras referenciadas (as mais utilizadas e citadas destes autores) e não considera possíveis novas contribuições em artigos e trabalhos posteriores. Faz-se necessário e interessante em trabalhos futuros atualizar esta lista de referências, contrastando outras obras e outros autores, pesquisadores e especialistas da área de estudo da natureza da ciência na educação científica que possam contribuir com o avanço da discussão.

Outras possibilidades de continuidade deste trabalho consistem em buscar desenvolver reflexões mais aprofundadas sobre o papel específico da natureza da ciência na formação de professores de ciências, buscando compreender inclusive o papel e influência dos formadores de professores de ciências no ensino, compreensão e compartilhamento de visões sobre a forma e conteúdo da natureza da ciência.

Neste trabalho, em especial, restringimos nosso foco para um quarto problema também importante que consiste nas possíveis influências dos cursos de formação inicial e continuada de professores de Ciências no que diz respeito às relações entre as concepções dos

professores, suas práticas didático-pedagógicas e as concepções dos estudantes. Podemos acrescentar, que nosso contexto se refere a formação de professores de Física, e o debate foca nas concepções dos professores formadores, suas práticas didático-pedagógicas na graduação e nas concepções dos estudantes licenciandos. Assim, as abordagens para o debate da natureza da ciência apresentadas ao longo deste, aliadas aos elementos destacados pelos estudos empíricos, nos ajudam a compreender os enfoques das possíveis discussões propostas em ementas de disciplinas que tratam da temática da natureza da ciência, em cursos de licenciatura em Física de instituições de ensino superior no Brasil, com o objetivo também de revelar algumas intenções formativas nas discussões propostas sobre a natureza da ciência. É nesse nível, o da constituição dos currículos sobre o debate da natureza da ciência, no contexto de formação de professores, que pretendemos aprofundar nossa discussão e análise nos capítulos 3 e 4.

Reiteramos que nossa preocupação se sustenta com base nos indícios, apontados por alguns estudos, de que as crenças expressas nas narrativas que os professores produzem sobre ciências interferem em suas práticas pedagógicas. Estas crenças são particularmente interessantes de serem investigadas, pois indicam uma relação entre crenças e concepções que os professores guardam e compartilham sobre natureza da ciência, e como direcionam sua atuação em sala de aula. Portanto, como é de nosso interesse, nos capítulos 2 e 5 nos dedicaremos a investigar as crenças sobre natureza da ciência compartilhadas especialmente pelos professores universitários de física, que atuam nos cursos de Licenciatura em Física, isto é, cujas práticas pedagógicas são influenciadas diretamente pelas suas crenças e valores pessoais. Para isso, tanto as abordagens sobre a natureza da ciência, quanto os instrumentos sugeridos pelos autores para o debate e avaliação das concepções nos ajudam a elaborar e aplicar um protocolo de entrevista com estes professores universitários de física que farão parte da amostra. Estes elementos são apresentados no capítulo 5.

2. CRENÇAS DE PROFESSORES E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Há nos últimos anos um crescimento da consciência coletiva da importância do tema crenças na educação científica e matemática (PINTRICH; MARX; BOYLE, 1993; MCLEOD, 1992; PAJARES; KRANZLER, 1995; BONNEY *et al.*, 2005; GÓMEZ-CHACÓN; OP'T EYNDE; DE CORTE, 2006; ALONSO; MAS; TALAVERA, 2010). Em particular, as crenças dos professores têm sido amplamente investigadas (BRISCOE, 1991; DÍAZ, 2002; PALMA, 2009; entre outros). Isto se deve essencialmente à confiança na ideia de que as crenças dos professores orientam as decisões que tomam e ações que executam em sala de aula, as quais interferem diretamente na aprendizagem dos alunos (KAPLAN, 1991; PORLÁN, 1999). Reforçando esta sugestão, Pajares (1992) indica que as crenças são os melhores preditores do comportamento dos professores, pois afetam suas percepções, julgamentos e desempenho em sala de aula. Em resumo, elas jogam um importante papel na organização do conhecimento e informação, e na definição e compreensão do comportamento.

A literatura da área mostra inúmeras evidências a favor da hipótese que as crenças orientam as práticas dos professores (BRICKHOUSE, 1990; KAPLAN, 1991; PEPIN, 1999; SKOTT, 2001; STIPEK *et al.*, 2001; BRYAN, 2003; OGAN-BEKIROGLU; AKKOÇ, 2009). De acordo com Pajares (1992), crenças são extremamente resistentes a mudança, persistindo até mesmo após os cursos de formação inicial, e isto tem grande impacto nas ações em sala de aula. Dificilmente um professor irá modificar sua forma de ensinar sem a consciência das crenças que possui sobre educação. Além disso, quanto mais precocemente a crença for incorporada no sistema de crenças, mais resistente à mudança ela será (NESPOR, 1987; PAJARES, 1992).

Nesse contexto, retomamos algumas questões que direcionam este estudo e refletem a preocupação de professores e pesquisadores da área de educação científica e tecnológica: **Quais são as crenças sobre natureza da ciência dos docentes universitários formadores de professores de Física? Como as crenças sobre natureza da ciência influenciam a ação de docentes universitários formadores de professores de Física?**

Neste capítulo, portanto, temos como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as crenças dos professores, em particular as crenças epistemológicas compartilhadas pelos docentes, e suas influências na

ação docente. Buscamos *sustentar nossa investigação em torno dos saberes docentes, das crenças de professores e das crenças epistemológicas pessoais para, a partir disso nos próximos capítulos, analisar as imagens sobre natureza da ciência compartilhadas nas relações que estes formadores estabelecem com os licenciandos e com o conhecimento nas disciplinas que lecionam nos cursos de Licenciatura em Física.*

Para tanto, realizamos um breve apanhado sobre os saberes docentes segundo Tardif (2014a), teoria esta que nos ajudou a classificar e compreender os conteúdos tradicionalmente presentes nas matrizes curriculares dos cursos de Licenciatura em Física investigados. Na sequência, apresentamos a discussão sobre crenças de professores a partir da visão de diversos autores, aprofundando na temática das crenças epistemológicas pessoais, que diz respeito às crenças sobre o conhecimento e o conhecer. Após isso, buscamos apresentar uma conexão entre crenças epistemológicas pessoais e a natureza da ciência que sustente a análise sobre as crenças epistemológicas pessoais, compartilhadas pelos professores universitários sobre natureza da ciência nos cursos de Licenciatura em Física nas instituições de ensino superior no Brasil. Por fim, apresentamos algumas considerações que orientarão o desenvolvimento deste trabalho.

2.1. SABERES DOCENTES

É de conhecimento comum que os professores ocupam posição estratégica no interior das complexas relações entre produção e mobilização de saberes e conhecimentos⁴¹, sociais e da cultura científica e erudita. Estes conhecimentos, plurais e diversificados, bem como a relação dos docentes com tais foram estudados por Tardif, Lessard e Lahaye (1991), Tardif e Raymond (2000) e Tardif (2014), e denominados de *saberes docentes*. Estes saberes se originam de diferentes fontes – disciplinares, curriculares, profissionais e experienciais –, são

⁴¹ Temos consciência de que existe um amplo debate entre estudiosos da área de formação de professores dedicado a compreensão e distinções mais sutis entre os termos saberes e conhecimentos, mas neste trabalho não tivemos a intenção de apresentá-lo. Utilizaremos a noção de saber com base em Tardif, Lessard e Lahaye (1991), Tardif e Raymond (2000) e Tardif (2014), e, para estes autores, a noção de saber assume um amplo sentido que abarca conhecimentos, competências e habilidades, não sendo inatos, mas construídos ao longo de uma trajetória.

constitutivos da prática docente e importantes na construção e reconstrução dos conhecimentos e experiências dos professores em seus percursos formativos e profissionais. Tardif (2014) se dedica a organizar, definir e diferenciar saberes os quais nomeia de profissionais, disciplinares, curriculares e experienciais.

Ao discutir a epistemologia da prática profissional, Tardif (2014b) identifica e sintetiza características dos saberes profissionais dos professores, indicando como são mobilizados e construídos na prática. A partir de ampla pesquisa, define como epistemologia da prática profissional “o estudo do *conjunto* dos saberes utilizados *realmente* pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenhar *todas* as suas tarefas” (TARDIF, 2014b, p. 255), que tem como finalidade, além de revelar e compreender a natureza destes saberes, a forma como são incorporados, produzidos, utilizados, aplicados e transformados, e ainda o papel que desempenham no processo de trabalho docente e na formação identitária profissional dos professores. Nesse contexto, a noção de saber’ ganha um sentido mais amplo, englobando conhecimentos, competências, habilidades (ou aptidões) e atitudes, isto é, o que reflete “o que os próprios profissionais dizem a respeito de seus próprios saberes profissionais” (TARDIF, 2014b, p. 255-256).

Para Tardif (2014), os **saberes da formação profissional**, ou **saberes profissionais**, consistem no conjunto de saberes compartilhados pelas instituições de formação de professores, nas formações inicial e continuada. São saberes destinados à formação científica ou erudita dos docentes e, quando incorporados à prática docente, podem transformá-la em uma prática de caráter científico. Também denominados de saberes pedagógicos, são “concepções provenientes de reflexões sobre a prática educativa (...), reflexões racionais e normativas que conduzem a sistemas mais ou menos coerentes de representação e de orientação da atividade educativa.” (TARDIF, 2014a, p.37). Na articulação com as ciências da educação, encontram sua legitimação, e para os professores representam uma espécie de arcabouço ideológico da profissão, técnicas e formas de saber-fazer.

Os **saberes disciplinares** consistem nos “saberes sociais definidos e selecionados pela instituição universitária” (TARDIF, 2014a, p. 38), que correspondem aos diversos campos de conhecimento emergentes da tradição cultural dos grupos sociais produtores de saber.

Os **saberes curriculares** consistem nos saberes correspondentes aos “discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir do qual a instituição escolar categoriza e apresenta os saberes sociais por ela

definidos e selecionados como modelo de cultura erudita de formação para a cultura erudita” (TARDIF, 2014a, p. 38), representados concretamente na forma dos programas escolares, com seus objetivos, conteúdos, métodos, etc.

Os **saberes experienciais** consistem nos saberes específicos práticos, baseados no trabalho cotidiano e pelo conhecimento do meio por parte dos professores. Estes saberes se originam na prática cotidiana e são por ela validados. Os saberes experienciais são, portanto, o “conjunto de saberes atualizados, adquiridos e necessários no âmbito da prática da profissão docente e que não provêm das instituições de formação, nem dos currículos” (TARDIF, 2014a, p. 48-49), isto é, são saberes não sistematizados nas teorias educativas. Segundo Tardif (2014a), constituem, assim, a “cultura da ação docente”.

Um ponto essencial consiste no grau de relação da produção e legitimação que os professores estabelecem com estes saberes. Enquanto que os saberes profissionais/pedagógicos, curriculares e disciplinares são incorporados à prática docente sem ser produzidos ou legitimados pelos professores, os saberes experienciais o são. A relação dos professores com os primeiros é, portanto, de exterioridade: são as instituições, formadores e pesquisadores a nível universitário que os produzem e legitimam, e aos professores se espera a apropriação dos mesmos no decorrer de sua formação. Já saberes experienciais são produzidos pelos professores com a função de compreender e dominar a prática docente, julgar a pertinência de reformas curriculares educacionais dos programas ou métodos e conceber modelos de excelência profissional; se originam na prática cotidiana e são por ela legitimados (TARDIF, 2014a). Nesse contexto, apesar de privilegiada, a posição do corpo docente é de fato desvalorizada com relação aos saberes que possui e que transmite.

Segundo o autor, “os saberes docentes são temporais, plurais e heterogêneos, personalizados e situados, e que carregam consigo as marcas do seu objeto, que é o ser humano” (TARDIF, 2014b, p. 269). De maneira sistematizada, Tardif (2014b) aponta que:

1. Os saberes profissionais dos professores são temporais, pois:
 - São constituídos pelas crenças sobre o ensino, sobre o papel do aluno, sobre o papel do professor, sobre a escola, entre outras, são construídas ao longo de toda a vida dos professores, sobretudo na época escolar, crenças que dificilmente são modificadas ou abaladas nos cursos de formação, e geralmente reativadas para solucionar problemas profissionais após formados.

- São decisivos na estruturação da prática profissional no início da carreira docente, da aquisição do sentimento de competência⁴² com relação à própria profissão ao estabelecimento das rotinas de trabalho, bem como utilizados e desenvolvidos ao longo de toda a carreira do qual fazem parte dimensões identitárias e de socialização profissional.
2. Os saberes profissionais dos professores são plurais e heterogêneos, pois:
 - Provêm de diversas fontes como história de vida e cultura escolar, conhecimentos disciplinares, conhecimentos didáticos e pedagógicos, conhecimentos curriculares dos programas, guias e manuais escolares, saber ligado à sua experiência de trabalho, de outros professores e das tradições da profissão.
 - Não formam um repertório de conhecimentos unificados, de forma que os professores utilizam teorias, concepções e técnicas, mesmo que contraditórias, conforme necessidade, estabelecendo uma relação utilitarista e pragmática com estes saberes em função de seus objetivos na ação, que podem ser emocionais, sociais, cognitivos, coletivos, etc. Os saberes, portanto, “estão à serviço da ação e é na ação que assumem seu significado e utilidade” (TARDIF, 2014b, p. 264)
 3. Os saberes profissionais dos professores são personalizados e situados, pois:
 - São “saberes apropriados, incorporados, subjetivados, saberes que é difícil dissociar das pessoas, de sua experiência e situação de trabalho” (TARDIF, 2014b, p. 265), e “construídos e utilizados em função de uma situação de trabalho particular, e é em relação a essa situação particular que eles ganham sentido” (TARDIF, 2014b, p. 266). Para o autor, “os saberes profissionais não são construídos e

⁴² O ‘sentimento de competência’ ao qual Tardif (2014) se refere, consiste no sentimento do professor na construção de um repertório de competências essenciais a estruturação de sua prática profissional e, para além dos domínios cognitivo e instrumental, abrangem igualmente aspectos como bem-estar pessoal com relação a profissão, segurança emocional adquirida em relação aos alunos e ao ambiente de trabalho, sentimento de pertencimento, confiança na capacidade de enfrentar e resolver problemas, estabelecimento de relações positivas com colegas e direção, entre outros.

utilizados em função de seu potencial de transferência e de generalização; eles estão encravados, embutidos, encerrados em uma situação de trabalho à qual devem atender” (TARDIF, 2014b, p. 266).

4. Os saberes profissionais dos professores carregam as marcas do ser humano, pois o objeto do trabalho do docente são seres humanos.

Como aponta Tardif (2014b), os saberes dos professores recebem pouca legitimidade pelo campo da pesquisa em ciências da educação, em particular pelo campo da didática e da pedagogia. O que se percebe são problemas epistemológicos do modelo universitário intitucionalizado de formação, idealizados segundo um modelo aplicacionista do conhecimento, em que pesquisa, formação e prática constituem polos dissociados. O autor descreve esse modelo em uma dinâmica em que:

os pesquisadores produzem conhecimentos que são em seguida transmitidos no momento da formação e finalmente aplicados na prática. A produção dos conhecimentos, formação relativa a esses conhecimentos e mobilização dos conhecimentos na ação tornam-se, a partir desse momento, problemáticas e questões completamente separadas, que competem a diferentes grupos de agentes: os pesquisadores, os formadores e os professores. Por sua vez, cada um desses grupos de agentes é submetido a exigências e a trajetórias profissionais conforme os tipos de carreira em jogo. (TARDIF, 2014b, p. 270-271)

Dentre os problemas deste modelo aplicacionista estão, primeiramente, sua idealização segundo uma lógica disciplinar, mais especificamente monodisciplinar, altamente fragmentada e especializada, baseado no conhecimento e não na ação, em detrimento de uma lógica profissional que se refira às realidades do trabalho dos professores.

Um segundo problema, consiste no fato de que o modelo aplicacionista desconsidera as crenças e representações anteriores dos estudantes, licenciandos, sobre o ensino. Segundo Tardif (2014b), o modelo aplicacionista:

se limita, na maioria das vezes, a fornecer-lhes conhecimentos proposicionais, informações, mas sem executar um trabalho profundo sobre os filtros

cognitivos, sociais e afetivos através dos quais os futuros professores recebem e processam essas informações. (TARDIF, 2014b, p. 273)

Como mencionado anteriormente, estas crenças e representações possuem força e coerência interna, além de alta estabilidade e resistência à mudança. Com frequência, a formação para a docência exerce pouco impacto sobre os pensamentos, crenças e sentimentos dos futuros professores, pois estes elementos raramente são abalados ao longo de sua formação para a docência, e, possivelmente, será a profissão na prática que contribuirá para seu reforço ou modificação, a partir da vivência com o grupo de trabalho, em especial pelos colegas professores mais experientes. De certa forma, há uma reprodução e reafirmação das identidades e tradições docentes.

Os saberes docentes conforme propostos por Tardif (2014), como “saberes práticos e formam um conjunto de representações a partir da qual os professores interpretam, compreendem e orientam sua profissão e sua prática cotidiana em todas as suas dimensões” (TARDIF, 2014, p. 49), nos inspiram e encaminham para uma discussão mais aprofundada sobre as crenças dos professores, que como veremos na próxima seção, apresenta intersecções interessantes com o conteúdo dos saberes docentes de Tardif (2014) e também nos auxiliarão a compreender as crenças epistemológicas compartilhadas por professores universitários de física nos Cursos de Licenciatura em Física nos próximos capítulos.

2.2. CRENÇAS DE PROFESSORES

Diversos pesquisadores procuraram clarificar o conceito de crença. Pehkonen e Pietilla (2003), por exemplo, sugerem que as crenças “são como conhecimentos subjetivos implícitos, baseados na experiência” (PEHKONEN; PIETILLA, 2003, p. 103). Abelson (1979) afirma que as crenças são um tipo de conhecimento prático, por intermédio do qual as pessoas lidam com propósitos particulares ou situações impostas pelo meio social, portanto incluem uma quantidade substancial de elementos oriundos da experiência pessoal. Neste sentido, Nespor (1987) argumenta que as crenças são verdades incontestáveis e pessoais que todos mantêm, têm peso afetivo e avaliativo, estrutura episódica, contém conceitualizações de situações ideais que diferem da realidade, e não estão abertas a avaliações e exames críticos. Assim, as crenças são

estruturas complexas associadas com atitudes, expectativas e experiência pessoal.

Para Rokeach (1968) as crenças de um indivíduo formam redes organizadas e hierárquicas, as quais denomina sistema de crenças. Rokeach (1968) considera que o sistema de crenças é composto por duas estruturas articuladas, mas com níveis distintos de estabilidade: o núcleo e a periferia. O núcleo comporta as crenças mais estáveis, responsáveis diretamente pelo curso das ações do indivíduo e julgamento diante de situações concretas; já a periferia comporta crenças menos estáveis, que fornecem apoio às crenças do núcleo, entretanto são mais maleáveis às circunstâncias particulares, diferentemente das crenças centrais que tendem a ser gerais. Rokeach ressalta ainda que a centralidade da crença está intimamente vinculada à importância que ela tem para um indivíduo. Quanto mais central a crença mais importante para o indivíduo, quanto mais periférica menos importante a crença, e reside exatamente nisto a dificuldade de se alterar as crenças centrais.

Em relação às crenças dos professores, pesquisadores têm apontado as mais diversas origens. Thompson (1984) sugere que “parecem ser manifestações de opiniões construídas inconscientemente de compromissos verbais até ideias abstratas que podem ser pensadas como parte de uma ideologia geral do ensino” (THOMPSON, 1984, p. 112). Similarmente, Kagan (1990) diz que as crenças dos professores “são maneiras altamente pessoais pelas quais um professor entende a sala de aula, os alunos, a natureza da aprendizagem, o papel do professor na sala de aula e as metas da educação” (KAGAN, 1990, p. 423). Joram e Gabriele (1998) argumentam que as crenças dos professores podem ser desenvolvidas como resultado de anos como estudantes observando e participando das interações em sala de aula.

Estes argumentos estão de acordo com a síntese de Richardson (1996) que considera a existência de três fontes principais de crenças dos professores: (i) a experiência pessoal, (ii) a experiência como estudante durante o processo de escolarização e (iii) a experiência com o conhecimento formal, em particular, sobre a estrutura escolar e conhecimentos pedagógicos. Esta rede complexa de imbricações acabará formando o filtro por intermédio do qual os professores irão orientar suas práticas. Nessa direção, Florio-Ruane e Lensmire (1990) sustentam que o encurtamento da distância entre o que se espera que um professor domine sobre educação e aquilo que realmente domina, está condicionado ao nível de convergência entre as crenças que possui e o que os formadores de professores tomam como princípio para educação.

Assim sendo, partimos da ideia que identificar as crenças dos professores sobre a natureza da ciência de docentes universitários formadores de professores de Física e como influenciam sua ação docente contribuirá para uma caracterização mais adequada da influência dessas crenças na formação dos licenciandos, bem como na proposição de elementos que auxiliem na construção de uma visão adequada/atualizada/renovada/informada da natureza da ciência junto a formadores de professores e futuros professores. Acreditamos que qualquer que seja a mudança no estilo de ensino dos professores, se assim for o desejado, é importante o diagnóstico e conscientização das crenças que estes professores possuem.

No contexto da docência universitária e da formação de professores, Delizoicov (2012) aponta para a necessidade de se olhar atentamente para os docentes pesquisadores em Ciências e que atuam nos cursos de formação de professores de Ciências, mais especificamente de Física. O autor afirma que:

(...) sua prática educativa não tem finalidade exclusiva de manutenção e ampliação da comunidade de pesquisadores em física. Em se tratando do curso de licenciatura em Física, esta prática precisa se articular com as demandas oriundas da formação acadêmica de um profissional que, se não necessariamente dedicar-se-á ao ensino de física no ensino médio, certamente deverá ter uma competência de ser um professor de física do ensino médio. (DELIZOICOV, 2012, p. 220-221).

O autor pontua a importância de se compreender as práticas dos docentes universitários, já que em muitos casos, as concepções e as compreensões destes docentes – sobre educação escolar, ensino e aprendizagem, o papel do professor, entre outras – se referem exclusivamente à sua própria história de vida escolar e acadêmica ao longo de sua trajetória formativa. Muitas das significações dadas às atividades docentes e sentidos aos atos de ensinar e aprender são construídas mesmo antes destes se tornarem professor, tudo isso decorrente da experiência com a vida escolar, constituindo-se um sistema de crenças e valores. Mesmo após formados, não raro, os modelos e estratégias de ensino que estes professores reproduzem nas aulas se assemelham ou fazem referência aos desenvolvidos pelos seus professores, do ensino básico e/ou do superior, que lecionaram as

disciplinas com conteúdo referente à área específica do saber da Física nas fases escolares e acadêmicas anteriores.

Nesse sentido, as *culturas profissionais* influenciam os modos de pensamento e ação docente e os critérios axiológicos de atuação profissional. A cultura profissional aliada à cultura própria da instituição em que estão inseridos dão origem ao que Becher (2001) chama de *cultura acadêmica*. O processo de inserção em uma cultura acadêmica ou *enculturação*, leva os profissionais a adotarem costumes, tradições, normas, valores e crenças profissionais do grupo, geralmente de forma acrítica e com escassa justificativa racional e contraste com outras possibilidades e alternativas. De certa forma é uma cultura consensuada entre os pertencentes do grupo de forma a legitimar o próprio grupo. A partir das ideias de Becher (2001), Milicic *et al.* (2007) especificam a noção de cultura acadêmica para o caso dos docentes universitários como: “(...) *um conjunto aprendido de interpretações compartilhadas, docentes e profissionais, que integram crenças, normas, valores e conhecimentos, e que determinam o comportamento de um grupo de professores que atuam em um âmbito determinado em um tempo dado.* (MILICIC *et al.*, 2007, p. 265, destaque dos autores)⁴³.

Mas como caracterizar um conjunto de saberes, crenças, valores e normas que influenciam a maneira como os professores universitários pensam como pensam, fazem o que fazem e como fazem e implementam suas aulas de um modo ou outro?

Milicic *et al.* (2007) buscam analisar o pensamento dos físicos docentes universitários, com o objetivo principal de caracterizar esta referida cultura acadêmica. Portanto, partem do pressuposto que a cultura acadêmica pode originar e governar os processos de pensamento e legitimação das ações docentes, atuando também como barreira protetora dos grupos acadêmicos. Os autores afirmam que “os professores universitários físicos possuem uma cultura acadêmica própria, a qual seria a origem e o suporte que legitima seu pensamento e, portanto, sua ação docente” (MILICIC *et al.*, 2007, p. 264)⁴⁴.

⁴³ Citação original: “(...) *conjunto aprendido de interpretaciones compartidas, docentes y profesionales, que integran creencias, normas, valores y conocimientos, y que determinan el comportamiento de un grupo de profesores que actúan en un ámbito determinado en un tiempo dado.*” (MILICIC *et al.*, 2007, p. 265, destaque dos autores).

⁴⁴ Citação original: “Los profesores universitarios físicos poseerían una cultura académica propia, la cual sería el origen y el soporte que legitima su pensamiento y, por tanto, su acción docente.” (MILICIC *et al.*, 2007, p. 264).

No caso da Física, Milicic *et al.* (2007) descrevem que os valores, crenças, normas e comportamentos são assumidos de forma inconsciente pelos estudantes destes cursos referentemente aos seus professores. Os rituais de testes de alta exigência intelectual e de dedicação intensiva e sacrifícios persistem mesmo após formados e são elementos constitutivos da avaliação contínua por membros de dita cultura acadêmica a fim de legitimar o pertencimento destes docentes a estes grupos. São ideias intrínsecas à comunidade com relação às crenças sobre as competências que todo membro de um grupo socioacadêmico deve ter para ser admitido – crenças sobre o que é ser um ‘bom físico’ – e crenças inerentes ao desenvolvimento da docência – crenças sobre o que é ser um ‘bom professor’, ser um ‘bom aluno’, ensinar Física. Segundo os autores, esta cultura acadêmica se reflete no planejamento ou configuração do curso que o professor ensina e avalia, assim como as razões pelas quais decide e justifica dito planejamento ou configuração.

Os autores descrevem ainda que, apesar dos professores terem capacidade de interagirem com diferentes culturas acadêmicas, é a *cultura de origem* que condiciona suas concepções epistemológicas, profissionais e didáticas, bem como seus critérios de atuação. Quando se muda de contexto, isto é, se insere em uma *cultura de destino* diferente de sua *cultura de origem*, pode acontecer que concepções compartilhadas pela cultura de destino estejam em contradição com sua cultura acadêmica, gerando tensões na atuação do professor. Os autores argumentam ainda que estas tensões levam ao que denominam como ponto de *ruptura epistemológica*, a partir do qual o professor sente que não está cumprindo com seu dever como membro do grupo ao qual pertence, tendo em vista a distância entre as culturas de origem e de destino.

Em comparação entre grupos que atuam em contextos diferentes, isto é, professores cuja cultura de destino é a mesma de sua cultura de origem e professores cuja cultura de destino é diferente de sua cultura de origem, os resultados permitem definir um ‘núcleo duro’ de crenças de aspectos próprios da cultura dos físicos docentes universitários, fortemente associado com a identidade profissional, resistentes a mudanças e com uma grande influência nos modos de ação nas aulas. Por fim, os autores ressaltam que a cultura acadêmica de origem atua como obstáculo ou resistência a qualquer mudança pedagógica e didática requerida pelos contextos, dificultando a atribuição causal dos problemas à fatores internos do professor, ao grupo ou ao próprio planejamento.

Deste estudo, Milicic *et al.* (2007), baseados na antropologia cultural, na sociologia do conhecimento e na teoria da transposição

didática de Chevallard (1998) para a análise da ação dos professores em aula, evidenciam duas crenças principais dos professores. A primeira delas se refere à crença de que a atividade docente é um conhecimento ‘artesanal’ que se adquire e se aperfeiçoa mediante a prática pura e por meio da imitação de seus professores, não sendo caracterizada como uma atividade científica que pode ser adquirida mediante estudo. A segunda delas, que reflete as concepções epistemológicas dos professores, consiste na crença de que o *saber a ensinar*⁴⁵ (CHEVALLARD, 1998) da Física consiste em uma entidade única, explicitada nos manuais internacionais de amplo uso, que coincide com uma ideia convergente e doutrinal do ‘que fazer’ docente.

Com relação a essas crenças é possível tecer alguns comentários relacionados à compreensão destes professores com relação à natureza da ciência, ou melhor, como compreendem que a ciência deva ser compreendida pelos estudantes. Vale ressaltar que, a qualquer situação de ensino, pode ser associada uma concepção epistemológica, nem sempre explicitada e frequentemente assumida acriticamente (HODSON, 1985). Primeiramente, as crenças sobre o ensino de ciências por referência a modelos de práticas tradicionalmente estabelecidas e de que os conhecimentos científicos a serem ensinados trazem consigo a problemática da propagação e transmissão de uma imagem inadequada de uma ciência empírico-indutivista (CAWTHON e ROWELL, 1978;

⁴⁵ O conceito de *saber a ensinar* se refere à Teoria da Transposição Didática proposta por Yves Chevallard (1998) com o objetivo de analisar o processo de transposição dos saberes do nível de referência ao nível de ensino. Neste processo, para que seu ensino seja possível, os saberes passam por transformações necessárias em três níveis: i) o *saber sábio*, constituído pelo saber de referência, construído pelos cientistas e intelectuais, denominado “conhecimento científico” que é apresentado ao público em forma de textos científicos; ii) o *saber a ensinar*, constituído pelo saber a ser ensinado, determinado por personagens variados na defesa de interesses próprios que formam a *noosfera*, que é apresentado ao público nos manuais e livros didáticos destinados aos alunos; e iii) o *saber ensinado*, constituído pelo saber ensinado em sala de aula, estabelecido no espaço acadêmico pelo professor em seu planejamento e na própria atuação. O *saber ensinado* é distinto do *saber a ensinar*, e esses do *saber sábio*. Nesse processo de transformação do saber sábio ao saber a ensinar, o saber gerado não é mais científico, mas um novo saber. Este processo gera alguns efeitos, os quais: despersonalização pela perda do contexto da descoberta e da ação do indivíduo, descontextualização pela perda de historicidade, e desincretização pela perda do contexto epistemológico.

HODSON, 1985; SILVEIRA, 1989 e 1992). As teses mais importantes desta epistemologia empírico-indutivista⁴⁶ são encontradas em livros didáticos, roteiros de laboratórios e estratégias de ensino amplamente difundidas nos cursos da educação básica e ensino superior, inclusive nos cursos de licenciatura das áreas científicas – Física, Química, Biologia e Matemática. Gil-Perez (1986) argumenta que “esta visão desvaloriza a criatividade do trabalho científico, levando os alunos a pensarem que a ciência consiste em verdades inquestionáveis, introduzindo rigidez e intolerância contra as opiniões ‘diferentes’.” (GIL-PEREZ, 1986, p. 111)⁴⁷.

Em segundo lugar, conferir um ‘*status* doutrinal’ aos conhecimentos estabelecidos sobre Física Básica significa apagar toda a história da construção do conhecimento científico, omitindo os percalços e problemas enfrentados que levaram ao desenvolvimento de teorias e leis que constituem o corpo de conhecimento científico atual. Ideias de um ensino de ciências baseadas em outras compreensões sobre a atividade científica e sobre o progresso científico, isto é, sobre a própria ciência, representam referenciais importantes para o trabalho de formação de professores de ciências. Conforme discutido no capítulo anterior, vários autores têm insistido na ideia de uma educação científica fundamentada na filosofia e epistemologia das ciências, a partir de visões clássicas e de perspectivas renovadas e mais atualizada.⁴⁸

⁴⁶ Teses importantes da epistemologia empírico-indutivista: **1)** A observação consiste na fonte e função do conhecimento, determinando, portanto, que todo conhecimento derivaria direta ou indiretamente da experiência sensível. **2)** Todo o conhecimento científico é obtido da observação dos fenômenos, e aplicando-se as regras do método científico é possível produzir uma síntese indutiva (generalizações, leis e teorias do observado). **3)** Todo conhecimento verdadeiro deve ser livre de pressupostos e pré-conceitos, confirmando assim a neutralidade da ciência. **4)** As teorias científicas são descobertas indutivamente a partir dos dados empíricos. (SILVEIRA, 1996).

⁴⁷ Citação original: “*Esta visión del método científico infravalora la creatividad del trabajo científico, llevando a los alumnos a pensar que la ciencia consiste en verdades incontrovertibles e introduciendo rigidez e intolerancia contra las opiniones ‘desviacionistas’*”. (GIL-PEREZ, 1986, p. 111).

⁴⁸ Entre os autores que tem insistido na ideia de uma educação científica fundamentada na filosofia e epistemologia da ciência, são mais de quarenta anos de trabalhos publicados e que podemos citar cronologicamente: Aikenhead (1973), Cawthron e Rowell (1978), Hodson (1985), Nussbaum (1989),

Em síntese, tendo em conta que uma das funções da ciência escolar consiste em apresentar ou construir um cenário adequado do contexto da produção científica com os estudantes, que as aulas de Física constituem referentes importantes aos professores formados (DELIZOICOV, 2012; MILICIC *et al.*, 2007; BASTOS *et al.*, 2003), e que o panorama usual dos cursos de graduação reforça uma concepção positivista de ciência (MILICIC, 2007; GIL-PEREZ *et al.*, 2001; CUNHA, 1996), as concepções sobre ciências propagadas nas aulas de Física do ensino médio ministradas pelos professores formados guardam relação com as aulas de Física da graduação, seja em relação ao núcleo de conceitos, aos procedimentos e estratégias metodológicas adotadas e suas concepções epistemológicas implícitas na prática desenvolvida.

As crenças apontadas por Milicic *et al.* (2007) que têm sua gênese na cultura acadêmica de origem e que condiciona as concepções epistemológicas, profissionais, didáticas e critérios de atuação, compartilhadas por professores universitários de Física, são indicativos importantes para uma melhor compreensão das relações e implicações da atuação docente dos professores formadores de professores de Física que atuam nos cursos de Licenciatura em Física, especialmente no que diz

Brickhouse (1989, 1990), Martin, Brower e Kass (1990), Gil-Pérez e Carrascosa (1985), Cleminson (1990), Lederman, O'Malley (1990), Burbules e Linn (1991), King (1991), Gallagher (1991), Segura (1991), Lederman (1992), Ryan e Aikenhead (1992), Pomeroy (1993), Abell e Smith (1994), Lakin e Wellington (1994), Matthews (1994), Roth e Roychondhury (1994), Solomon, Duveen e Scott (1994), Abrams e Wandersee (1995), Abd-El-Khalick e Boujaoude (1997), Alters (1997), Roth e Lucas (1997), Harres (1999), Akerson, Ab-Del-Khalick e Lederman (2000), Abd-El-Khalick e Lederman (2000a, 2000b), Moss, Abrams e Robb (2001), Gil-Pérez *et al.* (2001), Lederman *et al.* (2002), McComas (2008), McComas *et al.* (1998), Abd-El-Khalik e Lederman (2000a); Gil-Pérez *et al.* (2001), Osborne *et al.* (2003), McComas (2008), Teixeira, Freire Jr. e El-Hani (2009). Mais especificamente, alguns autores defendem esta educação científica a partir de visões clássicas, entre os quais podem ser citados: Abd-El-Khalick (2012a, 2012b); Driver *et al.* (1996), Lederman (1992), Lederman, Bartos e Lederman (2014), Lederman *et al.* (1998, 2002), McComas (2008), McComas e Olson (1998); McComas *et al.* (1998a, 1998b), McComas (2008), Osborne *et al.* (2003), Ryder (2001, 2002), Gil-Pérez *et al.* (2001). Enquanto outros abordam perspectivas denominadas renovadas ou atualizadas, tais como: Rudolph (2000), Clough (2006, 2007), Allchin (2011), Irzik e Nola (2011), Van Dijk (2011), Matthews (2012), Duschl e Grandy (2013), Martins (2015), Forato, Bagdonas e Testoni (2017), Rodríguez e Adúriz-Bravo (2017).

respeito às discussões sobre aspectos da natureza da ciência e do desenvolvimento do trabalho científico. Ao que parece as relações entre estas crenças, ao se constituírem um ‘núcleo duro’ (MILICIC *et al.*, 2007) e resistentes a mudanças, determinam (condicionam?) em grande medida a prática docente em sala de aula. Investigar os obstáculos e tensões que tais crenças interpõem a qualquer mudança pedagógica e didática parece particularmente importante, tendo em vista que concepções e escolhas de professores sobre o que ensinar e como ensinar, evidenciam, por consequência, suas concepções epistemológicas e a abertura ou não com relação a esse tipo de discussões em aulas de física. São estes aspectos que pretendemos investigar nesta tese.

2.3. CRENÇAS EPISTEMOLÓGICAS PESSOAIS

A epistemologia pessoal (*personal epistemology*) é definida como uma área que diz respeito às crenças sobre o conhecimento e o conhecer⁴⁹. Entre os autores que se dedicam a aprofundar o tema das crenças nesta área, Hofer (2001) busca esclarecer as conceitualizações adotadas pela pesquisa em torno da epistemologia pessoal e evidenciar seu importante papel para o desenvolvimento de educação. Para a autora, uma compreensão conceitual de como a epistemologia pessoal se relaciona com a aprendizagem e educação deriva de três suposições ontológicas e teóricas particulares em que:

1. Epistemologia pessoal entendida em termos de desenvolvimento. Nessa concepção, se um dos objetivos da educação é o desenvolvimento, parte do objetivo da educação é também promover o desenvolvimento epistemológico. Neste caso, o desenvolvimento epistemológico é uma variável de resultado fortemente relacionado com níveis intelectuais e educacionais mais amplos. Pesquisas nesta área detectam que o pensamento reflexivo não é alcançado por parte da população adulta, que cultiva uma visão de mundo de uma posição absolutista ou que simplesmente aceita uma multiplicidade de opiniões superficiais sobre questões complexas.

⁴⁹ Na literatura sobre as crenças epistemológicas pessoais, se faz referência à área como ‘*personal beliefs about knowledge and knowing*’.

2. Epistemologia pessoal entendida em termos de crenças. Nessa concepção, se o aprendizado é influenciado pelas crenças epistemológicas que os indivíduos possuem, o desempenho acadêmico relacionado ao aprendizado é variável dependente destas crenças epistemológicas. Pesquisas nesta área sugerem que crenças epistemológicas afetam o uso de estratégias de aprendizagem dos alunos e destacam a importância de auxiliá-los a se tornarem mais conscientes de suas crenças epistemológicas.

3. Epistemologia pessoal entendida em termos de teorias pessoais recursos epistemológicos mais finos. Nessa concepção, no processo de aprendizagem, tais teorias ou recursos epistemológicos são ativados e envolvidos de maneiras dependentes do contexto. Neste caso, o aprendizado e construção de conhecimento são influenciados por recursos epistemológicos e teorias que foram ativadas no processo em um nível metacognitivo ou meta-consciente.

As concepções sobre a pesquisa em epistemologia pessoal levantadas por Hofer (2001) estão sistematizadas no Quadro 8.

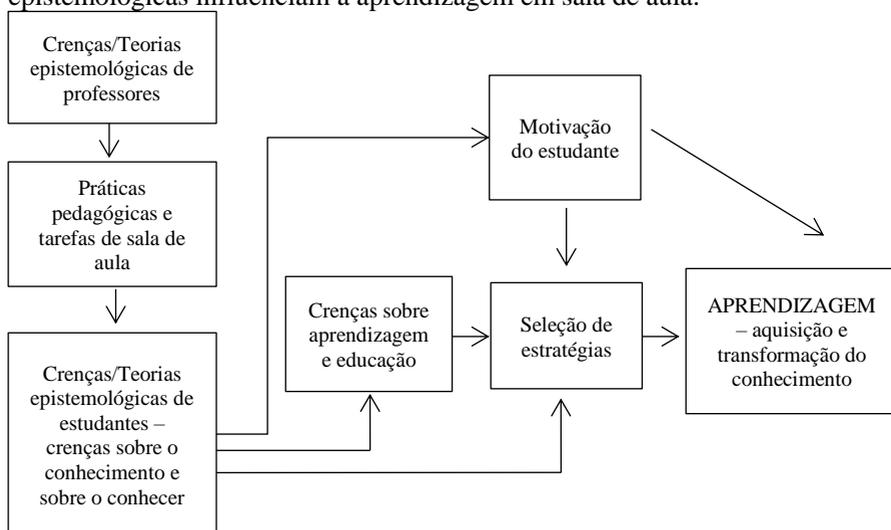
Quadro 8 – Sistematização feita por Hofer (2001) com relação às concepções e definições sobre epistemologia pessoal na área de pesquisa.

Concepções sobre a epistemologia pessoal em termos de:	Como atua a epistemologia pessoal	Resultado educacional	Referências
Desenvolvimento	Promoção do desenvolvimento epistemológico	Desenvolvimento epistemológico (intelectual)	Kohlberg e Mayer (1977) Baxter Magolda (1992) King e Kitchener (1994) Perry (1970)
Crenças	Influência sobre o aprendizado	Desempenho acadêmico	Ryan (1984b) Schommer (1990) Schommer <i>et al.</i> (1992).
Teoria ou recursos epistemológicos finos	Ativação dos recursos no processo de aprendizagem em um nível metacognitivo ou metaconsciente	Aprendizado e construção de conhecimento	Hofer e Pintrich (1997) Hammer e Elby (2002).

Fonte: Extraído de Hofer (2001).

Neste modelo, Hofer (2001) evidencia a influência das crenças dos professores no processo de aprendizagem dos estudantes como segue na Figura 1. Neste modelo, propõe-se que os estudantes chegam em sala de aula com crenças/teorias epistemológicas que levam a crenças sobre como ocorre a aprendizagem, a seleção de estratégias e, por fim, à aprendizagem propriamente dita, seja no que se refere à aquisição e/ou transformação do conhecimento. Todo esse processo é balizado pela motivação do estudante, e antecedido pelas tarefas de sala de aula e práticas pedagógicas, definidas pelo professor e por suas crenças epistemológicas.

Figura 1 – Modelo de funcionamento de como as crenças/teorias epistemológicas influenciam a aprendizagem em sala de aula.



Fonte: Extraído e adaptado de Hofer (2001).

Segundo este modelo, as crenças/teorias epistemológicas pessoais dos professores influenciam sobremaneira as práticas pedagógicas destes professores e seleção e proposição de tarefas em sala de aula. A experiência e envolvimento dos estudantes com estas atividades, balizadas pelas crenças/teorias epistemológicas dos professores, exercem influência, por consequência, sobre as crenças/teorias epistemológicas pessoais dos estudantes, crenças estas sobre o conhecimento e o conhecer. Estas, por sua vez, agem diretamente sobre a motivação do estudante, as

suas crenças mais gerais sobre aprendizagem e educação, e também, na seleção de estratégias destes com vistas à aprendizagem.

Em seu modelo de funcionamento de como as crenças/teorias epistemológicas influenciam a aprendizagem em sala de aula, Hofer (2001) não explora de que forma esta aprendizagem, entendida por ela como aquisição e transformação do conhecimento, pode reforçar ou perturbar as crenças/teorias epistemológicas dos estudantes, uma vez que o processo ocorra novamente. Além disso, ao propor este modelo, a autora não tem intuito de que seja entendido como uma teoria de aprendizagem, mas como uma descrição da dinâmica de influências das crenças epistemológicas sobre alguns elementos do processo de aprendizagem.

Nesta mesma linha, Tafreshi e Rancine (2015), também buscam esclarecer algumas concepções em torno da epistemologia pessoal como *crenças sobre o conhecimento e o conhecer*, no que diz respeito ao uso que a área de pesquisa faz da expressão e suas formas coerentes de uso. Com base em estudos da área (BENNET; HACKER, 2003), os autores examinam o *status* das crenças epistemológicas, criticando e desconstruindo sua caracterização tipicamente associada a *estados mentais, disposições ou conhecimentos e teorias*. Para isso, os autores apresentam os seguintes argumentos:

1. Estados mentais são estados de consciência do indivíduo, que podem estar acompanhados por sentimentos ou sensações que tem uma duração marcada (início e fim) e surgem em número restrito, diferentemente das crenças que dificilmente são associadas a sentimentos ou sensações (não se pode sentir uma crença), não possuem uma duração determinada, sendo que um indivíduo pode manter um número infinito de crenças. Portanto, enquanto que um estado mental “implica que uma pessoa está *em* um determinado estado de ser ou estado de consciência” (TAFRESHI; RANCINE, 2015, p. 9, destaque dos autores)⁵⁰, uma crença “implica que uma pessoa está se referindo a uma proposição particular que acredita ser assim” (TAFRESHI; RANCINE, 2015, p. 9)⁵¹.

⁵⁰ Citação original: “*implies that a person is in a particular state of being or state of consciousness*”. (TAFRESHI; RANCINE, 2015, p. 9, destaque dos autores).

⁵¹ Citação original: “*implies that a person is referring to a particular proposition that is believed to be so*”. (TAFRESHI; RANCINE, 2015, p. 9).

2. Apesar de serem explicitadas a partir do que uma pessoa diz ou como se comporta, disposições e crenças explicam o comportamento de maneira fundamentalmente diferentes: as disposições são definidas pelas próprias manifestações pessoais e as crenças por descrições do sujeito sobre o conhecimento. Por exemplo, ao afirmar que ‘o professor de física tem a crença de que o conhecimento físico é melhor ensinado por meio de estratégias colaborativas’ não é o mesmo que afirmar que ‘o professor de física tem disposição para ensinar o conhecimento físico por meio de estratégias colaborativas’. Essas duas frases possuem significados diferentes. Na primeira afirmação as crenças do professor estão sendo descritas, e embora se possa inferir que ele também atua de acordo com suas crenças, não é possível afirmar que, durante as aulas de física, ele aja da maneira como acredita. Na segunda sentença, afirma-se que o professor ensina o conhecimento físico utilizando estratégias colaborativas pois tem disposição em fazê-lo, no entanto não é possível afirmar que ele acredite que esta é a melhor estratégia a ser adotada. Nesse sentido, os termos crença e disposição não são equivalentes, e ainda, as crenças de um indivíduo não são necessariamente consistentes com sua disposição.
3. Conhecimentos e teorias se baseiam em critérios compartilhados e quando incluem observações e evidências, estas devem ser cuidadosamente propostas e expressas, enquanto as crenças não precisam necessariamente serem baseadas em nenhuma forma de evidência. Por exemplo, o professor de física afirmar que ‘acredita que estratégias colaborativas são eficazes no ensino de física’, não precisa basear sua crença em qualquer forma de raciocínio ou critérios compartilhados. No entanto, o professor de física afirmar que ‘conhece que estratégias colaborativas são eficazes no ensino de física’, é necessário que baseei esse conhecimento em alguma forma de critério público que justifique esse conhecimento que a pessoa afirma. Portanto, alguém pode dizer que acredita que estratégias colaborativas são eficazes, sem evidências sobre estratégias colaborativas, pois elas não precisam ser realmente eficazes para alguém acreditar que seja. Em contraste, não faz sentido alguém afirmar saber que estratégias colaborativas *são* eficazes, se elas relamente não forem eficazes.

Enquanto podemos associar diferentes *status* ou graus para conhecimentos e teorias, enquanto não faz sentido associar graus às crenças. Por exemplo, pode-se afirmar que ‘o professor de física conhece mais sobre estratégias colaborativas do que seu aluno’, ainda que nenhum dos dois possa conhecer e dominar todas as informações sobre estratégias colaborativas. No entanto, é estranho afirmar que ‘o professor de física acredita mais em estratégias colaborativas do que seu aluno’, pois não há como verificar o grau dessa crença.

Na sequência, Tafreshi e Rancine (2015) discutem as implicações dessas análises para o estudo do tema em questão. Tendo em vista a multiplicidade de usos diferentes na linguagem comum para o conceito ‘crença’, sugerem a definição de ‘crenças epistemológicas’ de forma operacional com o intuito de restringir o foco de estudos empíricos, sem abrir mão da complexidade associada ao conceito.

Na pesquisa sobre crenças epistemológicas, os autores sugerem a utilização de instrumentos declarativos, tais como a realização de entrevistas abertas e qualitativas em que se solicita aos participantes que descrevam suas crenças epistemológicas, pois “quando pretendemos indagar sobre a epistemologia pessoal de um indivíduo, faz-se perguntas sobre suas opiniões sobre o conhecimento” (TAFRESHI; RANCINE, 2015, p. 10)⁵².

Tafreshi e Rancine (2015) ressaltam que:

No entanto, é importante notar que não há disputa quanto ao fato de que os indivíduos diferem em suas conceituações do conhecimento e do conhecer. Também não há nenhuma disputa de que essas diferenças sejam “significativas”, no sentido de importância, e que há epistemologias pessoais mais simples e complexas, e assim por diante. Os debates que acontecem nesta área de pesquisa dizem respeito principalmente à explicação desses fatos, na sua maioria, indiscutíveis, e é aqui que as dimensões conceituais nesta área de pesquisa, documentadas por nós e outros estudos, podem impedir o progresso. Também acreditamos que, embora seja importante desenterrar e analisar

⁵² Citação original: “(...) when we want to inquire about an individual’s personal epistemology, we ask them questions regarding their views on knowledge.” (TAFRESHI; RANCINE, 2015, p. 10).

criticamente tais pressupostos e suas conseqüências, também é importante tomar o que é de valor na pesquisa e na teoria da epistemologia pessoal e tentar colocá-lo em uma forma mais conceitualmente clara. (TAFRESHI; RANCINE, 2015, p. 15)⁵³

Por fim, Tafreshi e Rancine (2015) sugerem que haja uma reflexão aprofundada sobre qual o objetivo de estudo da epistemologia pessoal, isto é, o que de fato se propõem a examinar e explicar, seja relacionada com os tipos possíveis de epistemologias pessoais, variações culturais, socioeconômicas, entre outras, ou relacionadas com o ‘efeito’ destas epistemologias pessoais.

Na área da física, as crenças epistemológicas pessoais dos professores são bastante tradicionais e estáveis (YERRICK; PARKE; NUGENT, 1997; TSAI, 2002; MARKIC; VALANIDES; EILKS, 2006; JONES; CARTER, 2007), o que contribui para moldar as crenças destes professores sobre o ensino, a aprendizagem e o gerenciamento de sala de aula. Esta estabilidade pode representar um obstáculo para a inserção da temática da natureza da ciência, caso as novas práticas curriculares e instrucionais relacionadas à História e Filosofia da Ciência estiverem em oposição às crenças dos professores. Nossa proposição é de que as crenças epistemológicas pessoais encaminham para uma investigação destas crenças e a natureza da ciência e, nesse sentido, nos ajudam a examinar e explicar o que os professores compreendem sobre o conhecimento da natureza da ciência e o processo de conhecer dos alunos sobre a natureza da ciência nas disciplinas que ministram. Na próxima seção estabeleceremos algumas relações as crenças epistemológicas pessoais e a natureza da ciência.

⁵³ Citação original: “*However, it is important to note that there is no dispute regarding the fact that individuals differ in their conceptualizations of knowledge and knowing. There is also no dispute that these differences are “meaningful,” in the sense of important, and that there are simpler and more complex personal epistemologies, and so forth. The debates that happen in this research area mostly concern the explanation of these mostly undisputed facts, and it is here where the conceptual dimensions in this research area that we, and others, have documented can impede progress. We also believe that, whereas it is important to unearth and critically examine such assumptions and the consequences thereof, it is also important to take what is of value in personal epistemology research and theory and attempt to put it in a form that is more conceptually clear.*” (TAFRESHI; RANCINE, 2015, p. 15).

2.4. CRENÇAS EPISTEMOLÓGICAS PESSOAIS DA NATUREZA DA CIÊNCIA

As crenças epistemológicas pessoais nos parecem preditores adequados para auxiliar na caracterização das crenças dos professores sobre a natureza da ciência, tendo em vista que se referem às crenças sobre o conhecimento e sobre o conhecer. Na pesquisa em educação científica algumas investigações propõem o estabelecimento desta relação entre crenças de professores de ciências da educação básica e a compreensão sobre natureza da ciência em contexto de ensino formal e regular sobre natureza da ciência (YERRICK; PARKE; NUGENT, 1997; TSAI, 2002; MARKIC; VALANIDES; EILKS, 2006; JONES; CARTER, 2007; HÖTTECKE, 2008; HÖTTECKE; SILVA, 2011).

Höttecke e Silva (2011), com base na literatura da área de pesquisa, analisam os obstáculos que interferem na implementação da História e Filosofia da Ciência no ensino de física na educação básica, para a aprendizagem de conceitos científicos e sobre a natureza da ciência. Nesta análise os autores identificam e reconhecem quatro aspectos que constituem obstáculos relevantes para a implementação: cultura de ensino da física que difere de outras culturas de ensino de outras disciplinas escolares; habilidades, atitudes e crenças dos professores de física sobre o ensino de física e epistemologia; estrutura institucional do ensino de ciências com foco especial no desenvolvimento curricular; falta de conteúdo sobre História e Filosofia da Ciência adequado nos livros didáticos.

Com relação às crenças e atitudes dos professores de física sobre o ensino da física e epistemologia, em especial para o ensino de física a partir da perspectiva da natureza da ciência, por meio da abordagem da História e Filosofia da Ciência, Höttecke e Silva (2011) apresentam um comparativo entre crenças e atitudes de professores que consideram necessárias e as crenças e atitudes de professores que foram encontradas empiricamente em pesquisas da área. Para os autores, para um ensino efetivo da História e Filosofia da Física, os professores deveriam tornar a natureza da ciência um objetivo explícito de ensino, de forma a saber como usá-la para transformar em prática de ensino, e, assim, professores e alunos refletirem explicitamente sobre a natureza da ciência. Os professores deveriam sustentar crenças positivas sobre a organização de sala de aula, reconhecerem as ideias e crenças epistemológicas dos alunos, disporem de conhecimentos pedagógicos de conteúdo para

moderar as discussões e negociações entre os alunos, apoiar o significado dos alunos e transformar visões expressas sobre natureza da ciência durante o ensino. No entanto, os professores não se concentram na natureza da ciência como um objetivo explícito de ensino e, portanto, não refletem explicitamente sobre ela em sala de aula. Além disso, as crenças dos professores sobre organização de sala de aula, crenças epistemológicas e crenças sobre os objetivos de ensino são predominantemente tradicionais.

Höttecke e Silva (2011) identificam também que, ainda que os professores apreciem o conteúdo de aprendizagem, o contexto e o processo da ciência por meio da História e Filosofia da Ciência, reconhecendo como importante, se sentem inseguros em atuar nestes contextos, também evidenciado por Wang e Marsh (2002). Os autores atribuem a insegurança dos professores à falta de habilidades para ensinar sobre História e Filosofia da Ciência, como também evidenciado por King (1991) e por Wang e Cox-Peterson (2002), tendo em vista que esta temática não pertence à tradição ou cultura do ensino de ciências e da física. Os autores mencionam ainda a tendência dos professores de física a não valorizar o conhecimento meta-científico como conteúdo a ser ensinado.

Mais especificamente com relação às crenças epistemológicas pessoais, Hulling (2014) busca analisar a relação entre estas crenças, as compreensões sobre a natureza da ciência dos professores e a valorização sobre o ensino da natureza da ciência. A investigação envolveu uma amostra de 28 professores de ciências físicas da sexta série em um contexto em que o ensino sobre natureza da ciência era obrigatório. O autor investigou os constructos Natureza da Ciência, Crenças Epistemológicas Pessoais, Práticas Pedagógicas e Limitações e Barreiras, utilizando uma combinação de instrumentos qualitativos e quantitativos.

As crenças epistemológicas pessoais foram avaliadas através do uso do Levantamento de Crenças Epistemológicas (*Epistemological Beliefs Survey – EBS*), desenvolvido por Wood e Kardash (2002) e do uso do protocolo de entrevista, desenvolvido por Herman *et al.* (2011), em que foi dado destaque para a relação destas crenças com o ensino da natureza da ciência. As práticas de sala de aula assim como outros elementos do contexto da sala de aula foram avaliadas através do uso do formulário de Natureza da Ciência e Protocolo de Observação de Sala de Aula (*Nature of Science-Classroom Observation Protocol – NOS-COP*) (HERMAN; CLOUGH; OLSON, 2013). As crenças sobre a natureza da ciência foram avaliadas através do uso do protocolo de Visões de

Estudantes sobre Ciência e a Pesquisa Científica (*Students Views of Science and Scientific Inquiry – SUSSI*) (LIANG *et al.*, 2008) e do uso do protocolo de entrevista desenvolvido por Herman *et al.* (2011).

O instrumento Levantamento de Crenças Epistemológicas é composto por 38 itens em que o respondente deve assinalar o grau de concordância com a declaração em uma escala de cinco pontos e busca avaliar quantitativamente os níveis de sofisticação dos pontos de vista do participante sobre o conhecimento e a construção do conhecimento. Os cinco fatores incluídos no instrumento são: Velocidade da Aquisição do Conhecimento, Estrutura do Conhecimento, Construção e Modificação do Conhecimento, Características de Estudantes Bem-Sucedidos e Alcance da Verdade Objetiva.

O protocolo de entrevista, pré e pós instrução, é composto de questões sobre os seguintes elementos: i) visão sobre o aprendizado, autorreflexão e responsabilidade do ensino geral; ii) autorreflexão sobre o ensino geral e sobre a natureza da ciência, compreensão do ensino sobre a natureza da ciência, motivação para ensinar sobre a natureza da ciência (valorização ou conformidade com o ensino) e restrições de ensino; iii) limitações e restrições institucionais para o ensino (Quadro 9).

Na primeira etapa, com o objetivo de selecionar os participantes e de determinar a correlação entre as crenças epistemológicas dos professores e seus entendimentos sobre a natureza da ciência, foi evidenciado que um alto nível de compreensão sobre a natureza da ciência não garante altos níveis de crenças epistemológicas pessoais. Em contrapartida, índices de crenças epistemológicas pessoais podem servir como preditores adequados para uma melhor compreensão da natureza da ciência. A segunda etapa da pesquisa consistiu em investigar mais profundamente as crenças epistemológicas dos professores e suas influências sobre a prática em sala de aula, especialmente com relação ao ensino sobre natureza da ciência. Nesta etapa utilizou-se a triangulação dos dados das entrevistas, coleção de artefatos, observações em sala de aula e um instrumento desenvolvido com o objetivo de mapear junto aos professores os obstáculos individuais que enfretavam em sua prática.

Quadro 9 – Protocolo de entrevista semi-estruturada aplicada na fase (a) pré-instrução; (b) pós-instrução.

PROTOCOLO – Questões da Entrevista Semi-Estruturada (pré-instrução)
<p>Variáveis alvo: visão sobre o aprendizado, autorreflexão e responsabilidade do ensino geral.</p> <p><u>Como você sabe quando o aprendizado está ocorrendo em sala de aula?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Como você sabe quando seus alunos entendem? • Como você maximiza o aprendizado dos alunos em sua sala de aula? • Por que você acha que essa abordagem é importante? • Descreva uma situação em sala de aula em que você acreditava que seus alunos realmente estavam aprendendo? • O que você acha das suas responsabilidades como professor? • Na sua opinião, do que o professor de ciências melhor sucedido gosta? Por quê?
<p>Variáveis alvo: autorreflexão sobre o ensino geral e sobre a natureza da ciência, compreensão do ensino sobre a natureza da ciência, motivação para ensinar sobre a natureza da ciência (valorização ou conformidade com o ensino) e restrições de ensino.</p> <p><u>Em que medida você ensina a natureza da ciência?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Quais são as suas razões para ensinar (ou não ensinar) sobre natureza da ciência? • Quais são os prós e os contras de ensinar sobre natureza da ciência? • Como você avaliar ou não avalia a maneira como ensina sobre natureza da ciência? • Quais fatores influenciam seu ensino sobre natureza da ciência e por quê? • Em que medida você é proficiente em ensinar sobre natureza da ciência? • Que temas específicos da natureza da ciência você sente que são os mais importantes e por quê? • Quando você chama a atenção do seu aluno explicitamente ou não explicitamente para ideias da natureza da ciência?
<p>Variáveis alvo: limitações e restrições de ensino (isto é, gerenciamento de sala de aula, restrições institucionais).</p> <p><u>Quanta liberdade você tem para instruir da maneira que deseja?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Quais você sente são as maiores influências em sua tomada de decisão como professor? • Quais fatores influenciam suas práticas de instrução e como eles fazem isso? • Como você determina o que e como ensinar?

- Em que medida você espera ensinar como seus colegas?
- Quais fatores externos influenciam suas práticas de instrução o conteúdo de maneira geral e sobre natureza da ciência?

(a)

PROTOCOLO – Questões da Entrevista Semi-Estruturada (pós-instrução)

As perguntas adicionais (apenas pós-entrevista) sobre as crenças epistemológicas científicas do professor basearam-se em suas respostas escritas para fornecer esclarecimentos adicionais, se necessário:

- Com exemplos, explique por que você acha que as observações e interpretações dos cientistas são iguais ou diferentes. Onde você se lembra de adquirir os exemplos e ideias sobre essa questão?
- Com exemplos, explique por que você acha que as teorias científicas mudam OU não mudam ao longo do tempo. Onde você se lembra de adquirir os exemplos e ideias sobre essa questão?
- Com exemplos, explique quais são as teorias e leis científicas e como elas são diferentes. Onde você se lembra de adquirir os exemplos e ideias sobre essa questão?
- Com exemplos, explique como a sociedade e a cultura afetam OU não afetam a pesquisa científica. Onde você se lembra de adquirir os exemplos e ideias sobre essa questão?
- Com exemplos, explique por que os cientistas usam OU não usam imaginação e criatividade. Onde você se lembra de adquirir os exemplos e ideias sobre essa questão?
- Com exemplos, explique se os cientistas seguem um único método científico universal OU usam uma variedade de métodos. Onde você se lembra de adquirir os exemplos e ideias sobre essa questão?
- Com exemplos, explique até que ponto os cientistas trabalham com outros cientistas quando fazem pesquisas. Onde você se lembra de adquirir os exemplos e ideias sobre essa questão?
- Com exemplos, explique por que as explicações sobrenaturais devem OU não devem ser usadas em ideias científicas credíveis. Onde você se lembra de adquirir os exemplos e ideias sobre essa questão?
- Com exemplos, explique quanto tempo geralmente é necessário para que as ideias científicas credíveis sejam geradas, e depois sejam aceitas pela comunidade científica. Onde você se lembra de adquirir os exemplos e ideias sobre essa questão?
- Com exemplos, explique se as leis e teorias científicas são inventadas OU descobertas. Onde você se lembra de adquirir os exemplos e ideias sobre essa questão?

(b)

Fonte: Extraído e traduzido de Hulling (2014).

Os resultados da pesquisa conduzida por HULLING (2014) sugeriram, assim como identificado por outros autores (FEUCHT, 2008; FEUCHT; BENDIXEN, 2010; PATRICK; PINTRICH, 2001; SCHRAW; OLAFSON, 2002; TSAI, 2002), que as relações de crenças epistemológicas são extremamente importantes devido ao impacto que têm sobre as escolhas que os professores fazem em sua prática de sala de aula. Além disso, o autor identifica que “(...) o conhecimento por si só nem sempre se traduz em prática. Os professores devem possuir não só conhecimento e estratégias didáticas adequadas para ensiná-lo, mas também devem acreditar que a natureza da ciência seja importante” (HULLING, 2014, p. 218-219)⁵⁴. O autor evidencia a dinâmica entre compreensões sobre a natureza da ciência, estratégias didáticas para o ensino da natureza da ciência e importância atribuída pelos professores à natureza da ciência.

Partindo da hipótese de que os professores não podem ensinar o que não compreendem, HULLING (2014) identifica que mesmo que professores tenham uma compreensão da natureza da ciência, tal compreensão e, conseqüentemente, seu ensino podem não refletir sobre suas práticas. Dos onze professores participantes, alguns não tinham nem conhecimento adequado sobre natureza da ciência, nem estratégias didáticas necessárias para ensinar sobre natureza da ciência. Apesar disso, todos os professores destacaram sua importância, ainda que estivesse centrada no que eles conheciam sobre e por natureza da ciência em detrimento do que é compreendido por grande parte da comunidade científica.

Dentro desta investigação, HULLING (2014) ressalta um contraste definido entre as compreensões e tentativas sobre o ensino da natureza da ciência, tendo em vista que o limite entre o que seja uma compreensão adequada não parece evidente. Nas palavras do autor:

Dados sugerem um contraste definido entre aqueles que compreenderam e tentaram ensinar sobre natureza da ciência e aqueles que focaram inteiramente no método científico. Para a maioria dos participantes, existe um limite potencial para a

⁵⁴ Citação original: “(...) *knowledge alone does not always translate into practice. Teachers must possess not only adequate knowledge and pedagogy to teach it, but also they must believe NOS to be important.*” (HULLING, 2014, p. 218-219).

percepção do conhecimento sobre natureza da ciência que parece ser necessário para que eles efetivamente ensinem sobre natureza da ciência. (HULLING, 2014, p. 220)⁵⁵

No entanto, Hulling (2014) defende que “é possível incluir aspectos da natureza da ciência no ensino mesmo que o conhecimento sobre os limites de compreensão sobre o tema não esteja claro, desde que determinados critérios em termos de crenças epistemológicas sejam sustentados” (HULLING, 2014, p. 220)⁵⁶. Para o autor, “as crenças epistemológicas pessoais podem amortecer ou catalisar a importância atribuída à natureza da ciência, como o julgamento para incluí-la no ensino” (HULLING, 2014, p. 221)⁵⁷. Nesse sentido, apesar dos professores julgarem importante a compreensão da natureza da ciência para a aprendizagem de ciências, são as crenças epistemológicas desses professores que influenciam seu ensino. Hulling (2014) relata que:

Talvez a evidência mais interessante seja como as crenças epistemológicas pessoais podem ajudar a suportar ou restringir a importância da natureza da ciência. Observou-se em vários casos que as crenças epistemológicas pessoais pareciam desempenhar um papel, especialmente na qualidade do ensino sobre natureza da ciência, seja favorável ou desfavorável. Para um participante com um entendimento sobre natureza da ciência bastante sofisticado e um baixo índice de crenças epistemológicas pessoais, o ensino sobre natureza da ciência nunca avançou para além do método científico, atividades práticas eram limitadas a

⁵⁵ Citação original: “*Data suggest a definite contrast between those who understood and attempted to teach NOS and those who focused entirely on the scientific method. For most participants, there is a potential for a threshold of perception of NOS knowledge appeared to be necessary for them to effectively teach NOS.*” (HULLING, 2014, p. 220).

⁵⁶ Nas palavras do autor: “*(...) that it is possible to include aspects of NOS within instruction without the threshold NOS knowledge being met if certain criteria are in place in terms of epistemological beliefs.*” (HULLING, 2014, p. 220).

⁵⁷ Citação ORIGINAL: “*Personal epistemological beliefs may buffer or catalyze the importance placed on NOS as judged by their inclusion within instruction.*” (HULLING, 2014, p. 221).

seguir instruções, e havia um uso liberal da instrução didática. Em essência, um menor índice de crenças epistemológicas parecia impedi-lo [professor] de ensinar de maneira mais próxima a construtivista, embora sua formação em ciências sugira o contrário. (HULLING, 2014, p. 222)⁵⁸

Isso significa que para um ensino efetivo sobre natureza da ciência, sem dúvidas é necessário conhecimento adequado sobre o tema. No entanto, maiores níveis de crenças epistemológicas pessoais indicam e direcionam a qualidade do tipo de instrução/ensino para formas/estratégias mais construtivistas. Professores que demonstram práticas de ensino mais construtivistas percebem menos obstáculos em sua prática do que seus colegas mais positivistas. Conforme menciona Huling (2014), “uma evidência interessante foi que as crenças epistemológicas pessoais que levaram a práticas construtivistas foram tipicamente associadas à boa prática sobre natureza da ciência” (HULLING, 2014, p. 225)⁵⁹. Ao longo da investigação, surgiu uma tendência de modificação de abordagens positivistas para práticas de ensino mais construtivistas, ainda que sem uma reflexão explícita e reflexiva sobre a natureza da ciência. Mesmo aqueles que possuíam uma visão da natureza da ciência mais próxima a de um construtivista desenvolviam conhecimentos e estratégias de ensino sobre natureza da ciência de forma limitada.

Os dados de Huling (2014) sugerem que:

Se um professor não tem crenças adequadas sobre o alcance mais amplo do conhecimento (ou seja,

⁵⁸ Citação original: “Perhaps the most interesting evidence came in the form of how personal epistemological beliefs might help support or restrict NOS importance. It was observed in several cases where personal epistemological beliefs seemed to play a role, especially in the quality of NOS instruction, whether favorable or unfavorable. For one participant with a fairly sophisticated NOS understanding and a low personal epistemological beliefs score, the instruction of NOS never advanced beyond the scientific method, hands-on was limited to following directions, and there was a liberal use of didactic instruction. In essence, the lower epistemological beliefs score seemed to keep him from teaching in a manner closer to that of a constructivist, even though his background in science should have suggested the opposite.” (HULLING, 2014, p. 222).

⁵⁹ Citação original: “an interesting bit of evidence was that personal epistemological beliefs that led to constructivist practices were typically associated with good NOS practice.” (HULLING, 2014, p. 225).

crenças epistemológicas pessoais), essa pesquisa sugere que o professor terá dificuldade em enfatizar a importância da natureza da ciência além do método científico. Em contraste, aqueles professores com entendimentos mínimos da natureza da ciência, mas com crenças epistemológicas pessoais mais próximas de um construtivista, podem estar em melhor perspectiva para aprender e dar mais importância ao ensino da natureza da ciência. (HULLING, 2014, p. 229)⁶⁰

Dentre os obstáculos mencionados na literatura que possam dificultar o ensino da natureza da ciência, Hulling (2014) afirma que pouco foi mencionado ou observado nas práticas destes professores. Alguns relatam o tempo como obstáculo, mas como o currículo distrital exigia e destinava tempo (nove semanas) para o ensino sobre o tema, esta não consistia em uma reivindicação legítima dos professores. Além disso, atividades sobre natureza da ciência eram disponibilizadas em um site específico como material didático para o desenvolvimento do tema em aula. A escolha de não recorrer ao material e atividades disponibilizadas pode estar relacionada ao conhecimento e à importância dada pelos professores ao tema da natureza da ciência. Conforme aponta Hulling (2014):

Dada a correlação observada entre o conhecimento sobre natureza da ciência e sua inclusão na prática, pode ser que os professores escolheram ensinar o que já conheciam, que na maioria dos casos era o método científico, deixando de lado outros tópicos sobre natureza da ciência. Isso também explica parcialmente, no conjunto, a falta de qualidade de

⁶⁰ Citação original: “*If a teacher does not have adequate beliefs about the broader scope of knowledge (i.e., personal epistemological beliefs), this research suggests the teacher will have difficulty emphasizing the importance of NOS beyond the scientific method. In contrast, those teachers with minimal understandings of NOS, but having personal epistemological beliefs closer to a constructivist, may be in a better position to learn about and place more importance on the teaching of NOS.*” (HULLING, 2014, p. 229).

ensino e quantidade de tópicos sobre natureza da ciência. (HULLING, 2014, p. 223)⁶¹.

Outra possibilidade para o fato de que professores que sustentam crenças epistemológicas mais construtivistas mencionarem ou expressarem menos obstáculos, é de que estas crenças estão de alguma forma correlacionadas aos mecanismos de enfrentamento dos professores. Para Hulling (2014), os verdadeiros obstáculos parecem ter sido a própria exigência do currículo escolar de se ensinar sobre a temática da natureza da ciência, e o conhecimento dos professores sobre natureza da ciência.

Os trabalhos desenvolvidos por Hötteck e Silva (2011) e Hulling (2014), apesar de focarem suas investigações com professores de ciências/física no contexto do ensino da natureza da ciência na educação básica, nos fornecem elementos interessantes para nossa investigação. Os instrumentos de pesquisa desenvolvidos por Hulling, inspiram e sustentam as escolhas metodológicas da nossa investigação com docentes universitários que atuam nos cursos de Licenciatura em Física em instituições públicas de ensino superior que apresentaremos no quinto capítulo.

2.5. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

As perspectivas teóricas para se discutir a epistemologia da prática profissional docente, seja a partir da perspectiva dos saberes docentes ou das crenças dos professores, nos auxiliam a refletir sobre como os conhecimentos que estes docentes possuem, se originam, estruturam, organizam e mobilizam no contexto da profissão. Entre os diversos elementos destas perspectivas, os que consideramos importantes e que parecem perpassar todas as perspectivas aqui expostas consistem nas *fontes* ou *origens* e *estabilidade* dos saberes profissionais docentes ou das crenças dos professores, inseridos no contexto das culturas profissionais e acadêmicas.

Das investigações e pesquisas aqui reunidas podemos apontar que tanto os saberes quanto as crenças têm origem em diferentes *fontes*. No

⁶¹ Citação original: “Given the correlation observed between knowledge of NOS and inclusion within practice, it may be a matter that they chose to teach they already knew, which, in most cases, was the scientific method to the exclusion of the other topics of NOS. It also partially explains the overall lack of quality and quantity of NOS instruction.” (HULLING, 2014, p. 223).

caso dos professores estas fontes consistem na experiência com os conhecimentos formais, disciplinares e curriculares, nas experiências pessoais e profissionais, na experiência como estudante durante todo o processo de escolarização. É a partir desta complexa rede de relações que se forma o filtro pelo qual os professores expressam suas crenças e saberes, que em essência orientam suas práticas. Estas manifestações, nem sempre explícitas e conscientes, é, por vezes, comparada a uma ‘ideologia geral do ensino’, e acrescentamos aqui, a uma ‘ideologia geral do ensino e da aprendizagem’. Estes saberes e crenças possuem um grau bastante elevado de pessoalidade, que versa sobre fatores externos e internos, que vão desde a compreensão sobre o papel do aluno até sobre o seu papel enquanto professor.

Com relação à estabilidade, apesar de Tardif (2014) não explorar este ponto em profundidade (ao menos nos trabalhos aos quais tivemos acesso), é possível identificar que tanto os sistemas de crenças quanto os saberes docentes compartilham de uma hierarquia composta por um sistema central e periférico. Nesta estrutura os saberes ou crenças mais estáveis ocupam uma posição central no sistema a ponto de dirigirem diretamente o fluxo de ações e julgamentos dos professores; no mesmo sentido, crenças e saberes centrais ou nucleares são mais enrijecidos e resistentes à mudança, e sua centralidade está fortemente relacionada à importância atribuída pelo docente a este conhecimento. Já as crenças ou saberes menos estáveis ocupam uma posição periférica e fornecem apoio às crenças e saberes nucleares; no mesmo sentido, são de alguma forma maleáveis e flexíveis, se adaptando a situações particulares.

Nesse sentido, a modificação ou reestruturação de crenças ou saberes depende em grande medida da posição de estabilidade que ocupam. Quanto mais importantes, mais centrais e mais resistentes; quanto mais periféricas, mais maleáveis. Além disso, outro elemento considerado importante para se pensar a possibilidade de modificação de um conhecimento consiste na distância de convergência entre as crenças que os professores possuem e o que se espera como princípios, objetivos, caminhos e alternativas sólidas para a educação, isto é, da distância do que se espera que se domine e o que se realmente domina.

Uma outra discussão muito relevante para nosso trabalho consiste em como as crenças e saberes, que tem origens e estabilidade diversas e que revelam muito sobre a epistemologia da prática profissional docente, especialmente de professores de ciências, se relacionam com a temática da natureza da ciência. Como evidenciado e justificado ao longo deste trabalho, mesmo que a natureza da ciência não seja conteúdo explícito de

ensino, haverá sempre uma concepção epistemológica do professor, ainda que não consciente, permeando e orientando suas escolhas e percursos em sala de aula. As aulas de ciências e de física constituem referenciais importantes para a construção de compreensões, crenças e saberes sobre o que é ciência, sua origem, natureza, desenvolvimento, consolidação, divulgação e outros processos que possam ser citados.

Nesse sentido, o contexto dos cursos de Licenciatura em Física, em especial o que se refere à docência universitária, é particularmente importante para compreendermos estes referenciais que também refletem na educação básica. Como já assinalado, as concepções sobre ciências propagadas nas aulas de Física do ensino médio ministradas pelos professores formados guardam relação com as aulas de Física da graduação, seja em relação ao núcleo de conceitos, aos procedimentos e estratégias metodológicas adotadas e suas concepções epistemológicas implícitas na prática desenvolvida. Estas crenças têm sua gênese na cultura acadêmica de origem e condicionam as concepções epistemológicas, profissionais, didáticas e critérios de atuação, compartilhadas por professores universitários de Física, são indicativos importantes para uma melhor compreensão das relações e implicações da atuação docente dos professores formadores de professores de Física que atuam nos cursos de Licenciatura em Física, especialmente no que diz respeito às discussões sobre aspectos da natureza da ciência e do desenvolvimento do trabalho científico. Ao que parece as relações entre estas crenças, ao se constituírem um ‘núcleo duro’ (MILICIC *et al.*, 2007) e resistentes a mudanças, determinam (condicionam?) em grande medida a prática docente em sala de aula. Investigar os obstáculos e tensões que tais crenças interpõem a qualquer mudança pedagógica e didática parece particularmente importante, tendo em vista que concepções e escolhas de professores sobre o que ensinar e como ensinar, evidenciam, por consequência, suas concepções epistemológicas e a abertura ou não com relação a esse tipo de discussões em aulas de física. São estes aspectos que pretendemos investigar nesta tese.

Assim sendo, nos próximos capítulos nos dedicaremos a identificar as crenças dos professores universitários sobre a natureza da ciência de docentes universitários formadores de professores de Física e como estas crenças influenciam sua ação docente. Esta investigação contribuirá para uma caracterização mais adequada da influência dessas crenças na formação dos licenciandos, bem como na proposição de elementos que auxiliem na construção de uma visão adequada/atualizada/renovada/informada da natureza da ciência junto a

formadores de professores e futuros professores. Acreditamos que qualquer que seja a proposta de mudança no estilo de ensino dos professores, se assim for o desejado, antes é necessário o diagnóstico e conscientização das crenças que estes professores possuem.

3. NATUREZA DA CIÊNCIA NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA NO BRASIL: INTENÇÕES DECLARADAS NOS DOCUMENTOS REGULADORES E ORIENTADORES E TENDÊNCIAS DAS PESQUISAS EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Na educação científica há uma preocupação e defesa de professores e pesquisadores por um ensino que possibilite a compreensão da natureza da ciência e dos princípios da pesquisa científica que levem em consideração aspectos essenciais como a finalidade do trabalho científico, a natureza do conhecimento científico e a ideia de que a ciência é um empreendimento social, valorizando portanto a percepção sobre ciências como uma atividade humana, permeada e condicionada por valores éticos, econômicos, políticos, culturais (DRIVER *et al.*, 1996; MARTINS, 1990; SALINAS DE SANDOVAL; COLOMBO DE CUDMANI, 1993; MATTHEWS, 1995, 2015; HARRES, 1999; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; DUARTE, 2004; EL-HANI, 2006; MARTINS, 2007; PEREIRA; MARTINS, 2011, 2015).

Nesse sentido, para além de definições e relações básicas, defende-se a importância de se conhecer o campo de validade, as justificativas, as circunstâncias em que determinado conhecimento pode ser enfraquecido ou mesmo rejeitado. Carvalho e Vannucchi (1995) e Matthews (1994) defendem que temas emergentes em filosofia, história e epistemologia das Ciências contribuem na construção de uma imagem mais rica e valorativa da ciência, desde que estas discussões sejam adequadamente apropriadas por professores de Ciências em formação e em exercício.

Martins (2007) aponta a relevância da dimensão histórica e filosófica na formação de professores de ciências e reitera que a história e filosofia da ciência surge como uma “*necessidade formativa do professor*” (MARTINS, 2007, p. 115, destaque do autor) por contribuir para “evitar visões distorcidas sobre o fazer científico; permitir uma compreensão mais refinada dos diversos aspectos envolvendo o processo de ensino aprendizagem da ciência; proporcionar uma intervenção mais qualificada em sala de aula” (MARTINS, 2007, p. 115). Atualmente, vários cursos de licenciatura das áreas das ciências no Brasil e no mundo, inclusive de licenciatura em Física, tem contemplado esta temática, reservado espaço para disciplinas de caráter histórico e/ou filosófico (SALINAS DE SANDOVAL; COLOMBO DE CUDMANI, 1993; MATTHEWS, 1995; STAUB DE MELO, 2005; MARTINS, 2007; MOREIRA *et al.*, 2007, ROSA; MARTINS, 2007; PEREIRA;

MARTINS, 2011, FERREIRA; MARTINS, 2012; TENFEN, 2011; ALMEIDA; FARIAS, 2011; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, 2015). Essas disciplinas, propostas com a intenção de tangenciar minimamente essa necessidade formativa dos professores, em alguma medida, incidem sobre suas práticas.

Nesse contexto, retomamos algumas questões que direcionam este estudo e refletem a preocupação de professores e pesquisadores da área de educação científica e tecnológica: **Qual a dimensão das reflexões sobre a natureza da ciência na formação de professores de Física? Será que a formação oferecida possibilita uma visão ampla e profunda, bem como atende às expectativas de uma formação reflexiva em torno da construção de uma imagem mais adequada/atualizada/renovada/informada da natureza da ciência?**

Portanto, neste capítulo temos como objetivo realizar uma análise da legislação e diretrizes que regulamentam a oferta de cursos de licenciatura, em especial dos cursos de Licenciatura em Física, em busca das intenções para a proposição do debate sobre natureza da ciência na formação de professores. Com isso, buscamos sustentar a compreensão em torno da organização dos cursos e fundamentar uma futura sistematização *com relação a oferta de disciplinas com discussões sobre natureza da ciência em cursos de Licenciatura em Física no Brasil*.

Para tanto, iniciamos apresentando um breve retrospecto histórico em torno da constituição do primeiro curso de Física no Brasil na década de 1930, bem como das diretrizes e legislações para os cursos de Física e formação de professores na área, já buscando evidenciar a presença de indicações e proposições para a abordagem de temas sobre natureza da ciência nas matrizes curriculares destes cursos. Na sequência desta primeira análise, apresentamos alguns trabalhos a fim de conhecer algumas tendências em pesquisas que tratam sobre a temática da natureza da ciência nos cursos de formação de professores na educação científica, e que nos inspiraram teórico e metodologicamente nesta investigação. Por fim, apresentamos algumas considerações que orientam o desenvolvimento deste trabalho e que encaminham ao mapeamento da presença da temática da natureza da ciência para uma amostra significativa de cursos de Licenciatura em Física no Brasil.

3.1. DEBATE SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA NO BRASIL: EM BUSCA DE ALGUMAS ORIGENS

O primeiro curso de Física no Brasil denominado ‘Sciencias Physicas’ (Ciências Físicas) foi criado em 1934 na ‘Faculdade de Philosophia, Sciencias e Letras’ (Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras – FFCL) da Universidade de São Paulo (USP). Este curso apresentava uma proposta de formação bacharel associada à complementação didática de um ano. Durante os três primeiros anos de formação em Ciências Físicas⁶², os estudantes cursavam disciplinas de Física e Matemática, e os interessados em obter a licenciatura deveriam frequentar também o “Curso de Formação Pedagógica do Professor Secundário” no “Instituto de Educação” durante o quarto ano. A proposta curricular para os três primeiros anos deste curso é apresentada no Quadro 10.

Quadro 10 – Proposta Curricular para o curso de Sciencias Physicas da FFCL da USP em 1934.

1º ano	Física Geral e Experimental (1ª parte); Cálculo Vetorial; Geometria Analítica e Projetiva; Análise Matemática (1ª parte);
2º ano	Física Geral e Experimental (2ª parte); Mecânica Racional; Análise Matemática (2ª parte);
3º ano	Teorias Físicas e História da Física; Física Geral e Experimental (Exercícios de Física); Análise Matemática.

Fonte: Extraído de Prado e Hamburger (2004).

Dentre o rol de disciplinas ofertadas neste primeiro currículo, encontra-se a disciplina de ‘Teorias Físicas e História da Física’ no 3º ano do curso, ministrada pelo professor Gleb Wataghin. A disciplina tinha seu programa dividido em três partes com tópicos de Estatísticas, Física Atômica e de Partículas (Quadro 11) e “mais do que uma análise dos porquês do desenvolvimento da ciência, o curso se propunha – parece – apresentar as próprias teorias e suas explicações” (PRADO, 1989, p. 9).

⁶² Apenas a título de esclarecimento, desde 2006, a USP oferece um novo curso denominado ‘Ciências Físicas e Biomoleculares’ (bacharelado), vinculado ao Instituto de Física da USP São Carlos, com ingresso direto pela Fuvest e voltado para pesquisa em biotecnologia e biomedicina. Apesar da semelhança entre os nomes dos cursos, este curso mais recente não tem relação com o antigo Ciências Físicas da FFCL.

Quadro 11 – Programa da disciplina Teorias Físicas e História da Física do Curso de Ciências Físicas da FFCL da USP em 1934.

<p>Programa de disciplina do Curso de Ciências Físicas da FFCL da USP em 1934.</p> <p>TEORIAS FÍSICAS E HISTÓRIA DA FÍSICA</p> <p>Prof. Gleb Wataghim – 3º ano</p>
<p>1ª PARTE – TEORIAS ESTATÍSTICAS</p> <p>Teoria cinética dos gases. Estatística de Maxwell-Boltzmann. Radiação térmica e termodinâmica da radiação electromagnética. Lei de Planck.</p>
<p>2ª PARTE – FÍSICA ATÔMICA</p> <p>Bases experimentais da teoria quantística da matéria e da radiação. Mecânica Quântica de Heisenberg e de Schrödinger. Princípio de indeterminação. Princípio de complementaridade (de Bohr). Propriedades fundamentais do elétron e equações de Dirac.</p>
<p>3ª PARTE</p> <p>Bases experimentais da teoria de núcleo. Radioatividade e sua explicação teórica. Nêutrons, prótons e neutrinos. Modelos de Gamov. Teorias de Heisenberg e Maiorana. Radioatividade artificial. Teoria de Fermi.</p>

Fonte: Extraído de Prado (1989).

Essa perspectiva da História da Física não priorizava a reflexão sobre a natureza da ciência, mas sim uma discussão pautada na história conceitual das ciências físicas a partir de uma visão internalista da história. Não estamos induzindo aqui a uma análise anacrônica da configuração deste curso, mas buscando, de alguma maneira, compreender como se origina este tipo de discussão quando ainda se construía o que seria uma formação profissional em física no país.

Em posse de apenas o programa da disciplina, nossa análise sobre os motivos e justificativas em torno dos quais ela possa ter sido elaborada fica um tanto limitada. No entanto, arriscamos afirmar que possa haver dois elementos que influenciaram sua configuração em torno da discussão teórico-conceitual de determinado corpo de teorias físicas. Um deles consiste no contexto de produção científica da época que fervia em torno da Física Atômica, Nuclear e de Partículas que tinha como foco a compreensão sobre a constituição e origem da matéria. O início do século XX foi bombardeado pela previsão e detecção de novas partículas que corroboravam alguns modelos previstos da matéria e alimentavam a proposição de novas propriedades e características. Esses avanços faziam surgir uma nova compreensão para o estudo da física e por isso ocupam lugar de destaque nas discussões científicas da época, nos levando a pensar que esse cenário possa ser um dos motivos que justificariam a

presença destes conhecimentos no programa da disciplina de ‘Teorias Físicas e História da Física’.

Outro aspecto que deve ser considerado, consiste na influência da formação do professor Gleb Wataghin (que ministrava a disciplina) sobre a constituição e identidade da mesma. Wataghin, nascido na Ucrânia em 1899, naturalizado italiano, viveu em Turim onde estudou Física e Matemática. Fez parte de um grupo de cientistas europeus que veio ao Brasil a convite do matemático Teodoro Ramos para fundarem a FFCL da USP, em 1934, simultaneamente à criação da própria USP. Com formação em Física Teórica, suas principais contribuições foram nas áreas de teoria de campos, estatística de partículas a altas temperaturas, astrofísica, produção múltipla de mésons, teoria não-local de quarks com componentes e modelo estatístico de produção de mésons. Contribuiu também à área de Física Experimental, destacando-se na física de raios cósmicos. No Brasil teve a missão de contribuir no desenvolvimento de uma estrutura física e operacional, na área científica (SALMERON, 2002). Em 1949, após o término da guerra e início do processo de renascimento cultural italiano, retornou à Itália, e à Universidade de Turim, instituição em que já lecionava antes de sua vinda ao Brasil. Nesse contexto, parece fazer sentido tanto a influência do contexto científico da época, quanto do professor responsável pela disciplina sobre a configuração da mesma e na compreensão do que seria uma História da Física ou da Ciência.

Vale ressaltar que, mais do que uma disciplina, na criação da FFCL, ‘Teorias Físicas e História da Física’ era também uma das duas cadeiras – o equivalente à divisão departamental em uma configuração mais atual – da subseção “Ciências Físicas” – o equivalente à configuração de Centro ou Instituto atualmente – acompanhada da ‘Física Geral e Experimental’, conforme extrato do Decreto Nº 39 de 3 de setembro de 1934, que aprova o Estatuto da USP.

Art. 20 – A Secção de Ciências compreenderás seguintes sub-secções com as respectivas cadeiras fundamentais: (...)

II – Ciências Físicas:

1 – Física geral e experimental

2 – **Teorias físicas e História da Física**

(...) (BRASIL, 1934, destaque nosso)

Isso parece evidenciar que, independente do entendimento que se tinha do que seria e como se construía a história do conhecimento físico e científico, dentro do contexto de formação do pesquisador em Física,

naquele contexto, considerava-se importante compreendê-lo. A disciplina de ‘Teorias Físicas e História da Física’ desaparece do currículo do curso a partir de 1942. Em 1966 e 1967, uma nova disciplina denominada ‘História das Ciências Físicas’ surge no currículo do curso, contemplando questões sobre as origens das Ciências, especialmente da Física e de suas áreas. Esta disciplina era ministrada pelos professores Mitsuo Taketani – físico teórico, filósofo e historiador da ciência – e Shozo Motoyama – físico e historiador da ciência (IBAÑEZ, 2018).

Com a implantação da reforma universitária, em 1968, a disciplina foi atribuída ao Departamento de História e, pelo interesse de manter sobre seu domínio discussões sobre o tema, o Departamento de Física criou a disciplina de ‘Evolução dos Conceitos da Física’, que ficou sob responsabilidade dos físicos que atuavam no curso (PRADO, 1989). Como constataremos adiante, esta é uma denominação encontrada até hoje em diversos cursos de Licenciatura em Física de universidades brasileiras, evidenciando assim, a forte influência deste curso sobre os que foram criados posteriormente, como será abordado adiante.

Guardados os anacronismos, o que tentamos indicar aqui, ainda que de maneira muito breve é que, ao que nos parece, o tratamento dado ao que se considerava uma abordagem da história da física consistia em uma perspectiva pautada em determinados fatores conceituais – física de partículas – influenciado tanto pelo contexto de produção científica da época, quanto pelo perfil de um dos responsáveis pela constituição desse curso e pela configuração dessa disciplina. Na sequência, buscaremos elementos nas diretrizes e legislações para os cursos de Física e formação de professores na área, buscando evidenciar qual o papel atribuído à temática e o que se considera importante em uma abordagem de temas sobre natureza da ciência nas matrizes curriculares destes cursos.

3.2. LEGISLAÇÕES E DIRETRIZES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA E O DEBATE SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA

O debate sobre a natureza da ciência, ainda que de maneira tímida, é incentivado nas legislações e diretrizes para a formação de professores, inclusive para os profissionais da Física. Nesse sentido, a fim de compreender o surgimento, a manutenção e o papel de discussões sobre a natureza da ciência nas matrizes curriculares dos cursos de Licenciatura em Física, consideramos importante realizar uma análise dos documentos reguladores e orientadores destes cursos através dos tempos.

Os primeiros cursos de formação de profissionais da Física, com duração de três anos, tinham como objetivo a formação de bacharéis, contemplando disciplinas como Análise Matemática, Geometria, Física Geral e Experimental, Física Matemática, Física Teórica, entre outras. Para adquirir o diploma de licenciado, o bacharel necessitava cursar uma complementação em Didática com disciplinas como Didática Geral, Didática Especial, Psicologia Educacional, Administração Escolar, Fundamentos Biológicos da Educação e Fundamentos Sociológicos da Educação. Este tipo de formação de professores de Física – formação bacharel associado à complementação didática com duração de um ano – ficou conhecido como formação ‘3+1’ e até hoje recebe duras críticas. Nesse período, o ensino superior no Brasil ainda era incipiente e não existia uma legislação que orientasse a formação de professores.

Após a reforma universitária de 1968, a Lei de Diretrizes e Bases 5.692/71 (BRASIL, 1971), fixou a formação mínima para o exercício do magistério e introduziu no cenário educacional brasileiro as Licenciaturas de curta duração. Na época, com o intuito de suprir a carência dos profissionais da educação, tendo em vista o aumento expressivo de número de matrículas no ensino primário e secundário (atual educação básica) simultâneo à redução percentual de verbas destinadas ao Ministério da Educação e Cultura (MEC), o Conselho Federal de Educação (CFE) definiu um currículo mínimo dos cursos de Licenciaturas, incluindo o curso de Licenciatura em Ciências, que acarretou na diminuição da carga horária mínima de 2200 horas (e máximo de 2500 horas) para 1200 horas (e máximo de 1500 horas), para a formação de professores nos níveis de ensino de 1º e 2º graus – nomenclatura da época –, atualmente ensino fundamental e ensino médio, respectivamente.

Segundo Araújo e Vianna (2010), em uma análise da trajetória dos cursos de Licenciatura em Física no Brasil, o que causou indignação às comunidades científicas, foi a instituição de um modelo de formação única e obrigatória, que substituiu a formação em graduação plena pela figura do professor polivalente. Nesse sistema, um professor com qualquer formação superior poderia atuar em qualquer disciplina para o grau que estivesse habilitado. As críticas a essa concepção de formação se materializaram na moção redigida pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) contrária às decisões do CFE, e nas discussões fomentadas em eventos da área das Ciências e da Física. A CFE e a Secretaria de Ensino Superior (SESu) propuseram novas roupagens ao currículo mínimo, mas as divergências de concepções permaneceram, permeando discussões nos

periódicos especializados da época, sem que houvesse um consenso entre a formação de professores desejada pelas sociedades científicas e àquela imposta pelo governo (ARAÚJO E VIANNA, 2010).

Com a redemocratização de 1985 e a Constituição Federal de 1988, a educação passa a ganhar posição de destaque: da universalização progressiva da educação pública e gratuita garantida pelo Estado e pela União à garantia de piso salarial profissional aos profissionais da educação escolar pública. Ademais, no início da década de 1990, um processo de reflexão com relação à valorização da educação começa a tomar consistência. Discussões teóricas em torno das diferentes concepções de educação e formação, bem como o desprestígio que as atividades didático-pedagógicas possuíam frente às de pesquisa na universidade fomentaram a necessidade das instituições de ensino superior proporem reformas curriculares substanciais em seus cursos superiores. É nesse contexto que nascem discussões e debates em torno da natureza da ciência em disciplina como História da Ciência no Brasil.

Com a Lei de Diretrizes e Bases (Lei nº 9.394/96) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, estabelece-se um conjunto de princípios, fundamentos e procedimentos gerais a serem considerados no funcionamento e organização institucional e curricular, incluindo-se as Licenciaturas de graduação plena. A nova regulamentação em questão passa a exigir uma carga horária mínima de 2800 horas para a formação de professores da educação básica, a ser integralizada em no mínimo três anos, considerando aspectos da articulação teoria-prática.

Além das diretrizes, resoluções e pareceres gerais que se aplicam à formação geral de professores, há aquelas que legislam especificamente sobre os cursos de Licenciatura em Física, que é o nosso foco. As Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Física (BRASIL, 2001) instituídas pelo Conselho Nacional de Educação e a Câmara de Educação Superior, parecer nº CNE/CES 1304/2001, regulamentam o perfil dos formandos, competências e habilidades⁶³ a serem

⁶³ A polissemia das noções de competências e habilidades é tema de amplo debate na área educacional. Mencionamos estas noções neste trabalho de acordo como o que se apresenta nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Física. Segundo Brasil (2014), as competências consistem nas ‘qualificações profissionais básicas’ essenciais para o desenvolvimento das atividades e atuações para a formação profissional do físico, envolvendo tanto o domínio

desenvolvidas, a estrutura dos cursos e conteúdos curriculares. Essas diretrizes apresentam possibilidades de perfis profissionais específicos, os quais: Físico-pesquisador, Físico-educador, Físico-tecnólogo, Físico-interdisciplinar. Entre os perfis, o de Físico-educador “dedica-se preferencialmente à formação e à disseminação do saber científico em diferentes instâncias sociais” (BRASIL, 2001, p. 3), atuando no ensino escolar formal, na educação não-formal, ou ainda em novos espaços de educação científica.

Para tanto, além das competências e habilidades gerais que devem ser contempladas em qualquer perfil de formação, define-se competências, habilidades e vivências específicas para a formação na Licenciatura (BRASIL, 2001). Entre as competências e habilidades, a única que faz alguma referência às discussões sobre natureza da ciência consiste em “Desenvolver uma ética de atuação profissional e a consequente responsabilidade social, **compreendendo a Ciência como conhecimento histórico, desenvolvido em diferentes contextos sócio-políticos, culturais e econômicos.**” (BRASIL, 2001, p.4, destaque nosso).

Com relação à estrutura dos cursos, apresenta uma divisão dos currículos em duas partes: um núcleo comum a todas as modalidades dos cursos de Física, e o que define como módulos sequenciais especializados. Essas diretrizes ressaltam que o núcleo comum deverá constituir aproximadamente 50% da carga horária do curso e englobar um conjunto de disciplinas de Física Geral, Matemática, Física Clássica, Física Moderna e Contemporânea, além de disciplinas complementares. A função destas disciplinas complementares consiste em ampliar a educação do formando, abrangendo “outras ciências naturais e também as ciências humanas contemplando questões como Ética, **Filosofia e História da Ciência, Gerenciamento e Política Científica,** etc.” (BRASIL, 2001, p.7, destaque nosso).

Recentemente, o Conselho Nacional de Educação e Conselho Pleno do Ministério da Educação, instituíram o parecer CNE/CP nº 2/2015, que dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica (BRASIL, 2015). As novas diretrizes apresentam em

básico de conhecimentos físicos, como a capacidade de utilizá-los em diferentes contexto e demandas; as habilidades levam à aplicação prática de uma determinada competência com vistas à resolver uma situação complexa.

sua essência regulamentações sobre a formação inicial e continuada de professores em nível de magistério e nível superior – cursos de graduação em licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduandos não licenciados e cursos de segunda licenciatura, no que se refere à estrutura e currículo formativo. Entre as principais alterações está o aumento da carga horária mínima exigida para a formação de professores que passa de 2800 horas para 3200 horas em cursos com duração de, no mínimo, oito semestres ou quatro anos.

Estas 3200 horas deverão compreender: 400 horas de prática como componente curricular, distribuídas ao longo do processo formativo; 400 horas dedicadas ao estágio supervisionado, na área de formação e atuação na educação básica, contemplando também outras áreas específicas, se for o caso, conforme o projeto de curso da instituição; pelo menos 2.200 horas dedicadas às atividades estruturadas pelos núcleos I e II (descrições abaixo); 200 horas de atividades teórico-práticas de aprofundamento em áreas específicas de interesse dos estudantes, como definido no núcleo III (descrição abaixo), por meio da iniciação científica, da iniciação à docência, da extensão e da monitoria, entre outras. Em síntese, os núcleos aos quais as diretrizes fazem referência consistem em:

- Núcleo I: núcleo de estudos de formação geral das áreas específicas e interdisciplinares e do campo educacional, seus fundamentos e metodologias, e das diversas realidades educacionais.
- Núcleo II: núcleo de aprofundamento e diversificação de estudos das áreas de atuação profissional, incluindo os conteúdos específicos e pedagógicos e a pesquisa priorizadas pelo projeto pedagógico das instituições, em sintonia com os sistemas de ensino.
- Núcleo III: núcleo de estudos integradores para enriquecimento curricular, compreendendo a participação em seminários e estudos curriculares, em projetos de iniciação científica, iniciação à docência, monitoria e extensão, entre outros.

Esta nova diretriz menciona a necessidade de se trabalhar questões relacionadas à gnosilogia e epistemologia do conhecimento. No artigo 5º, inciso V, cita que a formação de profissionais de magistério deva conduzir o egresso “à elaboração de processos de formação do docente em consonância com as mudanças educacionais e sociais, **acompanhando as transformações gnosiológicas e epistemológicas do**

conhecimento⁶⁴ (BRASIL, 2015, artigo 5º, inciso V, destaque nosso). Apesar de breve, esta menção motiva a inserção de reflexões desta natureza nos cursos de formação de professores, em nosso caso, na formação de professores de Física, convergindo com as indicações de pesquisadores da área de ensino das ciências sobre a importância destes aspectos para uma compreensão mais adequada/atualizada/renovada/informada da essência e origem do conhecimento científico.

Em consonância com as indicações destacadas até o momento nos documentos reguladores e orientadores dos cursos de física e de formação de professores, como as Diretrizes Curriculares, em torno da presença do debate sobre natureza da ciência, as orientações e legislações que regulamentam a educação básica seguem a mesma tendência. Por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), sustentados por discussões internacionais sobre a presença da história e filosofia da ciência nos currículos, têm recomendado a inserção de conteúdo histórico-filosófico nos currículos. Pereira e Martins (2011) identificam que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002) indicam a contextualização sociocultural e história da ciência e da tecnologia como conteúdo de ensino e estratégia didática, e que as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2001a, 2001b) apresentam a temática como competências e habilidades a serem desenvolvidas, além de componente curricular. Para os PCNEM é fundamental a promoção de competências que possibilitem ao estudante “compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade” (BRASIL, 1999, p. XX).

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), desenvolvido pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) e que tem como objetivo avaliar, indicar, comprar e distribuir coleções didáticas para todas as séries da educação básica pública do país, em seu processo de seleção de obras também tem levado em consideração a presença do referido debate sobre natureza da ciência. O Edital de Convocação 01/2013 para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o PNLD 2015,

⁶⁴ Gnosiologia e epistemologia pertencem ao campo da filosofia. De maneira geral, a gnosiologia refere-se à capacidade humana de conhecer e a epistemologia à necessidade de se validar aquilo que se conhece, em especial em relação à natureza do conhecimento no campo científico. (GOMES, 2009).

estabeleceu como princípios e critérios de avaliação para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, em particular para obra didáticas de Física para o Ensino Médio, a busca por uma compreensão mais atualizada e consoante com as tendências de pesquisa na área do ensino de ciências/física e na educação científica. Podemos destacar no edital alguns critérios eliminatórios para a componente Física que tratam disso, os quais:

- utiliza abordagens do processo de construção das teorias físicas, sinalizando modelos de evolução dessas teorias que estejam em consonância com vertentes epistemológicas contemporâneas; (...)
- traz uma visão de experimentação afinada com uma perspectiva investigativa, mediante a qual os jovens são levados a pensar a ciência como um campo de construção de conhecimento, onde se articulam, permanentemente, teoria e observação, pensamento e linguagem. Nesse sentido, é absolutamente necessário que a obra, em todo o seu conteúdo, seja permeada pela apresentação contextualizada de situações-problema que fomentem a compreensão de fenômenos naturais, bem como a construção de argumentações (BRASIL, 2015, p. 66).

Neste sentido, a Física é compreendida como “como uma atividade social e cultural humana, realizada por indivíduos em articulação, ou seja, de modo coletivo” (BRASIL, 2015, p. 62), caracterizado também “pela sua historicidade” (BRASIL, 2015, p. 62). Nesse sentido, a visão de ciência compartilhada nas resoluções oficiais para a formação de professores de ciências:

Assim, todas as construções do conhecimento físico são fortemente permeadas pelos contextos sócio-político-cultural-histórico-econômicos em que se desenvolvem. Por isso, suas teorias e modelos explicativos não são melhores ou piores em si mesmos, nem são os únicos possíveis, nem são as últimas respostas que a humanidade poderá dar às nossas inquietações, nem às nossas necessidades. Mas, são as melhores respostas ou propostas que temos à disposição, do ponto de vista científico, em cada momento histórico, sobre o mundo físico, e que temos de,

necessariamente, tornar disponíveis e compreensíveis para a população, em geral, fazer o melhor uso dela. (BRASIL, 2015, p. XX).

Nesta mesma perspectiva, nas obras didáticas adotadas nas salas de aulas, e muitas vezes utilizadas como referência principal do conhecimento científico:

deve-se valorizar não a sua estrutura conceitual, os conhecimentos físicos propriamente ditos, mas também os principais aspectos de sua história e das suas formas particulares de se constituir. Isso significa **abrir espaços para discussões em que elementos da História e da Epistemologia da Física estejam presentes**. (BRASIL, 2015, p. 62, destaque nosso).

Reflexões que envolvem a discussão pelos professores sobre a produção e desenvolvimento do conhecimento científico como um processo não apenas cognitivo, mas contextual, econômico, político, cultural e social, influenciado por valores apenas são possíveis com a utilização de abordagens que vão além de aspectos conceituais. As orientações disponíveis nas diretrizes, parâmetros e outras legislações, indicam a relevância atribuída aos aspectos da natureza do conhecimento científico, no que se refere à história, filosofia, epistemologia e sociologia das ciências para o ensino de ciências. Para tanto, “é essencial que os professores egressos dos cursos de graduação conheçam aspectos históricos e epistemológicos da sua área de formação, de modo que, ao propagarem uma visão de ciência em sala de aula, evitem cair em distorções.” (TENFEN, 2011, p. 65).

Tendo em vista o panorama delineado que regula e orienta tanto o ensino superior no que diz respeito à formação dos profissionais da Física e a formação de professores, quanto a educação básica, sinalizando a demanda de uma formação que compreenda o processo de construção de conhecimento científico e da própria natureza do conhecimento e do trabalho científico como um processo de construção humana e envolvendo fatores extra-conceituais, buscamos na literatura da área de pesquisa em educação científica e tecnológica, algumas tendências em torno desta temática que nos auxiliam a pensar teórico e metodologicamente a investigação aqui pretendida.

3.3. ESTUDOS SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA: TENDÊNCIAS DAS PESQUISAS EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Professores e pesquisadores tem defendido que a inclusão de disciplinas de cunho histórico, filosófico e epistemológico na área das ciências e da física contribui de maneira positiva na formação de professores. Nas últimas décadas, pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de compreender como se desenvolvem e estruturam as discussões sobre a natureza da ciência em cursos de formação inicial, em especial na formação de professores na área da educação em ciências. Nesta seção, descreveremos algumas destas investigações que iluminam, inspiram e fundamentam, a nível teórico e metodológico, a pesquisa aqui pretendida. Selecionamos, em grande parte, trabalhos que discorrem sobre a inserção de discussões em torno da temática da natureza da ciência nas estruturas curriculares de cursos de formação de professores, garimpando aquelas que articulam estas inserções com as compreensões e visões de natureza da ciência de alunos dos cursos de graduação e compreensões, visões e perfis dos próprios formadores de professores.⁶⁵

Pereira e Martins (2011) investigaram a estrutura curricular dos cursos de Licenciatura em Física e em Química da UFRN no que se refere à inserção de disciplinas de conteúdo histórico e filosófico. Os autores analisaram os Projetos Pedagógicos dos cursos, programas de disciplinas de conteúdo histórico e filosófico e materiais de disciplina, além de realizarem observações e entrevistas com os professores responsáveis das disciplinas de História da Física e História da Química. Os dados foram analisados dentro de quatro categorias:

- 1) perfil do professor formador;
- 2) inserção da história e filosofia da ciência na estrutura curricular das licenciaturas;
- 3) enfoque teórico-metodológico;
- 4) relação entre História e Filosofia da Ciência e o ensino de ciências.

⁶⁵ Outra grande parte das pesquisas, mas pouco exploradas neste texto, tratam das concepções de licenciandos e professores da educação básica sobre natureza da ciência. Temos dimensão da importância destes trabalhos e investigações para o desenvolvimento da área de pesquisa em educação científica e tecnológica, certamente contribuíram para elaborarmos parte deste projeto de investigação, mas, no entanto, neste momento, não são foco deste trabalho.

Com relação ao (1) perfil do professor formador, os autores identificaram que não possuem formação específica na área e a atuação nas disciplinas se dá por interesse pessoal e profissional. No que se refere à (2) inserção da história e filosofia da ciência na estrutura curricular das licenciaturas, Pereira e Martins (2011) consideraram (a) a periodização, (b) o caráter obrigatório ou optativo, (c) os pré-requisitos e a relação das disciplinas com as demais, (d) a articulação entre a história e a filosofia da ciência e o (e) departamento que oferta a disciplina. Com relação à periodização, a presença das disciplinas com enfoque histórico e filosófico da ciência nas últimas fases do curso pode estar associado a modelos formativos de currículos fragmentados e dissociados da realidade profissional. Para os autores: “a valorização das disciplinas de conteúdo específico das áreas [...] deixa em segundo plano as demais disciplinas curriculares, como as de conteúdo pedagógico e as de natureza interdisciplinar [...]” (PEREIRA; MARTINS, 2011, p. 238).

Com relação ao (3) enfoque teórico das ementas e dos conteúdos programáticos, Pereira e Martins (2011) perceberam diferentes perspectivas: na Licenciatura em Física, o enfoque teórico prioriza uma discussão sobre a natureza da ciência, isto é, uma visão externalista da História da Ciência, enquanto que na Licenciatura em Química, o enfoque teórico prioriza uma discussão pautada em elementos da história conceitual da química, isto é, uma visão internalista da História da Ciência. Metodologicamente, com frequência são promovidas discussões coletivas a partir de leituras pré-selecionadas, com poucas aulas de caráter expositivo, na Licenciatura em Física, e por exposições dialogadas, na Licenciatura em Química.

Por fim, Pereira e Martins (2011) defendem que “é essencial levar em consideração o que sabe e faz o professor, buscando assim superar a relação linear e mecânica entre o conhecimento científico e a prática na sala de aula” (PEREIRA; MARTINS, 2011, p. 247). No entanto, a investigação revela que apesar da preocupação dos professores com o uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências, pouca ênfase é dada às discussões metodológicas. Para os autores, numa concepção mais ampla, a prática docente deveria ser o foco principal do currículo de formação de professores.

Nesse mesmo contexto, Ferreira e Martins (2012) apresentam os resultados de uma investigação empírica a respeito das possíveis mudanças nas visões de natureza da ciência de alunos do curso de graduação em Física – bacharelado e licenciatura – da UFRN. Para tanto, aplicaram questionários e realizaram entrevistas com os estudantes antes

e após cursarem a disciplina História e Filosofia da Ciência a fim de avaliar os possíveis efeitos da abordagem explícita e contextualizada de aspectos da Natureza da Ciência. A disciplina em questão, ministrada por um dos autores do trabalho, foi dividida em três etapas de conteúdos *filosóficos, históricos* e sobre *natureza da ciência*. Os autores identificam cada um destes momentos pela presença das seguintes discussões:

As aulas de conteúdo filosófico problematizavam a concepção de método científico, discutiam o *problema da indução* e apresentavam ideias de filósofos como Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Paul Feyerabend e Gaston Bachelard sobre o desenvolvimento da ciência. À luz das abordagens propostas por esses filósofos, discutiam de modo explícito questões como a demarcação entre ciência e não ciência, o papel do experimento na ciência, a influência na ciência de fatores extracientíficos, os objetivos da ciência etc. (...) As aulas de conteúdo histórico versavam sobre o que é a História da Ciência como área de pesquisa, as relações entre História da Ciência e ensino, tópicos da História da Mecânica e da História das Ideias de Vácuo e Pressão. Nessas aulas específicas de conteúdo histórico, procurou-se, explicitamente, chamar a atenção para aspectos de NdC como a mutabilidade do conhecimento, o fato de que as observações são carregadas de teoria, a constante possibilidade de desacordo entre os cientistas, a questão da ciência como atividade de cooperação, dentre outros. (...) Finalizando o curso, uma sequência de aulas específicas sobre Natureza da Ciência comentava sobre a inserção dessa temática no ensino. (...) Essas aulas retomavam, ainda, o instrumento de pesquisa respondido pelos alunos no primeiro encontro da disciplina, discutindo aspectos da Natureza da Ciência explicitamente por meio dos episódios históricos estudados no curso. (FERREIRA; MARTINS, 2012, p. 160-161)

Ferreira e Martins (2012) destacam que os resultados evidenciam que a disciplina, conforme estruturada, contribuiu para promoverem mudanças positivas nas visões de natureza da ciência dos alunos com relação à compreensão do trabalho científico, objetivos da ciência e

critérios de demarcação. Acrescentam que mesmo que discutida a influência de fatores extracientíficos no trabalho do cientista, ideias de ciência enquanto aproximação da verdade e de busca por uma neutralidade ainda são reforçadas pelos estudantes.

Rosa e Martins (2007) investigaram a inserção da História e Filosofia da Ciência no currículo de formação de professores de Física da UFBA, analisando os currículos – matriz curricular e ementas – e percepção dos professores dos cursos de Licenciatura em Física dos períodos diurno e noturno da instituição, por meio de pesquisa documental e entrevistas semi-estruturadas com os docentes. Nesta pesquisa, organizaram e analisaram os dados em cinco blocos:

- 1) perfil de formação dos docentes;
- 2) opinião dos docentes com relação à inserção da História e Filosofia das Ciências na formação de professores de Física;
- 3) funcionamento de disciplinas específicas que abordam explicitamente História ou Filosofia da Ciência;
- 4) interação entre o Instituto de Física e Faculdade de Filosofia;
- 5) considerações gerais dos docentes.

As autoras identificaram que a maioria dos professores entrevistados consideram positiva a inserção da História e Filosofia das Ciências nos cursos de Licenciatura em Física e afirmam utilizar em suas aulas. No entanto, o perfil de formação dos docentes indica que 90% são do Bacharelado em Física e não possuem formação em História e Filosofia das Ciências e que há um predomínio da contextualização histórica e internalista da Física em detrimento das discussões epistemológicas.

Tenfen (2011), com o objetivo de diagnosticar a presença e o conteúdo de disciplinas específicas de caráter histórico e/ou epistemológico em cursos de formação de licenciatura e bacharelado em Física nas IES federais brasileiras, analisou os planos de ensino, ementas e Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) de 19 universidades federais, 25,7% do total de instituições, com oferta de cursos de formação em Física à época. A autora, preocupada com o caráter das discussões, classificou as disciplinas em três categorias, inspirada em outro estudo desenvolvido por Staub e Peduzzi (2004), as quais:

- A) Disciplina(s) específica(s) presente(s) no currículo do curso de física, que contempla(m) a história da física, porém sem articulação com a filosofia da ciência.

- B) Disciplina(s) específica(s), no currículo do curso de física, referente(s) à história da física, com ênfase na articulação histórico-epistemológica.
- C) Disciplina(s) cuja(s) ementa(s) aponta(m) para estudos da filosofia da ciência desvinculados da história, ou que sugere(m) a utilização da história da ciência de forma meramente ilustrativa.

Tenfen (2011) evidencia que as propostas de ementas são bastante variadas e que grande parte das instituições promovem a inclusão de disciplinas que abordam história da ciência e da física sem vínculos com a filosofia e epistemologia das ciências (categorias A e C). Além disso, verifica que há uma valorização maior do tema na licenciatura em relação ao bacharelado, pela presença de disciplinas de caráter obrigatório, na formação de professores, e optativas, na formação de cientistas, respectivamente. Segundo a autora, este fato tem sérias implicações para o ensino de ciências/física na medida em que parte dos professores dos cursos de Licenciatura em Física do país tem formação de bacharelado, o que pode implicar na permanência de lacunas de cunho epistemológico em sua formação e que, muito provavelmente, “propaguem em seu ensino visões de ciência incompatíveis com a filosofia da ciência contemporânea” (TENFEN, 2011, p. 99).

Uma alternativa para tentar superar este problema defendido por Tenfen (2011) é de que discussões em torno da história da física sejam promovidas em disciplinas de física básicas e específicas. Segundo a autora:

A clara especificidade de determinadas ementas em alguns assuntos e o amplo espectro dos conteúdos propostos, conjugados a articulações com a filosofia e a sociologia da ciência, e mesmo com questões e problemas do ensino de física, exige do professor responsável por essas disciplinas de caráter histórico, conhecimentos que ele não tem, ou que precisaria de muito tempo para dispor. A questão que se coloca, portanto, é a de como compatibilizar o que está previsto para ser feito e o que, efetivamente, se faz nessas disciplinas. Talvez uma conjugação de esforços, com o envolvimento de vários professores, fosse uma possível resposta. (TENFEN, 2011, p. 100)

Por fim, a autora indica a necessidade de estudos mais amplos com relação aos conteúdos previstos para serem abordados nas disciplinas,

bem como o aumento da abrangência da amostra para universidades estaduais, institutos federais e instituições privadas de ensino com o intuito de se desenhar um panorama mais geral sobre o tema.

Londero (2015), com o objetivo de investigar a oferta e inserção do conteúdo de história e filosofia da ciência na estrutura curricular de 23 instituições de ensino superior – sendo 14 delas instituições públicas federais (11 universidades e 3 institutos de educação), 1 instituição pública estadual, e 8 instituições privadas – com 32 cursos de licenciatura em Física – sendo 28 cursos na modalidade presencial e 4 na modalidade de educação a distância – do estado de Minas Gerais. Desta amostra, identificou 24 cursos que apresentavam disciplinas com conteúdos de história, filosofia e epistemologia da ciência, totalizando 31 disciplinas. Estas disciplinas eram intituladas História da Ciência (4 disciplinas), Evolução da Física (16 disciplinas), Construção do Conhecimento da Física (2 disciplinas), Origem e Evolução das Ideias da Física (1 disciplina) e Filosofia da Ciência (6 disciplinas), e, na análise do autor, algumas delas tratam apenas de aspectos históricos enquanto que outras apenas dos aspectos filosóficos, sendo a maior parte delas com carga horária semestral de 60h.

A partir das informações das suas ementas, planos e/ou programas de curso/de ensino/de disciplina, Londero (2015) ensaia uma análise dos objetivos destas, e conclui que em sua diversidade buscam discussões como: introdução do pensamento científico, sobre as posições e obstáculos da ciência moderna; análise da história, da filosofia e da epistemologia do desenvolvimento dos conceitos da física em diferentes tempos históricos; discussão do papel social e cultural da física contemporânea; análise das diversas concepções da ciência através dos tempos.

As preocupações e encaminhamentos sinalizados nestes estudos convergem com os nossos objetivos neste trabalho de investigar que consiste em caracterizar o debate sobre a natureza da ciência na formação de professores de física.

3.4. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Há uma preocupação de estudiosos da área de pesquisa em educação científica e tecnológica em compreender como ocorre o ensino e a incorporação do debate sobre a natureza da ciência, no que diz respeito à história, filosofia, epistemologia, sociologia das ciências e/ou da física nos cursos de formação de professores de Física. Como destacado, alguns

estudos buscam identificar, analisar e avaliar a inserção de disciplinas com conteúdo histórico, filosófico, epistemológico, sociológico das ciências nos currículos dos cursos de graduação em Física, em especial nas licenciaturas e identificam, muitas vezes, que o debate histórico possui um enfoque internalista (PEREIRA; MARTINS, 2011; ROSA; MARTINS, 2012; TENFEN, 2011), muitas vezes desarticulado do debate filosófico e epistemológico, ou ainda, apresentam um debate filosófico sem conexão com aspectos históricos (TENFEN, 2011; LONDERO, 2015). Maior desarticulação ainda entre disciplinas de caráter histórico, filosófico, epistemológico com o debate metodológico no ensino das ciências, fundamental para a formação de professores na área.

A falta de formação específica do professor consiste em um dos grandes desafios a serem enfrentados na didatização da história da ciência e natureza da ciência em sala de aula, no contexto da educação básica (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011). Conforme destacado pelos estudos sobre natureza da ciência nos cursos de formação de professores de física, apresentados anteriormente (PEREIRA; MARTINS, 2011; FERREIRA; MARTINS, 2012; ROSA; MARTINS, 2007; TENFEN, 2011), a situação da formação específica dos professores universitários que atuam nos cursos de graduação em Física – Licenciatura e Bacharelado – não parece ser muito diferente do que Forato, Pietrocola e Martins (2011) sinalizam para o preparação dos docentes da educação básica e para a incorporação do debate no currículo escolar.

Conscientes da importância destes estudos e dos pontos destacados – lacunas nos currículos dos cursos de graduação, formação dos professores formadores, objetivos das disciplinas, entre outros –, e com o objetivo tanto de ampliar e aprofundar a produção na área em torno de disciplinas com o debate sobre natureza das ciências, quanto de delinear o perfil e as crenças dos professores formadores de professores de física, desenvolvemos nossa pesquisa nestes dois sentidos. Portanto, no próximo capítulo realizamos uma exaustiva pesquisa e análise das ementas de disciplinas com o debate sobre natureza da ciência presentes nos Projetos Pedagógicos e Matrizes Curriculares de grande parte dos cursos. Nos capítulos seguintes buscamos elaborar uma compreensão mais refinada sobre os perfis, concepções e crenças dos docentes universitários formadores de professores de Física que atuam nestes cursos e disciplinas.

4. CENÁRIOS DO DEBATE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA NO BRASIL

O aumento do número de cursos de formação de professores da área de ciências da natureza no contexto nacional, também devido ao movimento de expansão e interiorização universitária nas últimas décadas, torna a caracterização de qualquer elemento constitutivo dos cursos de graduação bastante complexa. Ainda que o conjunto de cursos de formação de professores, em suas mais diversas especificidades, estejam/sejam regidos e orientados pelas mesmas legislações e diretrizes, há uma multiplicidade de outros elementos, objetivos e subjetivos, que influenciam e incidem sobre a maneira como os cursos se originam, se organizam e se desenvolvem. Sejam elementos pedagógicos, culturais, históricos, políticos ou sociais, originários das demandas locais ou globais, de curto, médio e longo prazo, desde a constituição dos currículos à definição dos perfis dos profissionais e professores que atuam nos cursos. As configurações e cenários que se constroem para qualquer debate dentro dos cursos, portanto, são complexas e diversas. Nessa complexidade e diversidade de cenários que também se constrói o debate sobre a temática da natureza da ciência nos cursos de Licenciatura em Física no Brasil.

Tendo em vista a discussão apresentada nos capítulos anteriores sobre o debate da natureza da ciência na educação científica, a partir das perspectivas teórico-metodológicas e suas implicações para o ensino de ciências, além das intenções declaradas em documentos reguladores e orientadores para os cursos de formação de professores e as tendências da pesquisa em educação, retomamos algumas questões que direcionam este estudo e refletem a preocupação de professores e pesquisadores da área de educação científica e tecnológica. **Qual a dimensão das reflexões sobre a natureza da ciência na formação de professores de Física? Será que a formação oferecida possibilita uma visão ampla e profunda, bem como atende às expectativas de uma formação reflexiva em torno da construção de uma imagem mais adequada/atualizada/renovada/informada da natureza da ciência?**

Neste capítulo, portanto, temos como objetivo realizar um *mapeamento sistematizado em torno da oferta de disciplinas com discussões sobre natureza da ciência em cursos de Licenciatura em Física no Brasil, explicitadas em seus Projetos Pedagógicos de Curso*, analisando o material coletado com base no debate sobre natureza da

ciência na educação científica e tecnológica e na pesquisa da área, bem como na legislação e diretrizes que regulamentam a oferta dos cursos de licenciatura em Física.

Para tanto, realizamos a caracterização de nosso campo de investigação, descrevendo metodologia utilizada – análise documental, amostra de cursos de graduação e instrumentos utilizados nesta etapa da pesquisa e na sequência procedemos à apresentação e análise dos dados e resultados obtidos. Por fim, apresentamos algumas considerações que orientam o desenvolvimento deste trabalho.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Com a finalidade de esboçar cenários abrangentes das configurações atuais dos cursos de Licenciatura em Física em torno da oferta de disciplinas com discussões sobre a natureza da ciência nas instituições públicas de ensino superior, bem como compreender e explicar dinâmicas e relações entre o contexto propositivo dos documentos que orientam estes cursos de graduação e o contexto em que atuam os docentes universitários nestes cursos, desenvolvemos uma pesquisa documental de abordagem qualitativa, caráter exploratório e explicativo, apoiados por uma análise quantitativa que auxiliou na caracterização mais ampla deste contexto.

A pesquisa documental pretende atender objetivos limitados (em contraposição à pesquisa bibliográfica que atende objetivos mais amplos) e “tem como principal característica o fato de que a fonte dos dados, o campo onde se procederá a coleta dos dados, é um *documento (...)*” (TOZONI-REIS, 2010, p. 47) no qual se busca informações sobre os fenômenos investigados, que após análise adequada, serão produtos de conhecimento. Outra característica é que a pesquisa documental ocorre sobre fontes primárias, isto é, fontes de informação que ainda não receberam um tratamento analítico.

A pesquisa documental prevê fases de trabalho elencadas em etapas como: (a) determinação dos objetivos; (b) elaboração do plano de trabalho; (c) identificação das fontes; (d) localização das fontes e obtenção do material; (e) tratamento dos dados; (f) confecção de fichas e redação de trabalho; (g) construção lógica e redação do trabalho. Entendemos que estas etapas não são estanques ou lineares, e que é possível retornar a cada uma delas ao longo do trabalho. Foi neste

emaranhado de possibilidades de caminhos metodológicos que desenvolvemos nossa investigação.

Um de nossos objetivos foi *mapear a oferta de disciplinas com discussões sobre natureza da ciência em cursos de Licenciatura em Física no Brasil*, portanto um objetivo específico bem delimitado. Utilizamos como fonte de informação nesta etapa da pesquisa os Projetos Pedagógicos de Curso e Matrizes Curriculares de cursos de Licenciatura em Física de instituições públicas de ensino do Brasil, portanto documentos e fontes primárias de informação, sem tratamento analítico. Por estas razões primárias que buscamos sustentação metodológica na pesquisa documental.

Além disso, esta pesquisa pode ser caracterizada como de caráter exploratório e explicativo por dois motivos. Exploratória por explicitar informações preliminares nas relações entre os elementos da investigação, orientar a formulação das questões de pesquisa e dos objetivos específicos, e explicativa por identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos de maneira a aprofundar o conhecimento da realidade (GIL, 2007).

Após as etapas de (a) determinação dos objetivos e (b) elaboração do plano de trabalho, com a finalidade de reunirmos o material para a investigação pretendida realizamos a (c) identificação das fontes e (d) localização das fontes e obtenção do material conforme descrito na sequência.

- Identificação das instituições com ofertas de cursos de Licenciatura em Física na base de credenciamento das instituições de ensino superior do Brasil junto ao MEC (sistema e-mec⁶⁶), coleta e sistematização das seguintes informações: nome da instituição, categoria administrativa (privada ou pública municipal, estadual ou federal), cidade, modalidade de oferta (presencial ou a distância), data de implementação do curso (início de funcionamento), número de vagas autorizadas, periodicidade de oferta, tempo de integralização curricular, carga horária mínima para integralização curricular, nome do coordenador do curso, se

⁶⁶ O sistema e-MEC, em funcionamento desde 2007, foi criado para operar a tramitação eletrônica de processos de regulamentação dos cursos superiores, como credenciamento, reconhecimento, autorização de funcionamento, reconhecimento e renovação de reconhecimento dos cursos. De maneira geral, é um sistema que permite abertura e acompanhamento de processos de maneira simplificada e transparente tanto pelas instituições quanto pelo público geral. Ele pode ser acessado por <http://emec.mec.gov.br/>.

possui ou não oferta do curso de Bacharelado em Física na mesma instituição, departamento e localidade. Utilizamos o sistema e-mec, por constituir a base de dados oficial do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) com informações relativas às Instituições de Educação Superior (IES) (GOBARA; GARCIA, 2007).

- Busca das documentações dos cursos – Projeto Pedagógico de Curso (PPC) e Matriz Curricular (MC) – nas páginas eletrônicas institucionais. Para os cursos que não apresentavam estes documentos em suas páginas, ou caso estivessem incompletos, solicitamos individualmente por email e/ou telefone de contato dos departamentos, coordenações e secretarias dos cursos fornecidos nas páginas institucionais. A busca de documentação e estabelecimento de contato com os cursos foram realizados entre os meses de outubro e dezembro de 2015, no mês de abril de 2016 e entre os meses de agosto e outubro de 2016.

Esta etapa da investigação, de pesquisa documental, foi realizada entre os períodos de outubro de 2015 e outubro de 2016 e abrangeu uma amostra de 145 cursos, de 90 instituições públicas de ensino superior, de um universo de 186 cursos de 111 instituições, isto é, aproximadamente 78% dos cursos oferecidos, de aproximadamente 81% das instituições de ensino superior que ofertam regularmente o curso de Licenciatura em Física na modalidade presencial, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Quantitativo de cursos de Licenciatura em Física em instituições de ensino superior públicas no Brasil (a) por unidade federativa e (b) por região.

UF	IES públicas com oferta do curso de LF	Cursos de LF de IES públicas	IES públicas que fazem parte da amostra	Cursos de LF de IES públicas que fazem parte da amostra	Representatividade na amostra de	
					IES públicas com oferta do curso de LF por UF	cursos de LF de IES públicas por UF
RS	9	11	8	10	89%	91%
SC	4	6	4	6	100%	100%
PR	8	12	8	12	100%	100%
SP	8	21	7	20	88%	95%
RJ	7	10	6	8	86%	80%

ES	2	4	1	3	50%	75%
MG	15	21	10	17	67%	81%
MS	3	3	3	3	100%	100%
MT	2	3	1	2	50%	67%
GO	3	7	3	7	100%	100%
DF	2	3	1	2	50%	67%
BA	7	9	6	6	86%	67%
SE	2	3	2	3	100%	100%
AL	1	2	1	2	100%	100%
PB	4	9	3	7	75%	78%
PE	6	8	3	4	50%	50%
RN	3	6	3	6	100%	100%
CE	5	12	3	5	60%	42%
PI	2	5	2	3	100%	60%
MA	3	9	2	3	67%	33%
TO	2	2	2	2	100%	100%
PA	3	6	3	5	100%	83%
AP	1	1	1	1	100%	100%
RR	2	2	2	2	100%	100%
AM	3	5	2	2	67%	40%
AC	2	3	1	1	50%	33%
RO	2	3	2	3	100%	100%
Tot al	111	186	90	145	81%	78%

(a)

Região	IES públicas com oferta do curso de LF	Cursos de LF de IES públicas	IES públicas que fazem parte da amostra	Cursos de LF de IES públicas que fazem parte da amostra	Representatividade na amostra de	
					IES com oferta do curso de LF na região	cursos de LF na região
SUL	21	29	20	28	95%	97%
SUDES TE	32	56	24	48	75%	86%

CENTRO-OESTE	10	16	8	14	80%	88%
NORDESTE	33	63	25	39	76%	62%
NORTE	15	22	13	16	87%	73%
Total	111	186	90	145	81%	78%

Fonte: Autora.

(b)

Restringimos esta investigação apenas aos cursos presenciais e de instituições públicas, eliminando-se cursos na modalidade a distância, de instituições privadas, ou ainda cursos de Licenciatura Interdisciplinares, tais como Licenciatura em Ciências e Licenciatura em Ciências Exatas que também oferecem a habilitação em Física. Esta restrição ocorreu por quatro motivos que apresentamos na sequência:

- Os cursos a distância e de algumas instituições privadas nem sempre são ofertados de maneira regular, isto é, a oferta de vagas geralmente ocorre quando e se houver demanda por parte da comunidade ou por editais não periódicos de incentivo à formação de professores em determinadas regiões do país.
- Com frequência, a cada nova edição de oferta, os cursos e seus currículos são reformulados, o que dificulta uma análise mais consistente em torno de suas configurações.
- Com relação aos cursos ofertados por instituições privadas de ensino, tivemos acesso a documentos curriculares de apenas seis cursos de Licenciatura em Física de um universo de 30. Esta amostra de cursos de instituições privadas nos pareceu pouco representativa (20%), especialmente quando comparado à amostra reunida de cursos de Licenciatura em Física ofertados por instituições públicas de ensino (78%), o que nos deixou receosos em produzir análises seguras e abrangentes sobre as configurações destes cursos em instituições de ensino superior da rede privada.
- Os Projetos Pedagógicos de Curso das Licenciaturas em Ciências ou Ciências Exatas são bastante abrangentes e diversificados, além do mais nem todo curso apresenta a habilitação em Física, o que tornou dificultoso o processo de seleção das informações pretendidas.

É importante deixar claro que compreendemos que o PPC ou a MC não representam necessariamente a realidade acadêmico-escolar,

podendo ser apenas um documento situado entre a declaração de princípios gerais e sua tradução operacional, entre a teoria educativa e a prática pedagógica, entre o planejamento e a ação, entre o que se prescreve e o que acontece de fato na sala de aula (COLL, 1986). Há sim uma distância entre quem escreve e quem implementa o PPC. No entanto, apesar das limitações, a análise destes documentos nos auxilia a compreender uma das várias facetas de nosso campo de pesquisa no que se refere à formalização sobre o que se pretende desenvolver nos cursos de Licenciatura em Física – contexto propositivo –, seja com base nas diretrizes e legislações para a formação de professores e para a formação de Físicos, ou então influenciados pela tradição de pesquisa da área da educação científica, e do ensino de física. É nesse sentido que pretendemos esta análise.

Já antecipamos que, uma vez entendendo a limitação das abordagens e dos instrumentos utilizados, refletindo sobre o fato de que cada docente compreende e atua à sua própria maneira, crenças e expectativas sobre os conteúdos, conhecimentos e disciplinas em que atua, e que, além disso, nem todos os professores estão comprometidos com as mesmas concepções de natureza da ciência expressas no PPC e MC, aprimoramos nossa investigação utilizando entrevistas semi-estruturadas com docentes formadores de professores de física. Na segunda etapa desta investigação procedemos à realização de entrevistas semi-estruturadas com docentes universitários que atuam nos cursos de Licenciatura em Física de instituições públicas de ensino superior. Estas entrevistas complementaram os resultados encontrados nesta primeira etapa da investigação bem como nos auxiliaram a explicar dinâmicas e relações entre o contexto propositivo dos documentos que orientam estes cursos de graduação e o contexto em que atuam os docentes universitários nestes cursos. Esta etapa é apresentada e discutida no Capítulo 5.

4.2. ANÁLISE DE CONTEÚDO

Em posse deste material, utilizamos como instrumento de análise dos dados a **análise de conteúdo**, cujo principal objetivo é “desvendar os sentidos aparentes ou ocultos de um texto, um discurso ou qualquer outro tipo de comunicação” (TOZONI-REIS, 2010, p. 73-74), auxiliando desta forma na leitura, análise e interpretação dos textos de maneira sistematizada. Bardin (1977, 2011), a referência mais clássica e tradicional da análise de conteúdo, define esta como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 1977, p.42)

Nesse sentido, o que se pretende quando se procede uma análise de conteúdo, conscientemente ou não, “é uma correspondência entre as estruturas semânticas ou linguísticas [significantes] e as estruturas psicológicas e sociológicas [significados] (...) dos enunciados.” (BARDIN, 1977, p. 41). Optamos por este instrumento de análise, principalmente por buscarmos, em nossa investigação, compreender as intenções para a proposição de discussões sobre a natureza da ciência em disciplinas do curso de formação de professores de Física, o que leva à necessidade de compreender o sentido da comunicação e, principalmente, desviar o olhar para uma outra significação que se encontra em segundo plano. Portanto, “não se trata de atravessar significantes para atingir significados, à semelhança da decifração normal, mas atingir através de significantes ou de significados (manipulados), outros ‘significados’ [...]” (BARDIN, 1977, p. 41).

A análise de conteúdo se organiza nos seguintes momentos: (1) pré-análise, (2) exploração do material, (3) tratamento dos resultados, inferências e interpretação. A fase de (1) pré-análise consiste na fase de organização, que tem como objetivo “tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise” (BARDIN, 2011, p. 125), e tem como missões “a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final” (BARDIN, 2011, p. 125).

Estando o universo demarcado, é necessário proceder a constituição de um *corpus*. “O *corpus* é o conjunto de documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (BARDIN, 2011, p. 126). A constituição do *corpus* depende de critérios ou regras, que podem ser de:

- *Exaustividade* em que é considerado todo o universo de dados e nenhum documento pode ficar de fora, seja por qualquer razão, que não possa ser rigorosamente justificável.

- *Representatividade* em que se considera a adequação de como a amostra é representativa frente ao universo de dados.
- *Homogeneidade* em que se leva em consideração a adequação dos documentos a critérios precisos de escolha, não ocorrendo muitas singularidades fora destes critérios.
- *Pertinência* em que é considerada a adequação dos documentos enquanto fonte de informação, de modo a corresponderem ao objetivo que suscita a análise.

Em nossa análise de conteúdo levamos em conta os critérios de representatividade, homogeneidade e pertinência. Representatividade por compreendermos que a amostra obtida, de aproximadamente 78% de documentos do universo de dados, sendo que há documentos de instituições (81% das instituições do país) homogeneamente distribuídos geograficamente (de todas as regiões e unidades federativas do Brasil) e de todas as categorias administrativas (municipal, estadual e federal). Homogeneidade e pertinência pelo fato destes documentos – PPC e MC – constituírem fontes de informação adequadas ao objetivo que pretendemos que consiste em mapear a oferta de disciplinas com discussões sobre a temática de interesse.

A fase de (2) exploração do material e, por consequência da codificação, consiste na administração sistemática das decisões com relação à análise. Segundo Bardin (2011), “a codificação corresponde a uma transformação – efetuada segundo regras precisas – dos dados brutos do texto, transformação esta que, por recorte, [...], permite atingir uma representação do conteúdo, ou da expressão, suscetível de esclarecer ao analista acerca das características do texto, que podem servir de índices [...]” (BARDIN, 2011, p.133).

A fase de (3) tratamento dos resultados, inferências e interpretação, consiste na análise em si, em que os resultados brutos são tratados de maneira significativa e válida (BARDIN, 2011).

A organização da codificação para uma análise qualitativa e categorial, como é o caso em nossa investigação, compreende alguns níveis de escolha: (1) recortes (escolha das unidades de registro); (2) enumeração (escolha das regras de contagem); (3) classificação e agregação (escolha das categorias).

O primeiro nível, o nível dos (1) recortes, compreende a escolha das unidades de registro. Unidade de registro consiste na “unidade de significação codificada e corresponde ao segmento de conteúdo considerado unidade de base, visando a categorização e a contagem

frequencial” (BARDIN, 2011, p. 134). Complementarmente, a unidade de contexto serve de “unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões, (...) são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro” (BARDIN, 2011, p. 137).

Em nossa investigação, as unidades de registros consistiram em palavras-chave que representassem a temática de interesse – natureza da ciência – e que nos permitisse, por meio da análise temática, encontrar e evidenciar núcleos de sentido e significação que a constituíam. Então, apesar de definirmos como unidades de registro um conjunto de palavras-chaves, nossa análise se pretendeu temática e se deu em torno do contexto próximo à estas unidades.

Buscamos, portanto, nos PPC e MC dos cursos de Licenciatura em Física, ainda da fase de pré-análise, enunciações e nomeações para disciplinas que tratavam em suas ementas, exclusivamente ou não, de discussões sobre natureza da ciência, a partir das seguintes unidades de registro que foram definidas *a priori*:

- Natureza da(s) (abordagem/análise/relação entre/da) Ciência(s)/Científica;
- Pensamento Científico;
- Atividade/Prática/Trabalho Científico(a);
- História da (abordagem/análise/relação histórica da) Física;
- História da(s) (abordagem/análise/relação histórica da(s)) Ciência(s);
- Filosofia da (abordagem/análise/relação filosófica da) Física;
- Filosofia da(s) (abordagem/análise/relação filosófica da(s)) Ciência(s);
- Epistemologia da (abordagem/análise/relação epistemológica da) Física;
- Epistemologia da(s) (abordagem/análise/relação epistemológica da(s)) Ciência(s).
- Evolução da Física;
- Evolução das Ideias da Física;
- Evolução da(s) Ciência(s);
- Evolução do(s) Conhecimento(s) Físico(s);
- Evolução do(s) Conhecimento(s) Científico(s).

A decisão por buscar estas palavras-chave nas ementas/ementários, e não em outras partes das documentações dos cursos, tais como planos

de ensino ou planos/programas de curso, se deveu ao fato de que, entre todos esses, as ementas são os elementos textuais mais frequentes na constituição das disciplinas, que apresentam informações importantes como nome, carga horária, modalidade e regularidade de oferta, e conhecimentos/conteúdos curriculares obrigatórios.

Além do mais, em nosso entendimento, a presença destas palavras-chave no título ou no texto da ementa poderia evidenciar a presença de discussões explícitas sobre aspectos da atividade científica e da natureza da ciência nestas disciplinas. Outros termos como ‘questões controversas sobre ciência’, ‘situações sócio-científicas’, ‘ciência, tecnologia e sociedade’, ‘investigação científica’, presentes em investigações e estudos da literatura da área (GARCÍA-CARMONA; VÁZQUEZ-ALONSO, MANASSERO-MAS, 2011, 2012), sempre que se referiam ao contexto de discussões que envolvem alguma compreensão da natureza da ciência foram incorporados dentro das unidades de registro. As disciplinas identificadas como aquelas que potencialmente trazem discussões sobre a temática de interesse podem ser acessadas em https://drive.google.com/drive/folders/1_zTy91vRnCzcv8nqWr7NnCB-m5Myzq0A?usp=sharing.

É importante ressaltar que disciplinas de História da Ciência ou História da Física não necessariamente apresentam discussões sobre a natureza da ciência, no entanto, percebemos que em grande parte das vezes estas discussões aparecem em disciplinas com a denominação História. Em um estudo sobre as tendências curriculares dos cursos de Física dos anos noventa, Carvalho e Vannucchi (1995) identificaram que as propostas de inovação curricular no ensino de Física que enfatizam a História e Filosofia da Ciência englobam discussões sobre “a epistemologia da ciência, sua natureza, seu caráter de construção permanente, ou na sua dimensão cultural, conhecimento socialmente constituído” (CARVALHO; VANNUCCHI, 1995, p. X).

Após a identificação das disciplinas, procedemos a leitura e classificação/caracterização das seguintes informações/elementos:

- turno de oferta do curso;
- ano de implementação da última versão do PPC do curso;
- carga horária total do curso e carga horária da disciplina;
- semestre de oferta ou periodização da disciplina;
- caráter obrigatório ou optativo da disciplina;
- departamento ou núcleo de oferta da disciplina.

O segundo nível, o nível da (2) enumeração, compreende a escolha das regras de contagem, que podem ser por: presença ou ausência, frequência simples, frequência ponderada, intensidade, direção, ordem e co-ocorrência. Dentre estas regras de enumeração propostas por Bardin (2011), recorreremos à presença, frequência e co-ocorrência de determinadas categorias dentro das ementas das disciplinas. Estas regras ficarão mais evidentes na apresentação dos resultados.

O terceiro nível, o nível da (3) classificação e agregação, compreende a escolha das categorias para a posterior categorização. A categorização tem como objetivo fornecer uma representação simplificada dos dados brutos. Segundo Bardin, neste processo:

A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos. (BARDIN, 2011, p. 147).

Os critérios de classificação podem ser: semântico (por categorias temáticas), sintático (verbos, adjetivos), léxico (classificação das palavras segundo o seu sentido) e expressivo (classificação das expressões segundo seu sentido). Bardin (2011) defende que um conjunto de boas categorias deve atender algumas exigências, as quais:

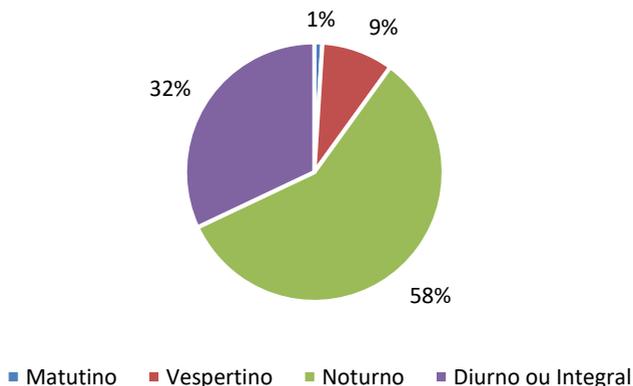
- *Exclusão mútua*, em que cada elemento não pode existir em mais de uma divisão. Isto é, as categorias devem ser mutuamente excludentes.
- *Homogeneidade*, em que um único princípio de classificação deve governar a organização das categorias.
- *Pertinência*, em que a categoria está adaptada ao material de análise escolhido e pertence ao quadro teórico definido, devendo refletir os objetivos e as questões de pesquisa.
- *Objetividade e fidelidade* em que as diferentes partes de um mesmo material, ao qual se aplica o mesmo conjunto categorial, devem ser codificadas da mesma maneira, mesmo após sucessivas análises.
- *Produtividade* em que o conjunto de categorias é considerado produtivo se fornece resultados férteis no que diz respeito às inferências, novas hipóteses e dados exatos.

Nesta investigação utilizamos como critério de classificação o semântico, isto é, definindo categorias temáticas que fossem condizentes com as características associadas a uma boa categorização conforme proposto por Bardin (2011) para a análise de conteúdo. As categorias foram definidas com base na literatura da área sobre natureza da ciência e serão apresentadas previamente à análise dos dados na seção correspondente.

4.3. DADOS E ANÁLISE DOS CURSOS E DISCIPLINAS

Os dados que apresentamos referem-se à amostra de 145 cursos de Licenciatura em Física de 90 instituições públicas de ensino superior, de um universo de 186 cursos de 111 instituições, isto é, aproximadamente 78% dos cursos oferecidos, de aproximadamente 81% das instituições de ensino superior que ofertam regularmente o curso de Licenciatura em Física na modalidade presencial. No conjunto dos cursos analisados, cerca de 58% são ofertados no período noturno, 32% no período integral ou diurno (dois períodos ou mais), 9% no período vespertino e 1% no período matutino (Figura 2).

Figura 2– Turno de oferta dos cursos de Licenciatura em Física de Instituições Públicas de Ensino Superior no Brasil.

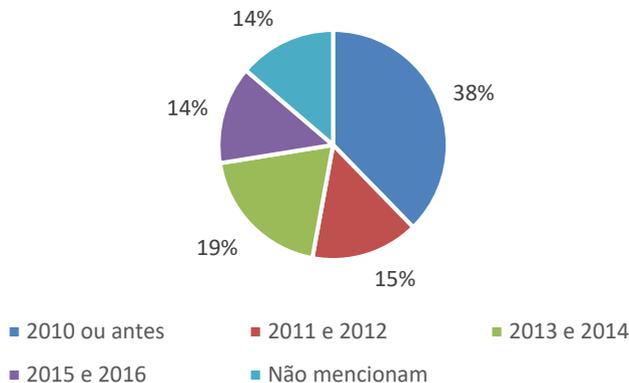


Fonte: Autora (2018).

Com relação ao ano de implementação da última versão do PPC do curso, cerca de 38% dos documentos aos quais tivemos acesso são versões de 2010 ou anteriores, 15% de 2011 e 2012, 19% de 2013 e 2014,

14% de 2015 e 2016, e 14% dos documentos não mencionam o ano de implementação da última versão do PPC (Figura 3).

Figura 3 – Ano de implementação dos cursos de Licenciatura em Física de Instituições Públicas de Ensino Superior no Brasil (última versão do Projeto Pedagógico de Curso).



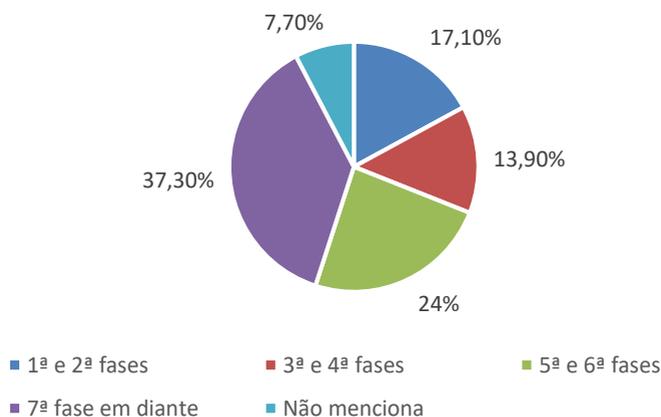
Fonte: Autora (2018).

Nestes cursos encontramos 390 disciplinas com discussões referentes à temática da natureza da ciência, sendo que 303 são disciplinas de caráter obrigatório (77,7%) e 87 de caráter optativo ou eletivo (22,3%)⁶⁷. Estas disciplinas possuem uma carga horária semestral média de 52 horas diluídas em uma carga horária média dos cursos de cerca de

⁶⁷ Consideramos importante diferenciar a apresentação dos dados das disciplinas em relação ao seu caráter de oferta tendo em vista que as disciplinas optativas ou eletivas, de maneira geral, possuem um caráter de complementaridade à formação principal composta pelas disciplinas obrigatórias. Na Licenciatura em Física, os estudantes geralmente cursam entre duas a quatro disciplinas optativas ou eletivas nas últimas fases do curso de graduação, fazendo suas escolhas a partir de uma lista de opções definida nos Projetos Pedagógicos dos Cursos. A oferta destas disciplinas, por parte das coordenações e colegiados de curso, poderá depender, dentre outros fatores, da disponibilidade de carga horária do professor responsável pela mesma. A escolha destas disciplinas, por parte dos estudantes, poderá depender também de interesses pessoais e profissionais. Nestes dois sentidos, a oferta e escolha de uma disciplina optativa ou eletiva é influenciada por fatores muitas vezes circunstanciais e ocasionais aos quais não temos acesso e que nos impossibilita afirmar que uma determinada disciplina com este caráter seja constituinte da formação profissional do licenciado, por isso a diferenciação.

3121 horas. Esta carga horária consiste na exigência mínima para integralização do currículo, isto é, para o cumprimento de disciplinas obrigatórias – entre as quais disciplinas gerais e específicas, estágios curriculares e práticas como componente curricular – disciplinas optativas/eletivas e atividades formativas/complementares. Portanto, no cenário atual dos cursos de Licenciatura em Física, modalidade presencial, oferecidos pelas instituições públicas de ensino do país, apenas 4,7% referem-se a disciplinas que, entre outros assuntos propostos em suas ementas, também tratam de discussões sobre a natureza da ciência. Além disso, outro ponto a ser mencionado é de que a oferta destas disciplinas ocorre com maior frequência nas fases finais do curso: 17,1% são ofertadas nas 1ª e 2ª fases, 13,9% nas 3ª e 4ª fases, 24,0% nas 5ª e 6ª fases, 37,3% da 7ª fase em diante e 7,7% não mencionam quais fases são ofertadas as disciplinas, especialmente as optativas/eletivas (Figura 4).

Figura 4 – Fase de oferta de disciplinas com discussões sobre a natureza da ciência de cursos de Licenciatura em Física de Instituições Públicas de Ensino Superior no Brasil.



Fonte: Autora (2018).

Ainda na primeira etapa da análise de conteúdo, a pré-análise caracterizada pela leitura flutuante do material a ser submetido à análise sistematizada, foi possível identificar três grupos ou conjuntos de disciplinas que foram classificadas a partir da noção de saberes docentes, conforme proposto por Tardif (2014a), apresentado no segundo capítulo deste trabalho. Esta classificação das disciplinas foi realizada levando em consideração os conteúdos das ementas selecionadas, mas não tem ainda

força analítica de uma categorização da Análise de Conteúdo propriamente dita. Por esse motivo, denominamos estes conjuntos como grupos de disciplinas.

O primeiro grupo (Grupo 1 ou G1) é constituído de disciplinas que abordam, prioritariamente, a temática da natureza da ciência junto ao que denominamos de **Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física**. Os conteúdos destas disciplinas referem-se aos saberes sociais emergentes da tradição dos estudos em História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência selecionados e presentes na instrução universitária. Na amostra reunida, este grupo é composto por 284 disciplinas (72,8% do total de disciplinas da amostra), sendo 208 obrigatórias e 76 optativas/eletivas, são de disciplinas com discussões exclusivas à temática da natureza da ciência. As disciplinas que constituem este primeiro grupo foram identificadas pela presença de trechos com referência à História, à Filosofia, à Epistemologia, à Evolução das Ciências/da Física/das Ideias da Física, nos seus títulos e ementas. A carga horária destas disciplinas representa 3,2% da carga horária média dos cursos.

O segundo grupo (Grupo 2 ou G2) é constituído de disciplinas que abordam, prioritariamente, a temática da natureza da ciência junto ao que denominamos de **Saberes Pedagógicos**. Os conteúdos destas disciplinas referem-se aos saberes de formação profissional geradores e provenientes de reflexões sobre a prática educativa com a intenção de serem incorporados à atividade docente. Na amostra reunida, este grupo é composto por 79 disciplinas (20,3% do total de disciplinas da amostra), sendo 71 obrigatórias e 8 optativas/eletivas, são de disciplinas com discussões na área de Ensino de Ciências/Física e, em grande parte, abordam aspectos didático-metodológicos da área de ensino. As disciplinas que constituem este segundo grupo foram identificadas pela presença de trechos com referência ao “uso da História/Filosofia/Epistemologia das Ciências/da Física no Ensino de Ciências/Física”, nas suas ementas, e nomeadas como “Prática de Ensino de Ciências/Física”, “Metodologia de Ensino de Ciências/Física”, “Instrumentação para o Ensino de Física”. A carga horária destas disciplinas representa 1,0% da carga horária média dos cursos.

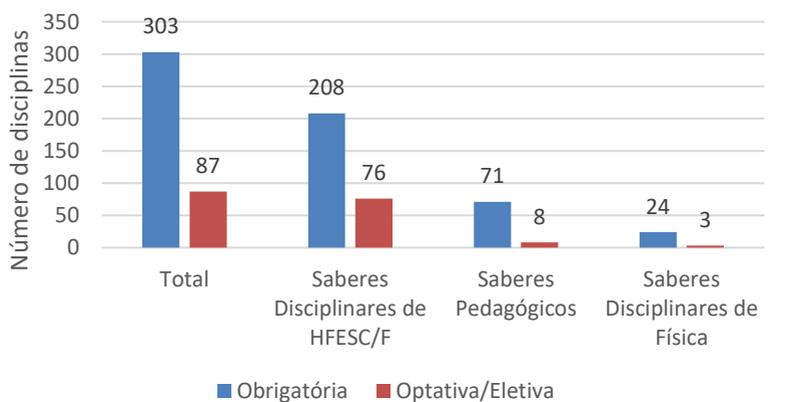
O terceiro grupo (Grupo 3 ou G3) é constituído de disciplinas que abordam, prioritariamente, a temática da natureza da ciência junto ao que denominamos de **Saberes Disciplinares de Física**. Analogamente aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, os conteúdos destas disciplinas referem-se

aos saberes sociais emergentes da tradição dos estudos da Física selecionados e presentes na instrução universitária. Na amostra reunida, este grupo é composto por 27 disciplinas (6,9% do total de disciplinas da amostra), sendo 24 obrigatórias e 3 optativas/eletivas, são de disciplinas que tratam especificamente de conteúdos de Física e ressaltam em suas ementas discussões em torno de aspectos históricos, filosóficos e/ou epistemológicos do conhecimento Físico em questão. As disciplinas que constituem este terceiro grupo foram identificadas pela presença de trechos com referências a conceitos físicos em seus nomes e ementas. A carga horária destas disciplinas representa 0,4% da carga horária média dos cursos.

Conforme mencionado, as ementas foram classificadas em cada um destes grupos por apresentarem prioritariamente conteúdos referentes a cada um dos saberes disciplinares ou dos saberes pedagógicos, ainda que também mencionassem em suas ementas outros saberes para além dos identificados.

O quantitativo de disciplinas em relação ao caráter – obrigatório ou optativo/eletivo – em cada grupo – Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos, Saberes Disciplinares de Física – estão representados no Figura 5.

Figura 5 – Distribuição do quantitativo de disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência classificadas com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, e em relação ao caráter de oferta obrigatória ou optativa/eletiva.



Fonte: Autora (2018).

Os dados das instituições, cursos e disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência, ofertadas por unidade federativa, instituição e curso, classificadas com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3), e em relação ao caráter de oferta obrigatória ou optativa/eletiva, estão sistematizados na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantitativo de disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência, ofertadas por unidade federativa, instituição e curso, classificadas com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3), e em relação ao caráter de oferta obrigatória ou optativa/eletiva que fazem parte da amostra.

UF	IES públicas	Cursos de LF	Total de disciplinas	Relação disciplina por	Disciplinas em relação ao caráter de oferta		Grupo1 Saberes Disciplinares de HFESCF		Grupo2 Saberes Pedagógicos		Grupo3 Saberes Disciplinares de Física	
					OB	OP	OB	OP	OB	OP	OB	OP
RS	8	10	15	1,5	11	4	9	4	2	-	-	-
SC	4	6	22	3,7	20	2	12	-	8	2	-	-
PR	8	12	32	2,7	28	4	21	4	5	-	2	-
SP	7	20	75	3,8	41	34	21	32	13	1	7	1
RJ	6	8	30	3,8	28	2	13	1	15	1	-	-
ES	1	3	4	1,3	2	2	2	2	-	-	-	-
MG	10	17	41	2,4	37	4	32	2	5	-	-	2
MS	3	3	12	4,0	11	1	6	1	4	-	1	-
MT	1	2	3	1,5	1	2	1	2	-	-	-	-
GO	3	7	19	2,7	18	1	9	1	8	-	1	-
DF	1	2	8	4,0	4	4	4	4	-	-	-	-
BA	6	6	17	2,8	13	4	10	4	1	-	2	-
SE	2	3	9	3,0	6	3	3	3	3	-	-	-
AL	1	2	5	2,5	3	2	3	2	-	-	-	-
PB	3	7	19	2,7	12	7	7	4	5	3	-	-
PE	3	4	7	1,8	5	2	4	2	1	-	-	-
RN	3	6	16	2,7	16	-	12	-	-	-	4	-

CE	3	5	9	1,8	5	4	4	3	-	1	1	-
PI	2	3	4	1,3	4	-	3	-	-	-	1	-
MA	2	3	10	3,3	10	-	10	-	-	-	-	-
TO	2	2	4	2,0	4	-	4	-	-	-	-	-
PA	3	5	11	2,2	9	2	5	2	-	-	4	-
AP	1	1	1	1,0	1	-	1	-	-	-	-	-
RR	2	2	2	1,0	2	-	2	-	-	-	-	-
AM	2	2	5	2,5	5	-	5	-	-	-	-	-
AC	1	1	3	3,0	1	2	1	2	-	-	-	-
RO	2	3	7	2,3	6	1	4	1	1	-	1	-
Tot al	90	145	390	2,7	303	87	208	76	71	8	24	3
					390	284	79	27				

Fonte: Autora (2018).

Os dados referentes à carga horária e porcentagens das disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência, ofertadas por unidade federativa, instituição e curso, classificadas com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3), estão sistematizados na Tabela 3.

Os dados nos permitem afirmar que há uma preocupação, ainda que breve, em atender as demandas da legislação sobre formação de professores com relação à oferta de disciplinas que abordem discussões sobre a natureza da ciência. De uma maneira geral, 4,7% da carga horária dos cursos são destinadas a discussões sobre o tema, mas parte das disciplinas não tratam exclusivamente este tipo de discussão (Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, ou grupos 2 e 3, respectivamente) e abordam uma gama de conteúdos, também pertinentes à formação dos licenciandos, mas com características diversas. Além disso, parte das disciplinas pertencentes aos grupos são de caráter optativo/eletivo, o que nos impede de afirmar que determinada disciplina venha a ser constituinte da formação profissional do licenciado, tendo em vista que disciplinas com este caráter optativo/eletivo geralmente tem uma função de complementaridade à formação principal.

Na Licenciatura em Física, os estudantes fazem suas escolhas a partir de uma lista variada, que apresentam inclusive algumas opções

sobre temas específicos e atuais da Física, de grande interesse dos licenciandos. Nesse sentido, com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (Grupo 1), que apresentam discussões exclusivas ao tema da natureza da ciência, apenas 2,3% da carga horária dos cursos de Licenciatura em Física é destinada à oferta de disciplinas obrigatórias. Com relação aos Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (Grupos 2 e 3, respectivamente) que além de outros conteúdos, abrangem a natureza da ciência, a carga horária reduz para apenas 1,3% nos dois grupos.

Tabela 3 – Carga horária de disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência de acordo com: (i) o panorama geral (primeira coluna) e (ii) os Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3) (demais colunas).

Carga horária (CH) total dos cursos de Licenciatura em Física (h): 430704	Panoram a geral	Grupo1 Saberes Disciplina res de HFESC/F	Grupo2 Saberes Pedagógi cos	Grupo3 Saberes Disciplina res de Física
CH total de disciplinas com discussões sobre NdC (h)⁶⁸	20155	13931	4467	1757
CH média por disciplina com discussões sobre NdC (h)⁶⁹	52h	49h	57h	65h
% da CH das disciplinas com discussões sobre NdC em relação a CH do curso⁷⁰	4,7%	3,2%	1,0%	0,4%

Fonte: Autora (2018).

⁶⁸ A carga horária total de disciplinas com discussões sobre NdC foi definida pela soma de toda a carga horária de oferta das 390 disciplinas.

⁶⁹ A carga horária média por disciplina com discussões sobre NdC foi calculada pela razão entre a carga horária total de disciplinas com discussões sobre NdC e a quantidade de disciplinas da amostra de 390 (linha 2 dividido por 390, 284, 79 e 27, respectivamente) ($20155/390 = 52h$; $13931/284 = 49h$; $4519/80 = 57h$; $1550/23 = 65h$).

⁷⁰ A porcentagem da carga horária das disciplinas com discussões sobre NdC foi calculada pela razão entre a carga horária total de disciplinas com discussões sobre NdC e a carga horária total dos cursos de Licenciatura em Física de 430704 horas (linha 2 dividido pela célula 1) ($20155/430704 = 4,7\%$; $13931/430704 = 3,2\%$; $4467/430704 = 1,0\%$; $1757/430704 = 0,4\%$).

Estes dados nos levam a duas considerações importantes: há pouco espaço e tempo destinado a discussões exclusivas à temática da natureza da ciência e menos dedicação ainda a integrar esta temática a outras disciplinas e conteúdos como da área de ensino e da física, que buscamos identificar nos conteúdos das disciplinas classificadas como sendo referentes aos Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física. Ainda que a dedicação de carga horária não seja tão expressiva, é importante refletir sobre como tornar o debate sobre a natureza da ciência mais efetivo, incorporando-a inclusive ao debate metodológico e para a aprendizagem da própria Física (MARTINS, 2007; PEREIRA; MARTINS, 2011).

Outro elemento que consideramos importante analisar, refere-se aos departamentos e núcleos responsáveis pela oferta das disciplinas que abordam o tema da natureza da ciência⁷¹. Considerando a totalidade das disciplinas, prevalece a oferta pelos Departamentos de Física (32%) e os Núcleos de Formação Específica/Especializada (15%). Em menor porcentagem a oferta é feita pelos Departamentos e Núcleos Interdisciplinares (7%), a exemplo departamentos de Ciências Naturais, Exatas e Tecnologia, Departamentos de Ciências Sociais e Humanas (6%), Departamentos e Núcleos de Educação, Prática de Ensino e Pedagógicos (5%) e Núcleos de Formação Comum/Geral/Básica (3%). No entanto, uma parcela significativa das disciplinas (33%) não apresenta a informação explícita sobre o departamento ou núcleo responsável pela sua oferta, ainda que uma pista possa ser encontrada a partir do código da disciplina.

Uma análise com relação aos departamentos e núcleos responsáveis pela oferta das disciplinas também pode ser realizada dentro de cada um dos grupos. No que diz respeito ao primeiro grupo, das disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, a maior parte é ofertada pelos Departamentos de Física (35%), seguido pelos Núcleos de Formação Específica/Especializada (11%), Departamentos de Ciências Sociais e Humanas (8%), Departamentos e Núcleos Interdisciplinares (7%), Departamentos e Núcleos de Educação, Prática

⁷¹ Núcleos de Formação são alternativas às esferas de organização departamental existentes em instituições de ensino superior no Brasil, tais como Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Núcleos de Formação Específica ou Especializada, Núcleos de Formação Comum, Geral ou Básica, Núcleos Interdisciplinares são exemplos.

de Ensino e Pedagógicos (4%) e Núcleos de Formação Comum/Geral/Básica (3%).

Com relação ao segundo grupo, de disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos, a maior parte é ofertada pelos Núcleos de Formação Específica/Especializada (30%), seguido pelos Departamentos de Física (21%), Departamentos e Núcleos de Educação, Prática de Ensino e Pedagógicos (9%) e Departamentos e Núcleos Interdisciplinares (8%). Este grupo não apresenta disciplinas associadas a Departamentos de Ciências Sociais e Humanas e Núcleos de Formação Comum/Geral/Básica.

Com relação ao terceiro grupo, de disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física, a maior parte é ofertada pelos Departamentos de Física (30%), seguidos pelos Núcleos de Formação Comum/Geral/Básica (9%) e de Formação Específica/Especializada (9%). Este grupo não apresenta disciplinas associadas a Departamentos e Núcleos Interdisciplinares, Departamentos de Ciências Sociais e Humanas e Departamentos e Núcleos de Educação, Prática de Ensino e Pedagógicos.

Nota-se que uma parcela significativa das disciplinas de cada um dos grupos – 31%, 33% e 52% nos grupos 1, 2 e 3, respectivamente – não apresentam explicitamente a informação sobre o departamento ou núcleo de oferta. Por este motivo, uma análise geral e adequada sobre a possível constituição do corpo docente que ministra estas disciplinas nos cursos de Licenciatura em Física fica bastante fragilizada. O que pode ser constatado é que, de maneira geral, a estrutura por departamentos é uma organização característica de grande parte das Universidades Federais, Estaduais e Municipais, enquanto que a estrutura por núcleos de formação está presente nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

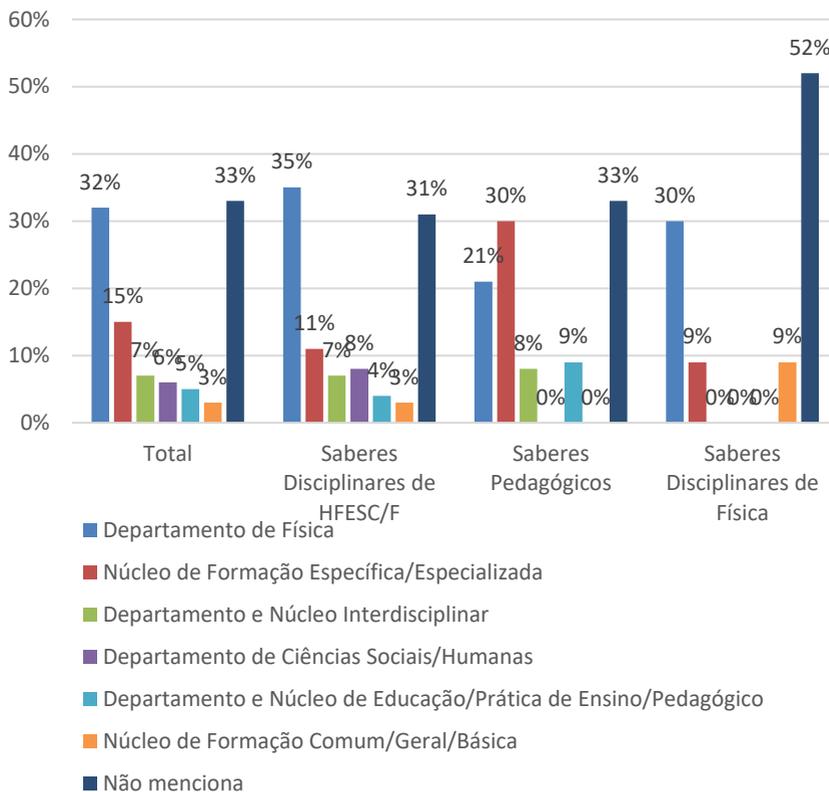
Com relação a isso, a proposta de organização dos cursos de Licenciatura dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia se baseia na transversalidade dos saberes em Núcleos de Formação pela integração de conhecimentos comuns e específicos das áreas de conhecimento, em uma “perspectiva de que qualquer professor precisa perceber, para além do seu campo específico de atuação, a questão da Ciência de uma forma mais ampla” (BRASIL, sem data, p. 11). O Núcleo Comum é composto pelo Núcleo Básico, que trata de conhecimentos fundamentais à formação docente na área de atuação, e Núcleo Pedagógico, que busca o desenvolvimento de conhecimentos sobre educação visando a formação do educador. No Núcleo Específico são desenvolvidos os conhecimentos específicos da habilitação e

aprofundados os conhecimentos do Núcleo Comum. No Núcleo Complementar são desenvolvidas atividades que propiciem o exercício da habilitação em uma perspectiva interdisciplinar e integradora.

A maior porcentagem de disciplinas de Saberes Pedagógicos, estão sob responsabilidade dos Núcleos de Formação Específica/Especializada, grande parte oferecida pelas Licenciaturas dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Isto é, os Institutos Federais, Ciência e Tecnologia oferecem em maior quantidade disciplinas com conteúdos referentes aos Saberes Pedagógicos, especificamente da área de Ensino de Física e de Ciências. Nestas disciplinas o debate sobre a natureza da ciência aparece incorporado ao debate metodológico específico da área. A importância desta integração entre áreas reforça as recomendações de Martins (2007) e Pereira e Martins (2011), expostas anteriormente.

As informações das disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência em relação aos departamentos e núcleos de oferta – obrigatório ou optativo/eletivo – classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos, Saberes Disciplinares de Física, estão representados no Figura 6.

Figura 6 – Departamentos e núcleos de oferta das disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência classificadas com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3).



Fonte: Autora (2018).

Para além da classificação das disciplinas em cada um dos tipos e grupos apresentados até aqui pela identificação das informações sobre carga horária, semestre de oferta ou periodização, caráter obrigatório ou optativo, departamento ou núcleo de oferta das disciplinas, bem como categorização e análise de suas ementas em relação ao conteúdo que será apresentado na próxima seção, percebemos ser importante identificar quais cursos e instituições concentram as ofertas de disciplinas de cada

um dos tipos e grupos. Nesse sentido, identificamos os cursos de Licenciatura em Física de instituições de ensino superior públicas no Brasil que oferecem disciplinas sobre a temática da natureza da ciência junto aos conteúdos associados aos saberes. De acordo com nossa proposta de classificação, identificamos aqueles cursos que contemplam o debate em disciplinas do tipo:

- Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (Grupos 1 e 2 e 3, respectivamente);
- Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e Saberes Pedagógicos (Grupos 1 e 2);
- Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e Saberes Disciplinares de Física (Grupos 1 e 3);
- Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (Grupos 2 e 3);
- Apenas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (Grupo 1);
- Apenas do tipo Saberes Pedagógicos (Grupo 2);
- Apenas do tipo Saberes Disciplinares de Física (Grupo 3).

Dos 145 cursos de LF de IES públicas do Brasil, grande parte, 65,5% do total (95 cursos), apresentam em suas estruturas curriculares apenas disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1 (sendo 143 delas obrigatórias e 42 optativas/eletivas), totalizando 185 disciplinas, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP) que fazem parte da amostra.

UF	IES pública da amostra	CURSOS de LF de IES públicas APENAS COM DISCIPLINAS DO GRUPO 1	Disciplinas dos CURSOS APENAS COM DISCIPLINAS DO GRUPO 1	Relação disciplina por curso de LF	APENAS DISCIPLINAS DO GRUPO 1: Saberes Disciplinares de HFESC/F	
					OB	OP
RS	6	8	11	1,4	7	4
Unipampa – Campus Bagé					1	
IF Farroupilha – Campus São Borja					1	1
IFSul-Rio-Grandense – Campus CAVG					1	1
UFPel – Pelotas						2
UFSM – Santa Maria - Diurno					1	
UFSM – Santa Maria - Noturno					1	
UFRGS – Porto Alegre – Diurno					1	
UFRGS – Porto Alegre – Noturno					1	
SC	2	2	4	2,0	4	-
IFC – Campus Rio do Sul					2	
IFSC – Campus Jaraguá do Sul					2	
PR	8	10	21	2,1	18	3
IFPR – Campus Ivaiporã					2	
IFPR – Campus Telêmaco Borba					2	
UEL – Londrina					1	
UEM – Goiorê					1	
UEM – Maringá					2	
UEPG – Ponta Grossa					2	
Unicentro – Campus Guarapuava					2	1
UFFS – Realeza					3	1
UFPR – Curitiba					1	1
UTFPR – Campus Curitiba					2	

SP	4	9	22	2,4	12	10
UFABC – Santo André					2	6
UNITAU – Taubaté					1	
UNESP – Bauru					2	
UNESP – Guaratinguetá					1	
UNESP – Ilha Solteira					2	
UNESP – Presidente Prudente					1	1
UNESP – Rio Claro					1	
UFSCar – São Carlos – Diurno					1	3
UFSCar – Sorocaba					1	
RJ	2	3	3	1,0	3	-
UFRJ – Rio de Janeiro					1	
UFF – Niterói					1	
UFF – Santo Antônio de Pádua					1	
ES	1	3	4	1,3	2	2
UFES – Alegre						2
UFES – São Mateus					1	
UFES – Vitória					1	
MG	7	13	26	2,0	25	1
IFMG – Bambuí					2	
IFMG – Ouro Preto					5	
IFNMG – Januária					1	
IFNMG – Salinas					1	
IFSEMG – Juiz de Fora					5	
UFLA – Lavras					1	
UFMG – Belo Horizonte – Diurno					1	
UFMG – Belo Horizonte – Noturno					1	
UFU – Uberlândia					1	
UFU – Ituiutaba					2	
UFV – Viçosa – Integral					2	1
UFV – Viçosa – Noturno					2	
UFV – Florestal – Integral					1	

MS	1	1	4	4,0	4	-
UFMS – Campo Grande					4	
MT	1	2	3	1,5	1	2
UFMT – Cuiabá						2
UFMT – Pontal do Araguaia					1	
GO	2	2	2	1,0	2	-
IFG – Goiânia					1	
UFG – Catalão					1	
DF	1	2	8	4,0	4	4
UNB – Brasília – Diurno					2	2
UNB – Brasília – Noturno					2	2
BA	4	4	10	2,5	8	2
UESC – Ilhéus					2	2
UESB – Vitória da Conquista					3	
UFOB – Barreiras					2	
UFRB – Amargosa					1	
SE	1	2	5	2,5	2	3
UFS – Itabaiana					1	2
UFS – São Cristóvão					1	1
AL	1	2	5	2,5	3	2
UFAL – Arapiraca						2
UFAL – Maceió					3	
PB	2	3	3	1,0	3	-
IFPB – Campina Grande					1	
UFCEG – Cuité – Diurno					1	
UFCEG – Cuité – Noturno					1	
PE	2	3	5	1,7	3	2
IFSertão – Petrolina					1	1
IFSertão – Salgueiro					1	1
UFPE – Caruaru					1	
RN	2	5	10	2,0	10	-
IFRN – Caicó					2	

IFRN – João Câmara					2	
IFRN – Natal					2	
IFRN – Santa Cruz					2	
UERN – Mossoró					2	
CE	3	3	5	1,7	2	3
IFCE – Cratêus					1	
UECE – Limoeiro do Norte					1	2
UFC – Fortaleza						1
PI	2	2	2	1,0	2	-
IFPI – Picos					1	
UFPI – Teresina – Vespertino e Noturno					1	
MA	2	3	10	3,3	10	-
IFMA – São João dos Patos					2	
IFMA – São Luís					6	
UEMA – Caxias					2	
TO	2	2	4	2,0	4	-
UFT – Araguína					3	
IFTO – Palmas					1	
PA	2	4	5	1,2	3	2
IFPA – Belém					1	
IFPA – Bragança					2	
UFPA – Abaetetuba						1
UFPA – Belém						1
AP	1	1	1	1,0	1	-
UNIFAP – Macapá					1	
RR	2	2	2	1,0	2	-
UERR – Rorainópolis					1	
UFRR – Boa Vista					1	
AM	2	2	5	2,5	5	-
IFAM – Manaus					3	
UEA – Tefé					2	
AC	1	1	3	3,0	1	2

UFAC – Rio Branco					1	2
RO	1	1	2	2,0	2	-
UNIR – Ji-Paraná					2	
Total	65	95	185	1,9	143	42
					185	

Fonte: Autora (2018).

Outra parcela dos cursos, 22,8% do total (33 cursos) apresentam em suas estruturas curriculares disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1 (68 disciplinas, sendo 44 obrigatórias e 24 optativas/eletivas), e Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2 (67 disciplinas, sendo 60 obrigatórias e 7 optativas/eletivas), totalizando 135 disciplinas, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1, e Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).

UF	IES pública da amostra	CURSOS de LF de IES públicas APENAS COM DISCIPLINAS DOS GRUPO 1 E 2	Disciplinas dos CURSOS APENAS COM DISCIPLINAS DOS GRUPO 1 E 2	Relação o disciplina por curso de LF	DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F		DISCIPLINAS DO GRUPO2: Saberes Pedagógicos	
					OB	OP	OB	OP
RS	2	2	4	2,0	2	-	2	-
IFRS – Campus Bento Gonçalves					1		1	
UFFS – Campus Cerro Largo					1		1	
SC	4	4	18	4,5	8	-	8	2
UDESC – Joinville					2		1	1
IFC – Campus Concórdia					3		1	
IFSC – Campus Araranguá					2		5	

UFSC – Florianópolis					1		1	1
PR	1	1	8	8,0	2	1	5	-
IFPR – Foz do Iguaçu					2	1	5	
SP	3	5	24	4,8	3	14	7	-
USP – São Paulo – Diurno						5	1	
USP – São Paulo – Noturno						5	1	
UNESP – São José do Rio Preto					1		1	
UFSCar – Araras					1		2	
UFSCar – São Carlos – Noturno					1	4	2	
RJ	4	5	27	5,4	10	1	15	1
CEFET/RJ – Petrópolis					1		2	
IFRJ – Nilópolis					1		5	1
IFRJ – Volta Redonda					2	1	5	
IF Fluminense – Cabo Frio					3		2	
UENF – Campo dos Goytacazes					3		1	
MG	2	2	5	2,5	2	-	3	-
IFMG – Congonhas					1		1	
UFSJ – São João del Rei					1		2	
MS	1	1	3	3,0	1	1	1	-
UFGD – Dourados					1	1	1	
GO	2	4	15	3,8	6	1	8	-
UEG – Anápolis					2	1	4	
UFG – Goiânia – Integral					1		1	
UFG – Goiânia – Noturno					1		1	
UFG – Jataí – Noturno					2		2	
BA	1	1	3	3,0	1	1	1	-
IFBA – Salvador					1	1	1	
SE	1	1	4	4,0	1	-	3	-
IFS – Lagarto					1		3	
PB	1	4	16	4,0	4	4	5	3
UEPB – Campina Grande – Diurno					1	1	1	1
UEPB – Campina Grande – Noturno					1	1	1	1

UEPB – Patos – Integral					1	1	1	1
UEPB – Patos – Noturno					1	1	2	
PE	1	1	2	2,0	1	-	1	-
IFPE – Pesqueira					1		1	
CE	1	1	2	2,0	1	-	-	1
UECE – Fortaleza					1			1
RO	1	1	4	4,0	2	1	1	-
UNIR – Porto Velho					2	1	1	
Total	25	33	135	4,1	44	24	60	7
					68		67	

Fonte: Autora (2018).

Uma terceira parcela dos cursos, 6,9% do total (10 cursos) apresentam em suas estruturas curriculares disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes aos Grupo 1 (22 disciplinas, sendo 13 obrigatórias e 9 optativas/eletivas), e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3 (18 disciplinas, sendo 17 obrigatórias e 1 optativas/eletivas), totalizando 40 disciplinas, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes aos Grupos 1, e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).

UF	IES pública da amostra	CURSOS de LF de IES públicas APENAS COM DISCIPLINAS AS DOS GRUPO 1 E 3	Disciplinas dos CURSOS APENAS COM DISCIPLINAS AS DOS GRUPO 1 E 3	Relação do disciplina na por curso de LF	DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F		DISCIPLINAS DO GRUPO3: Saberes Disciplinares de Física	
					OB	OP	OB	OP
PR	1	1	3	3,0	1	-	2	-
IFPR – Campus Paranaguá					1		2	

SP	2	3	15	5,0	4	8	2	1
IFSP – Birigui					2		1	
IFSP – São Paulo					2		1	
UNICAMP – Campinas – Integral						8		1
GO	1	1	2	2,0	1	-	1	-
IFG – Jataí					1		1	
BA	1	1	4	4,0	1	1	2	-
UEFS – Feira de Santana					1	1	2	
RN	1	1	6	6,0	2	-	4	-
UFRN – Natal					2		4	
CE	1	1	2	2,0	1	-	1	-
IFCE – Tianguá					1		1	
PI	1	1	2	2,0	1	-	1	-
IFPI – Parnaíba					1		1	
PA	1	1	6	6,0	2	-	4	-
UNIFESSPA – Marabá					2		4	
Total	9	10	40	4,0	13	9	17	1
					22		18	

Fonte: Autora (2018).

Uma quarta parcela dos cursos, 3,45% do total (5 cursos) apresentam em suas estruturas curriculares disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes aos Grupo 1 (9 disciplinas, sendo 8 obrigatórias e 1 optativas/eletivas), com relação aos Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2 (11 disciplinas, sendo todas obrigatórias) e com relação aos Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3 (8 disciplinas, sendo 6 obrigatórias e 2 optativas/eletivas), totalizando 28 disciplinas, conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes aos Grupos 1 e 2 e 3, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).

UF	IES públicas da amostra	CURSO S de LF de IES públicas COM DISCIPLINAS DOS GRUPO 1 E 2 E 3	Disciplinas dos CURSO S COM DISCIPLINAS DOS GRUPO 1 E 2 E 3	Relação disciplina por curso de LF	DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F		DISCIPLINAS DO GRUPO2: Saberes Pedagógicos		DISCIPLINAS DO GRUPO3: Saberes Disciplinares de Física	
					OB	OP	OB	OP	OB	OP
SP	1	2	13	6,5	2	-	6	-	5	-
IFSP – Itapetinga					1		1		3	
IFSP – Piracicaba					1		5		2	
MG	2	2	10	5,0	5	1	2	-	-	2
UNIFAL – Alfenas					3		1			1
UFTM – Uberaba					2	1	1			1
MS	1	1	5	5,0	1	-	3	-	1	-
UEMS – Dourados					1		3		1	
Total	5	5	28	5,6	8	1	11	-	6	2
					9		11		8	

Fonte: Autora (2018).

Somente um curso (0,68%) apresenta em sua estrutura curricular apenas disciplina, que aborda a temática da natureza da ciência, classificada como Saberes Pedagógicos, pertencente ao Grupo 2, e outro (0,68%) apenas uma disciplina com relação aos Saberes Disciplinares de Física, pertencente ao Grupo 3, conforme Tabela 8 e Tabela 9.

Tabela 8 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).

UF	IES públicas amostra	CURSOS de LF de IES públicas APENAS COM DISCIPLINAS DO GRUPO 2	Disciplinas dos CURSOS APENAS COM DISCIPLINAS DO GRUPO 2	Relação disciplina por curso de LF	APENAS DISCIPLINAS DO GRUPO2: Saberes Pedagógicos	
					OB	OP
SP	1	1	1	1,0	-	1
UNICAMP – Campinas – Noturno						1
Total	1	1	1	1,0	-	1
					1	

Fonte: Autora (2018).

Tabela 9 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3, distribuídos por unidade federativa e classificados quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).

UF	IES públicas amostra	CURSOS de LF de IES públicas APENAS COM DISCIPLINAS DO GRUPO 3	Disciplinas dos CURSOS APENAS COM DISCIPLINAS DO GRUPO 3	Relação disciplina por curso de LF	APENAS DISCIPLINAS DO GRUPO3: Saberes Disciplinares de Física	
					OB	OP
SP	1	1	1	1,0	1	-
UFRO – Porto Velho					1	
Total	1	1	1	1,0	1	-
					1	

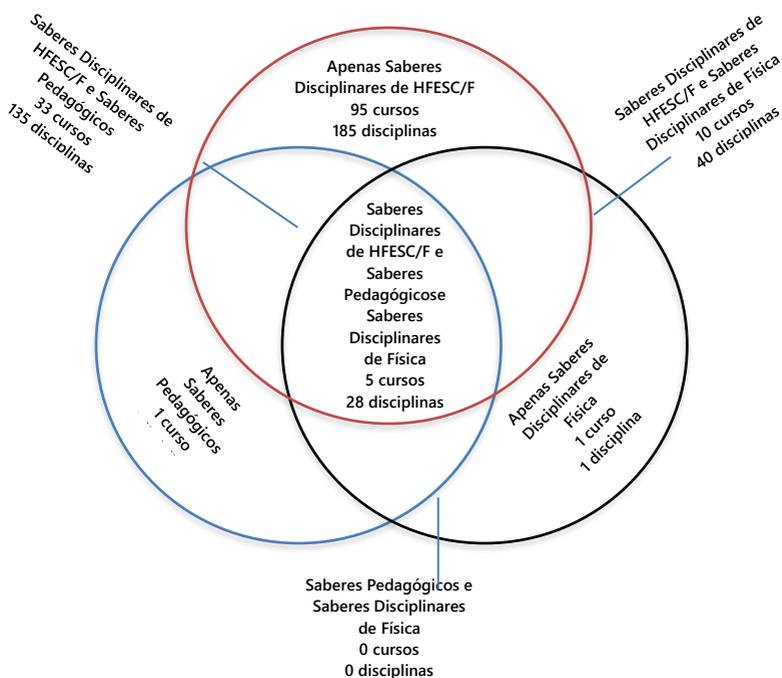
Fonte: Autora (2018).

Nenhum curso oferta apenas disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes aos Grupo 2 e Grupo 3, respectivamente.

A partir desses dados, é possível elaborar uma representação esquemática com relação à presença de disciplinas que contêm em suas ementas discussões sobre a temática da natureza da ciência, referentes aos

Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física e suas intersecções, em cursos de Licenciatura em Física de instituições de ensino superior públicas no Brasil (Figura 7).

Figura 7 – Representação esquemática da distribuição dos cursos que apresentam em suas matrizes curriculares disciplinas referentes aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física e suas intersecções, pertencentes aos Grupos 1, 2 e 3, nos cursos de Licenciatura em Física de instituições de ensino superior públicas no Brasil, de acordo com nossa proposta de classificação.



Fonte: Autora (2018).

Em suma, esta sistematização evidencia o cenário atual de oferta destas disciplinas nos cursos de Licenciatura em Física. Grande parte dos cursos – 65,5% que concentram 47,4% do total de disciplinas de nossa amostra – apresentam em suas matrizes curriculares apenas disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, referentes aos Saberes

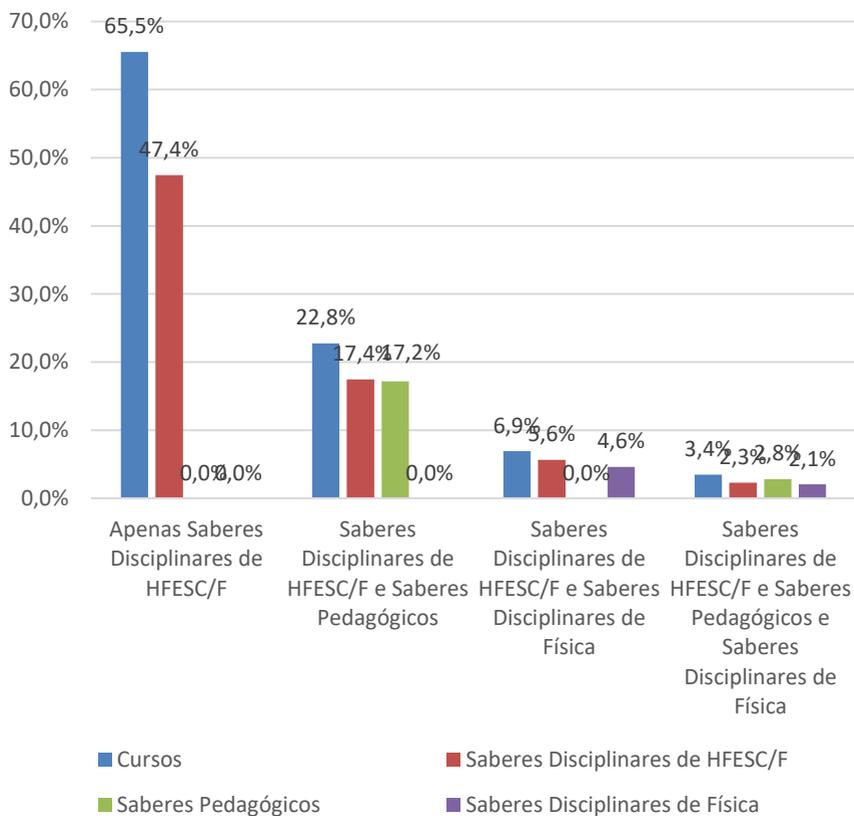
Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (Grupo 1).

Uma parcela um pouco menor dos cursos – 22,8% que concentram 34,6% do total de disciplinas de nossa amostra – apresenta em suas matrizes curriculares tanto disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência, referentes aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (17,4% de disciplinas do Grupo 1), quanto aos Saberes Pedagógicos (17,2% de disciplinas do Grupo 2), isto é, que propõem a discussão da temática da natureza da associado ao debate dos aspectos didático-metodológicos da área de Ensino de Ciências/Física.

Uma parte menor dos cursos – 6,9% que concentram 10,2% do total de disciplinas de nossa amostra – apresentam em suas matrizes curriculares tanto disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, referentes aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (5,6% de disciplinas do Grupo 1), quanto aos Saberes Disciplinares de Física (4,6% de disciplinas do Grupo 3), isto é, que propõem alguma intersecção da discussão da temática da natureza da ciência associado ao estudo e compreensão conceitual do conhecimento da Física.

Por fim, uma parte ainda menor – 3,4% que concentram 7,2% do total de disciplinas de nossa amostra – apresentam em suas matrizes curriculares disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, referentes aos três grupos: Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (2,3% de disciplinas do Grupo 1), Saberes Pedagógicos (2,8% de disciplinas do Grupo 2) e Saberes Disciplinares de Física (2,1% de disciplinas do Grupo 3). Esta sistematização também está representada no Figura 8.

Figura 8 – Representação esquemática da distribuição dos cursos (99% dos cursos) que apresentam em suas matrizes curriculares disciplinas referentes aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes aos Grupos 1, 2 e 3, nos cursos de Licenciatura em Física de instituições de ensino superior públicas no Brasil, de acordo com nossa proposta de classificação.



Fonte: Autora (2018).

Nas disciplinas do tipo **Saberes Pedagógicos** se constata uma preocupação mais efetiva com a didatização do conhecimento científico – a discussão do quê, como, para quê e para quem ensinar ciências/física, sobre a transposição didática, sobre procedimentos e estratégias didático-metodológicas, das perspectivas ditas tradicionais às inovadoras. Assim, mesmo que seja representativa (22,8% dos cursos que concentram 34,6%

do total de disciplinas de nossa amostra com Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e **Saberes Pedagógicos**, 3,4% dos cursos que concentram 7,2% do total de disciplinas de nossa amostra com Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, **Saberes Pedagógicos** e Saberes Disciplinares de Física, e 1 curso que concentra 1 disciplina apenas com **Saberes Pedagógicos**, este último não representado na Figura 8), ainda nos parece que apenas uma parcela pequena e de carga horária reduzida é dedicada às disciplinas que trabalham a didatização de conteúdos sobre a natureza da ciência nos cursos de Licenciatura em Física (apenas **Saberes Pedagógicos**, ou Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e **Saberes Pedagógicos**, ou Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e **Saberes Pedagógicos** e Saberes Disciplinares de Física, representados pelos elementos internos ao círculo azul inferior esquerdo da Figura 8).

No mesmo sentido, os dados evidenciam que os Saberes Disciplinares de Física são trabalhados de forma pouco articulada com os Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (apenas **Saberes Disciplinares de Física**, ou Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e **Saberes Disciplinares de Física**, ou Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e **Saberes Disciplinares de Física**, representados pelos elementos internos ao círculo preto inferior direito da Figura 8), referentes a uma parcela menor ainda (6,9% dos cursos que concentram 10,2% do total de disciplinas de nossa amostra com Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e **Saberes Disciplinares de Física**, 3,4% dos cursos que concentram 7,2% do total de disciplinas de nossa amostra com Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e **Saberes Disciplinares de Física**, e 1 curso que concentra 1 disciplina apenas com **Saberes Disciplinares de Física** não representado na Figura 8).

A baixa frequência de disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos e como Saberes Disciplinas de Física junto a disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciências(s) e da Física parecem evidenciar uma fraca presença deste tipo de discussão e, talvez, seja um

indicador de que a articulação entre temas da natureza da ciência e temas de ensino, bem como temas da natureza da ciência e conteúdos de Física aconteçam ainda de maneira muito tímida nos cursos de Licenciatura em Física nas instituições públicas de ensino superior no Brasil. Se, de fato, o debate e a articulação entre os Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e os Saberes Pedagógicos são ausentes ou muito incipientes, pode levar ao fortalecimento de uma concepção ingênua sobre a natureza da ciência, como vem sendo amplamente criticado por pesquisadores da área da educação em ciências e professores de ciências. Esta preocupação é extremamente relevante, pois suscita a seguinte questão: a lacuna de um debate mais qualificado sobre a temática da natureza da ciência, especialmente na intersecção entre os três saberes, poderá ser um indicador de que as crenças epistemológicas dos licenciandos, e até mesmo dos professores formadores, sejam mais valorizadas do que os Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciências(s) e da Física.

Esta análise, amparada pela categorização das ementas das disciplinas reunidas que será apresentada na seção seguinte, nos forneceu indícios tanto para a caracterização dos momentos em que discussões sobre natureza da ciência surgem nos cursos de LF, bem como elementos que justificam nossa decisão por cenários específicos para o aprofundamento desta investigação na realização das entrevistas apresentadas no Capítulo 5. Pelos dados até aqui expostos, parece aceitável advogar por uma quantidade mais expressiva e diversificada de disciplinas com discussões em torno da natureza da ciência, dentro da diversidade de perspectivas e abordagens possíveis – entre clássicas e renovadas –, como formação obrigatória para os futuros professores. Nesse sentido, nos pareceu interessante aprofundar a análise em torno dos cursos que propõem em suas matrizes curriculares disciplinas dos três grupos: aquelas com discussões exclusivas à temática da natureza da ciência, que propõem a discussão do tema associado aos aspectos didático-metodológicos da área de Ensino de Ciências/Física e que propõem a discussão do tema junto ao estudo e compreensão conceitual do conhecimento da Física.

4.4. CATEGORIZAÇÃO E ANÁLISE DAS EMENTAS

Baseados na Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977, 2011), analisamos 390 ementas de disciplinas utilizando como critério de classificação o semântico. Para a análise semântica definimos categorias temáticas com base na literatura da área sobre o debate da natureza da ciência na educação científica, que julgamos condizentes com as características associadas a uma boa categorização, conforme proposto por Bardin (1977, 2011). A análise realizada leva em consideração, portanto, as tendências em pesquisa e perspectivas teórico-metodológicas do debate sobre natureza da ciência na educação científica.

A) SOFTWARE DE ANÁLISE DE DADOS: ATLAS.TI

A análise foi realizada utilizando um *software* de análise de dados qualitativos denominado Atlas.ti – *Qualitative Data Analysis*⁷². O *software* foi essencial para todas as fases da análise de conteúdo, a saber: (1) pré-análise, (2) exploração do material, (3) tratamento dos resultados, inferências e interpretação. O *software* Atlas.ti comporta a análise de documentos diversos (textos, áudio, vídeo, imagens), indicado para o tratamento de grandes volumes de dados e com caráter longitudinal, possibilitando a sistematização e análise de fenômenos complexos e intrinsecamente relacionados. No entanto, vale a pena ressaltar que, mesmo com todas as potencialidades que qualquer *software* de análise de dados qualitativos pode oferecer, nenhum deles realiza o procedimento de análise por si, dependendo sobremaneira do trabalho do pesquisador em fazê-lo. É, portanto, papel do pesquisador adequar as potencialidades do *software* aos seus objetivos de pesquisa. Uma descrição mais detalhada do *software* e exemplos de uso para a pesquisa qualitativa em ciências sociais e humanas, inclusive na educação, pode ser encontrado em Klüber (2014).

B) CATEGORIAS DE ANÁLISE DAS EMENTAS

⁷² A licença demonstrativa pode ser adquirida gratuitamente para download em <http://atlasti.com/>. Informações sobre utilização do *software* estão disponíveis em <https://www.youtube.com/user/ATLAsTi01>.

Embasados pelos referenciais da área da natureza da ciência na educação científica que apresentamos e discutimos no primeiro capítulo deste trabalho, do debate da natureza da ciência na Educação Científica, propusemos a análise das ementas das disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência, a partir de seis categorias que partiram das unidades de registro *a priori*, subdivididas em subcategorias definidas *a posteriori*. Cada uma das ementas foi fragmentada em extratos/trechos que se referiam a cada uma das categorias e subcategorias, conforme apresentadas na sequência. Cada um dos extratos foi analisado e categorizado em apenas uma categoria/subcategoria, respeitando o princípio da exclusão mútua.

De maneira geral classificamos uma ementa ou trecho de uma ementa como pertencendo à categoria **‘História da(s) Ciência(s)/Física’** quando prioriza uma perspectiva de análise de aspectos da natureza da ciência, de um ponto de vista histórico, podendo considerar também fatores sociais, políticos e culturais, por meio de episódios históricos das ciências e da evolução das suas ideias. Esta categoria prevê as seguintes subcategorias: *‘Evolução Histórica das Ideias e Conceitos – Fatores Conceituais’*; *‘Evolução Histórica do Conhecimento Científico – Fatores Extra-Conceituais’*; *‘Períodos Históricos – Fatores Extra-Conceituais’*; e, *‘Nomes de Cientistas’*.

A subcategoria *‘Evolução Histórica das Ideias e Conceitos – Fatores Conceituais’*, abrange fatores conceituais e se refere à análise a partir de uma visão internalista da história da ciência, pela compreensão de que estrutura histórica da ciência pode ser entendida e explicada a partir das suas teorias e conceitos. Portanto, em nossa análise, os extratos foram categorizados como *‘Evolução Histórica das Ideias e Conceitos – Fatores Conceituais’* quando se referiram à descrição e debate restrito à evolução histórica dos fatores conceituais, a partir de uma abordagem internalista da história da ciência. As subcategorias em *‘Evolução Histórica do Conhecimento Científico – Fatores Extra-Conceituais’* e *‘Períodos Históricos – Fatores Extra-Conceituais’*, abrangem fatores extra-conceituais e se referem à análise a partir de uma visão externalista da história da ciência, pela compreensão de que a estrutura histórica da ciência pode ser entendida e explicada, ou ainda pautada, para além de critérios não-rationais, considerando também critérios que não estejam vinculados apenas à construção lógica da ciência. Portanto, em nossa análise, os extratos foram categorizados como *‘Evolução Histórica do Conhecimento Científico – Fatores Extra-Conceituais’*, quando se referiram à descrição e debate mais amplo sobre a evolução histórica de

fatores extra-conceituais, com o estabelecimento de relações entre a história da ciência/física e a filosofia, epistemologia e sociologia da ciência, a partir de uma abordagem externalista da história da ciência. E ainda, categorizados como ‘Períodos Históricos’ quando se referiram à fatos ou períodos da história como elemento de demarcação da evolução histórica da ciência e da física, a partir de uma abordagem externalista da história da ciência. A subcategoria ‘*Nomes de Cientistas*’ foi atribuída especificamente aos nomes dos cientistas mencionados nas ementas das disciplinas como se referindo aos responsáveis pelo desenvolvimento científico de determinados períodos históricos da ciência.

Classificamos uma ementa ou trecho de uma ementa como pertencendo à categoria ‘**Análise e Estudos das Ideias da Filosofia, Epistemologia, Sociologia da(s) Ciência(s)**’ quando prioriza uma perspectiva de análise de aspectos da natureza da ciência, de um ponto de vista filosófico e/ou sociológico, avaliando processos e produtos, procedimentos e resultados do trabalho do cientista e da pesquisa científica, de um ponto de vista descritivo, analítico e valorativo.

Classificamos uma ementa ou trecho de uma ementa como pertencendo à categoria ‘**Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da(s) Ciência(s)**’ quando menciona nas ementas das disciplinas apenas os nomes dos filósofos para se referir ao debate sobre Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência.

Classificamos uma ementa ou trecho de uma ementa como pertencendo à categoria ‘**Temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física**’ quando menciona nas ementas das disciplinas termos que se referem aos debates da Epistemologia, Filosofia e Sociologia da Ciência sobre ‘demarcação entre ciência e não-ciência’, ‘explicação’, ‘justificação’, ‘neutralidade’, ‘verdade’, entre outros, sem nenhuma outra especificação ou detalhamento.

Classificamos uma ementa ou trecho de uma ementa como pertencendo à categoria ‘**História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física para o Ensino**’ quando prioriza uma discussão sobre usos e implicações metodológicas do debate sobre a natureza da ciência. Esta categoria prevê as seguintes subcategorias: ‘*Uso e implicações da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física para o Ensino*’, ‘*Visões e Concepções sobre Natureza da(s) Ciência(s) no Ensino*’. A subcategoria ‘*Uso e implicações da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física para o Ensino*’ se refere à análise a partir de uma visão metodológica da área do ensino de física, contemplando uma descrição e discussão sobre

o uso e implicações da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física no ensino. A subcategoria '*Visões e Concepções sobre Natureza da(s) Ciência(s) no Ensino*' se refere à proposta de discussão sobre visões, concepções e imagens de alunos e professores sobre natureza da ciência.

Por fim, classificamos uma ementa ou trecho de uma ementa como pertencendo à categoria '**Outros**' quando propõe o debate sobre natureza da ciência, mas não se localiza em nenhuma das categorias anteriores. Esta categoria prevê as seguintes subcategorias: '*Relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*' e '*Ciência e tipos de conhecimento*'. A subcategoria '*Relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*' se refere à análise a partir de uma perspectiva do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente na Educação Científica. A subcategoria '*Ciência e tipos de conhecimento*' foi atribuída à extratos que mencionam a discussão sobre a ciência e relação a outros tipos de conhecimento dentro do contexto do debate da natureza da ciência

As categorias e subcategorias utilizadas na classificação e análise das ementas são apresentadas no Quadro 12. Relativo a cada uma delas são apresentados indicadores que orientaram a categorização, e exemplos de extratos de ementas de disciplinas. Os extratos analisados são, portanto, fragmentos das 390 ementas que se referem às 390 disciplinas. Nossa intenção não foi categorizar disciplinas, mas reconhecer e evidenciar que tipo de discussão são incentivadas e promovidas nestas disciplinas.

Quadro 12 – Categorização e Subcategorização dos conteúdos das ementas das 390 disciplinas segundo Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977).

	SUB CATEGORIAS	INDICADORES	EXEMPLOS DE EXTRATOS DE EMENTAS
CATEGORIA História da(s) Ciência(s)/Física	<ul style="list-style-type: none"> • Evolução Histórica das Ideias/Conceitos – Fatores Conceituais 	Atribuído à extratos que se referem à descrição e debate restrito à evolução histórica dos fatores conceituais, a partir de uma abordagem internalista da história da ciência.	<p>“Evolução histórica e epistemológica de conceitos das ciências e suas influências na física clássica e moderna.” (D20⁷³)</p> <p>“Evolução dos conceitos fundamentais da física do ponto de vista histórico desde a antiguidade até o nosso século. (...) Evolução conceitual da relação “força-movimento” (antiperístases de Aristóteles, força impressa, impetus e inércia). Evolução conceitual da gravitação. Evolução conceitual do calor.” (D24)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Evolução Histórica do Conhecimento Científico – Fatores Extra-Conceituais 	Atribuído à extratos que se referem à descrição e debate mais amplo sobre a evolução histórica de fatores extra-conceituais, com o estabelecimento de relações entre a história da ciência/física e a filosofia, epistemologia e sociologia da ciência, a partir de uma abordagem externalista da história da ciência.	<p>“História da ciência com ênfase nas principais tendências e paradigmas teóricos” (D33)</p> <p>“O uso de episódios da história da ciência para compreensão da ciência como uma construção humana.” (D215)</p> <p>“Análise histórica da ciência através das principais teorias filosófico-científicas.” (D382)</p>

⁷³ Por questão de categorização e classificação das disciplinas no software Atlas.ti, cada uma das 390 disciplinas recebeu um código iniciando por D, fazendo referência à disciplina, seguido de um número que identifica sua ordenação com relação a instituição de ensino superior e a unidade federativa a qual pertence. Portanto, o código D20 refere-se a disciplina que ocupa a vigésima posição na lista de disciplinas da amostra analisada, enquanto que o código D215 refere-se a disciplina que ocupa a ducentésima décima quinta posição na lista de disciplinas da amostra analisada.

CATEGORIA História da(s) Ciência(s)/Física	<ul style="list-style-type: none"> • Períodos Históricos-Fatores Extra-Conceituais 	Atribuído à extratos que se referem à períodos históricos como elemento de demarcação da evolução histórica da ciência e da física, a partir de uma abordagem externalista da história da ciência.	“Fornecer uma discussão sobre o papel da física na Revolução Industrial do início do século XX.” (D144)
	<ul style="list-style-type: none"> • Nomes de cientistas 	Atribuído à extratos que se referem aos nomes dos cientistas como se referindo a fatos ou períodos históricos.	“Aristóteles, árabes, escolásticos, Galileu, Newton, Leibnitz e Descartes.” (D173, D174) “Descrever as contribuições de cientistas como Copérnico, Kepler, Galileu, Descartes e Newton para o desenvolvimento da Física.” (D312) “Faraday, Maxwell e Hertz, Oesterd e Lenz.” (D379)
CATEGORIA Análise e Estudos das Ideias da Filosofia, Epistemologia, Sociologia da(s) Ciência(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Análise e Estudo das Ideias da Filosofia, Epistemologia, Sociologia da(s) Ciência(s) 	Atribuído à extratos que se referem à Análise e Estudo das Ideias da Filosofia/, da Epistemologia e da Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física a partir do enfoque filosófico e sociológico, avaliando processos e produtos, procedimentos e resultados do trabalho do cientista e da pesquisa científica, de um ponto de vista descritivo, analítico e valorativo.	“Progresso da Ciência e da Tecnologia” (D72, D238) “A natureza da ciência, a produção do conhecimento científico e seus métodos e procedimentos de validação” (D26, D33) “Pressupostos filosóficos que fundamentam o pensamento científico” (D319, D321, D323, D325) “Aspectos filosóficos e científicos da Física” (D277)

<p style="text-align: center;">CATEGORIA Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da(s) Ciência(s)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bruno Latour • Ernest Mayr • Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da Ciência (geral) • Gaston Bachelard • Henri Poincaré • Humberto Maturana • Ilya Prigogine • Imre Lakatos • Karl Popper • Larry Laudan • Ludwik Fleck • Mário Bunge • Paul Feyerabend • Pierre Bourdieu • Richard Holton • Stephen Toulmin • Thomas Kuhn 	<p>Atribuído às menções à nomes de Filósofos, Epistemólogos e Sociólogos da Ciência.</p>	<p>“As epistemologias do século XX: Popper, Kuhn, Lakatos, Bachelard, Bunge, Feyerabend, Toulmin, Laudan.” (D6, D14, D15)</p> <p>“Epistemologias do Século XX: Bachelard, Poincaré, Popper, Kuhn, Feyerabend, Lakatos, Laudan, Tolmin, Maturana, Bunge e etc.” (D292)</p> <p>“A crítica e o desenvolvimento do conhecimento: Popper, Kuhn, Feyerabend, Bachelard.” (D69)</p> <p>“Evolução da ciência: Popper, Kuhn e Lakatos.” (D101, D102, D107, D108)</p> <p>“As ideias de Popper; A Filosofia de Thomas Kuhn; As Ideias de Lakatos e Feyerabend.” (D148, D156)</p> <p>“Modelos de Gaston Bachelard, Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Paul Feyerabend, Mário Bunge, Humberto Maturana e Ilya Prigogine.” (D232)</p>
---	---	--	--

<p style="text-align: center;">CATEGORIA</p> <p style="text-align: center;">Temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Anarquismo Epistemológico • Anomalias • Ciência Extraordinária • Ciência Normal • Cientificidade • Comensurabilidade e Incomensurabilidade • Concepções de ciência • Conjecturas e Refutações • Demarcação entre Ciência e Não-Ciência • Empírico-indutivista • Espírito Científico • Ética e Ciência • Experimentação • Explicação Científica • Falsificacionismo • Fenômenos Científicos • Justificação • Método Científico • Modelos em Ciência/Científico • Neutralidade Científica • Objetividade Científica • Observação Científica 	<p>Atribuído às menções/extratos que se referem a temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s), como menções à critérios de ordem cognitiva que conceituem 'demarcação entre ciência e não-ciência', 'explicação', 'justificação', 'neutralidade', 'verdade', entre outros.</p>	<p>“Origem do pensamento filosófico. Origem do pensamento científico.” (D58)</p> <p>“As Origens da Ciência Clássica.” (D134, D135, D140, D141)</p> <p>“A Origem da Física.” (D385, D385)</p> <p>“Conhecimento científico, método científico” (D59, D164, D175, D257, D261, D358)</p> <p>“Ética e ciência.” (D59, D319, D321, D23, D325)</p> <p>“Valores e ética na prática científica.” (D70, D71)</p> <p>“Paradigmas e revoluções científicas. Ruptura paradigmática e revolução científica.” (D312)</p> <p>“Conhecimento científico, método científico, grandes paradigmas da ciência.” (D59, D164, D175, D257, D261, D262, D358)</p>
--	--	--	---

<ul style="list-style-type: none">• Obstáculos Epistemológicos• Origem• Paradigmas• Pluralismo Metodológico• Problema(s) e problematização(ões)• Programas de Pesquisa• Progresso Científico• Racionalidade Científica• Racionalismo Crítico• Relativismo• Revolução(ões) Científica(s)• Rupturas• Tradição Científica• Valor(es) e Ciência• Verdade Científica• Verificação		
---	--	--

CATEGORIA História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física para o Ensino	<ul style="list-style-type: none"> • Uso e Implicações da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física para o Ensino 	<p>Atribuído à extratos que se referem à descrição e discussão sobre o uso e implicações da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física para o ensino.</p>	<p>“História da ciência no ensino (de física).” (D29, D30, D31, D32, D151, D152, D153, D158, D159, D160, D161, D182, D224, D241, D242, D243, D244, D280, D281, D282)</p> <p>“História e Filosofia da Ciência e ensino de Física.” (D129, D198, D216, D223, D225, D226, D247, D249, D253)</p> <p>“As implicações da história e da epistemologia da Ciência para o ensino.” (D6, D14, D15, D25, D53)</p> <p>“Uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino.” (D41, D42, D44, D57)</p> <p>“Importância da história e da filosofia da ciência para o ensino de ciências naturais.” (D59, D164, D175, D256, D257, D260, D262, D358)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Visões e Concepções sobre Natureza da(s) Ciência(s) no Ensino 	<p>Atribuído à extratos que se referem à Visões ou Concepções de alunos e professores sobre Natureza da(s) Ciência(s).</p>	<p>“Concepções sobre a natureza da ciência e sobre a natureza do trabalho científico.” (D37)</p> <p>“Identificar e analisar as concepções de alunos e professores dos níveis de ensino médio e superior sobre a Natureza da ciência e da investigação científica.” (D204)</p>

CATEGORIA Outros	<ul style="list-style-type: none"> • Relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente 	Atribuído à extratos que se referem à discussão sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.	<p>“Aspectos da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) na educação científica.” (D18)</p> <p>“Aspectos históricos, filosóficos e sociológicos dos enfoques CTS.” (D297, D301, D305, D309)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Ciência e tipos de conhecimento 	Atribuído à extratos que mencionam a discussão sobre a ciência e relação a outros tipos de conhecimento dentro do contexto do debate da natureza da ciência	<p>“Ciência e tipos de conhecimento.” (D9, D62)</p>

Fonte: Autora (2018).

C) ANÁLISE DAS EMENTAS

A codificação dos textos das 390 ementas, de acordo com as categorias descritas anteriormente, gerou um quantitativo de 1477 extratos referentes a menções ao estudo da temática da natureza da ciência. Apresentaremos estas categorias na sequência por ordem de frequência, da maior para a menor, e as respectivas análises.

A categoria com maior número de menções é a categoria ‘História da(s) Ciência(s)/Física’, composta de cinco subcategorias, com o quantitativo de 536 extratos (36,2% do total de extratos). Nesta categoria e subcategorias, codificamos extratos que sugerem o tratamento de aspectos da natureza da ciência associados ao debate da História da(s) Ciência(s) e da Física a partir de perspectivas de evolução das ideias, conceitos e conhecimentos da ciência e da física, a partir de fatores conceituais ou extra-conceituais, se referindo a períodos históricos, ou ainda mesmo, se referindo aos nomes dos cientistas. Na sequência, a segunda, terceira e quarta categorias com maior número de menções são ‘Temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’, com 403 extratos (27,3% do total), ‘Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da Ciência’, com 165 extratos (11,1% do total), e ‘Análise e Estudo das Ideias da Filosofia, Epistemologia, Sociologia da(s) Ciência(s)’, com 164 extratos (11,1% do total). A quinta categoria em número de menções é a ‘História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física para o Ensino’, composta de duas subcategorias, com 131 extratos (8,9% do total). Nesta categoria e subcategorias, codificamos extratos que sugerem o tratamento de aspectos da natureza da ciência associados ao debate metodológico da área de ensino de Ciências e de Física. A última categoria em número de menções é a que denominamos ‘Outros’, composta de duas subcategorias, com 81 extratos (5,4% do total). Nesta categoria e subcategorias, codificamos extratos que sugerem o tratamento de aspectos da natureza da ciência associados ao debate da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, ou até mesmo mencionam esta intenção na expressão Ciência e tipos de conhecimento.

O grupo de disciplinas com maior quantitativo de extratos é o grupo que se refere aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física com 1264 extratos (85,4% do total de extratos), sendo 1005 em disciplinas de caráter obrigatório e 259 em disciplinas de caráter optativo/eletivo. Na sequência, o grupo que se refere aos Saberes Pedagógicos apresenta 160 extratos (10,8% do total de extratos), sendo 142 em disciplinas de caráter

obrigatório e 18 em disciplinas de caráter optativo/eletivo, e o terceiro grupo que se refere aos Saberes Disciplinares de Física apresenta 56 extratos (3,8% do total de extratos), sendo 51 em disciplinas de caráter obrigatório e 5 em disciplinas de caráter optativo/eletivo.

O maior número de extratos em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física, se deve ao fato de possuírem em suas ementas quase que exclusivamente conteúdos referentes ao debate da tradição dos estudos sobre a natureza da ciência. Além disso, conforme apresentado na seção 4.4, lembramos que das 390 disciplinas de nossa amostra, 284 foram classificadas como pertencentes a este grupo (72,8% do total de disciplinas), sendo 208 de caráter obrigatório (53,3% do total de disciplinas) e 76 de caráter optativo/eletivo (19,5% do total de disciplinas), seguido por 79 disciplinas (20,3% do total de disciplinas) classificadas como Saberes Pedagógicos, sendo 71 de caráter obrigatório (18,2% do total de disciplinas) e 8 de caráter optativo/eletivo (2,05% do total de disciplinas), e por 27 disciplinas (6,92% do total de disciplinas) classificadas como Saberes Disciplinares de Física, sendo 24 de caráter obrigatório (6,15% do total de disciplinas) e 3 de caráter optativo/eletivo (0,77% do total de disciplinas).

As análises destas classificações em cada uma das categorias e subcategorias e suas relações com cada um dos grupos serão apresentadas na sequência deste texto. Os quantitativos são apresentados na Tabela 10, onde estão destacadas as categorias e subcategorias mais frequentes.

Tabela 10 – Quantitativo de menções à temática da natureza da ciência em cada uma das categorias e classificadas de acordo com Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, e em relação ao caráter de oferta obrigatória ou optativa/eletiva.

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	GRUPO 1: Saberes Disciplinares de HFESC/F		GRUPO 2: Saberes Pedagógicos		GRUPO 3: Saberes Disciplinares de Física		Total	
		OB (208)	OPT (76)	OB (71)	OPT (8)	OB (24)	OPT (3)		
História da(s) Ciência(s)/Física	Evolução Histórica das Ideias/Conceitos – Fatores Conceituais	158	44	14	0	22	2	240	536
	Evolução Histórica do Conhecimento Científico – Fatores Extra-Conceituais	32	9	2	0	4	1	48	
	Períodos Históricos – Fatores Extra-Conceituais	161	41	1	0	6	0	209	
	Nomes de Cientistas	32	7	0	0	0	0	39	
Temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física		303	65	13	6	16	0	403	
Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da Ciência		127	37	0	0	0	1	165	
Análise e Estudo das Ideias da Filosofia, Epistemologia, Sociologia da(s) Ciência(s)		116	39	6	1	1	1	164	
HFESC/F /o Ensino	Uso e Implicações da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/ Física para o Ensino	41	9	66	5	2	0	123	131
	Visões/Concepções sobre Natureza da(s) Ciência(s) no Ensino	2	0	5	1	0	0	8	
Outros	Relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	27	3	35	5	0	0	70	81
	Ciência e tipos de conhecimento	6	5	0	0	0	0	11	
Total		1005	259	142	18	51	5	1480	
		1264		160		56			

Fonte: Autora (2018).

i) Categoria 'História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física'

No que se refere à categoria 'História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física', codificamos termos e expressões das ementas que sugerem o tratamento de aspectos da natureza da ciência associados ao debate da História da Ciência em quatro aspectos, os quais classificamos nas seguintes subcategorias: 'Evolução Histórica das Ideias/Conceitos – Fatores Conceituais', 'Evolução Histórica do Conhecimento Científico – Fatores Extra-Conceituais', 'Períodos Históricos – Fatores Extra-Conceituais', 'Nomes de Cientistas'.

Com 240 extratos (16,2% do total de extratos) a subcategoria que apresenta maior número é 'Evolução Histórica das Ideias/Conceitos – Fatores Conceituais', sendo 200 deles em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física (158 de caráter obrigatório e 44 de caráter optativo), 14 deles em disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos (de caráter obrigatório) e 24 deles em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física (22 de caráter obrigatório e 2 de caráter optativo). Na sequência, a subcategoria 'Períodos Históricos – Fatores Extra-Conceituais', com 209 extratos (14,1% do total de extratos), sendo 202 deles em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física (161 de caráter obrigatório e 41 de caráter optativo), 1 deles em disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos (de caráter obrigatório) e 6 deles em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física (de caráter obrigatório). Em seguida, a subcategoria 'Evolução Histórica do Conhecimento Científico – Fatores Extra-Conceituais', com 48 extratos (3,2% do total de extratos), sendo 41 deles em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física (32 de caráter obrigatório e 9 de caráter optativo), 2 deles em disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos (de caráter obrigatório) e 5 deles em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física (4 de caráter obrigatório e 1 de caráter optativo). Também foram classificados 39 extratos (2,6% do total) que mencionam os 'Nomes de Cientistas', todos em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física (Tabela 10).

De maneira geral, o grupo de disciplinas que apresenta maior número de extratos e, conseqüentemente subcategorias associadas, são as disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física, com 484 extratos (32,7% do total de extratos), seguido das disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física, com 35 extratos (2,4% do total de extratos), e por fim, das disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física, com 17 extratos (1,1% do total de extratos).

Os extratos subcategorizados como ‘Evolução Histórica das Ideias/Conceitos – Fatores Conceituais’ e ‘Períodos Históricos – Fatores Extra-conceituais’ tratam da história da ciência, em particular da física, sem vínculos com aspectos filosóficos, epistemológicos e sociológicos, privilegiando aspectos puramente conceituais ou momentos e períodos históricos dissociados de uma leitura epistemologicamente nutrida e fundamentada. A História da Ciência/Física a partir desta perspectiva, é vista como “uma história meramente cronológica, de viés positivista, e muitas vezes vista como um repositório de curiosidades, é uma história pobre” (TENFEN, 2011, p. 99).

Uma análise importante consiste em comparar as ementas das disciplinas que abordam aspectos da natureza da ciência, dentro da categoria ‘História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’, as duas subcategorias mais frequentes. As subcategorias ‘Evolução Histórica das Ideias/Conceitos – Fatores Conceituais’ e ‘Períodos Históricos – Fatores Extra-conceituais’ em relação à totalidade dos códigos e conteúdos classificados na categoria ‘História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’, reúnem 449 extratos (83,8% dos extratos pertencentes à categoria ‘História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’ e 30,3% do total de extratos). Já conteúdos associados a uma perspectiva filosoficamente embasada, representado pela subcategoria ‘Evolução Histórica do Conhecimento Científico – Fatores Extra-Conceituais’, estão presentes em apenas 48 extratos (9,0% dos extratos pertencentes à categoria ‘História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’ e 3,2% do total de extratos). Os 39 demais extratos (7,3% dos extratos pertencentes à categoria ‘História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’ e 2,6% do total de extratos) estão associados às menções de ‘Nomes de cientistas’. Esses dados podem indicar que parte dos conteúdos abordados nas ementas das disciplinas sobre História da Ciência e da Física dos currículos de formação de professores de Física de instituições federais de ensino no

Brasil não estejam apresentando o debate mais amplo sobre a evolução histórica de fatores extra-conceituais, com o estabelecimento de relações entre a história da ciência e da física e a filosofia, epistemologia e sociologia da ciência; debate este fortemente recomendado pelos estudos e pesquisas da área. Neste ponto, as entrevistas com os docentes universitários que atuam nestas disciplinas serão extremamente importantes para esclarecer como ocorre o debate e quais as crenças dos professores formadores sobre a qualidade e efetividade deste debate para a formação dos estudantes.

ii) Categoria ‘Temas de Epistemologia, Filosofia, Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’

No que se refere à categoria ‘Temas de Epistemologia, Filosofia, Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’, codificamos termos das ementas que sugerem o tratamento de aspectos da natureza da ciência mencionando critérios de ordem cognitiva que conceituem 'demarcação entre ciência e não-ciência', 'explicação', 'justificação', 'neutralidade', 'verdade', entre outros conforme Quadro 12. Esta categorização contabiliza 403 extratos (27,2% do total de extratos).

De maneira geral, o grupo de disciplinas que apresenta maior número de extratos e, conseqüentemente subcategorias associadas, são as disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física, com 368 extratos (24,9% do total de extratos, sendo 303 de caráter obrigatório e 65 de caráter optativo), seguido das disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos, com 19 extratos (1,3% do total de extratos, sendo 13 de caráter obrigatório e 6 de caráter optativo), e por fim, das disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física, com 16 extratos (1,1% do total de extratos, de caráter obrigatório) (Tabela 10).

Dos extratos categorizados como ‘Temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’, os mais mencionados são ‘Origem’ (105 extratos), ‘Método Científico’ (60 extratos), ‘Paradigmas’ (39 extratos), ‘Ética e Ciência’ (30 extratos), ‘Experimentação’ (19 extratos), ‘Revolução(ões) Científica(s)’ (19 extratos), ‘Empírico-indutivista’ (16 extratos), ‘Modelos em Ciência/Científico’ (15 extratos), ‘Concepções de ciência’ (14 extratos), ‘Valor(es) e Ciência’ (11 extratos), ‘Programas de Pesquisa’ (10 extratos). Com menor número de menções, estão, elencados por ordem de frequência, ‘Explicação Científica’ (8), ‘Racionalidade Científica’ (8), ‘Progresso Científico’ (7),

‘Cientificidade’ (6), ‘Neutralidade Científica’ (6), ‘Objetividade Científica’ (6), ‘Observação Científica’ (6), ‘Anarquismo Epistemológico’ (5), ‘Verdade Científica’ (5), ‘Fenômenos Científicos’ (4), ‘Justificação’ (4), ‘Rupturas’ (4), ‘Obstáculos Epistemológicos’ (3), ‘Pluralismo Metodológico’ (3), ‘Ciência Normal’ (2), ‘Comensurabilidade e Incomensurabilidade’ (2), ‘Conjecturas e Refutações’ (2), ‘Demarcação entre Ciência e Não-Ciência’ (2), ‘Falsificacionismo’ (2), ‘Anomalias’ (1), ‘Ciência Extraordinária’ (1), ‘Espírito Científico’ (1), ‘Problema(s) e problematização(ões)’ (1), ‘Racionalismo Crítico’ (1), ‘Tradição Científica’ (1).

Parte dos termos definidos como ‘Temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’ podem ser associados às ideias dos filósofos da ciência mais presentes no debate sobre a origem, desenvolvimento e consolidação da ciência na educação científica. Entre os códigos, por ordem de frequência, estão: ‘Paradigmas’ (39), ‘Revolução(ões) Científica(s)’ (19), ‘Rupturas’ (4), ‘Ciência Normal’ (2), ‘Comensurabilidade e Incomensurabilidade’ (2), ‘Anomalias’ (1) e ‘Ciência Extraordinária’ (1), presentes nas ideias de Thomas Kuhn; ‘Programas de Pesquisa’ (10 extratos), presente nas ideias de Imre Lakatos; ‘Pluralismo Metodológico’ (3) e ‘Anarquismo Epistemológico’ (5), presentes nas ideias de Paul Feyerabend; ‘Conjecturas e Refutações’ (2) e ‘Falsificacionismo’ (2), presentes nas ideias de Karl Popper; ‘Espírito Científico’ (1) e ‘Obstáculos Epistemológicos’ (3), presente nas ideias de Gaston Bachelard. Portanto, dos 403 extratos referentes a ‘Temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’, 94 (23,3% dos extratos desta categoria) são temas associados às ideias dos cinco filósofos mais mencionados nas ementas das disciplinas que apresentam debate sobre natureza da ciência em cursos de Licenciatura em Física de instituições de ensino superior públicas no Brasil.

Na literatura sobre o debate da natureza da ciência, a temática da origem, desenvolvimento e consolidação do conhecimento científico, representado em nossa classificação pelo termo ‘Origem’ aparece relacionado como conteúdo de debate sobre a natureza da ciência na proposta de Temas e Questões de Martins (2015). Nesta abordagem, de Temas e Questões, o tema origem aparece como conteúdo a ser debatido a partir do eixo epistemológico por meio das questões: *‘Quem é o sujeito e quem é o objeto do conhecimento científico? É possível separá-los claramente? Que “entidades” fazem parte do universo da ciência?’* no que diz respeito a discussão sobre sujeito(s) e objeto(s) do conhecimento científico; *‘A experiência é a base para a construção do conhecimento*

científico? Qual o papel do pensamento teórico na construção do conhecimento científico? O que vem em primeiro lugar ou é mais importante: teoria ou experiência? Há “descobertas” sem conhecimentos teóricos prévios? É possível construir teorias sem uma base experimental?” no que diz respeito a discussão sobre a disputa entre conhecimento empírico versus conhecimento teórico; *‘Todos esses aspectos têm peso igual na construção do conhecimento científico? Qual o papel dos argumentos racionais e da lógica na interpretação de observações e experimentos? E o papel dos experimentos na sustentação de argumentos racionais e do pensamento teórico?’* no que diz respeito à discussão sobre o papel da observação, experimentação, lógica, argumentos racionais e pensamento teórico; *‘A teoria influencia a observação dos fenômenos e/ou a análise de experimentos? Como isso pode ser evidenciado? Há observações “neutras”?’* no que diz respeito a discussão sobre influências teóricas sobre observações e experiências.

Já a referência à ideia de métodos e metodologia científica, representado em nossa classificação pelo termo ‘Método Científico’ aparece como conteúdo de debate sobre a natureza da ciência na visão consensuada da Natureza da Ciência em trabalhos de Osborne *et al.* (2001, 2003), McComas *et al.* (1998b) e Lederman *et al.* (2001), nas propostas de Características da Ciência de Matthews (2012), de Natureza da Ciência ‘Completa’ de Allchin (2011), de Semelhança de Família de Irzik e Nola (2011), de Campos Teóricos Estruturantes de Adúriz-Bravo (2007), e de Temas e Questões de Martins (2015). Na visão consensuada aparece como princípios declarativos, enunciados da seguinte forma: ‘Método Científico e Teste Crítico’ (OSBORNE *et al.*, 2001, 2003), ‘Não existe uma única via para a ciência (portanto, não existe um método científico universal passo a passo)’ (McCOMAS *et al.*, 1998b) e ‘O mito do método científico’ (LEDERMAN *et al.*, 2002).

Dos autores das propostas renovadas, Allchin (2011) propõe como itens de avaliação dos ‘Métodos de investigação’ da ciência as seguintes dimensões da confiabilidade da Natureza da Ciência ‘Completa’: experimento controlado (uma variável), estudos ocultos e de dupla ocultação, análise estatística do erro, replicação e tamanho da amostra, correlação versus causas. Irzik e Nola (2011) propõe como um dos elementos de semelhança familiar o debate sobre ‘métodos e regras metodológicas’. Adúriz-Bravo (2007) propõe como uma questão metateórica clássica referente à intervenção e metodologias da ciência, enunciada da seguinte forma: ‘Como se faz para dar validade ao conhecimento científico?’.

Por fim, Martins (2015) propõe como ‘Métodos, procedimentos e processos da ciência’, a ser debatido a partir do eixo epistemológico por meio das questões: ‘*Como dados são coletados? Há uma ou diversas maneiras de tomar dados? Como definir amostras e identificar variáveis? Como os dados podem ser interpretados? Há várias maneiras de interpretar um mesmo conjunto de dados? Que técnicas e procedimentos existem para a análise de dados? Qual a natureza, as fontes e consequências da incerteza? Como avaliar a qualidade de um conjunto de dados? Quais as possíveis fontes de erros? Como evitar ou diminuir vieses na obtenção e no tratamento de dados?*’ no que diz respeito a discussão sobre coleta, interpretação, análise e avaliação dos dados; ‘*O que é um “modelo científico”?*’ ‘*O que significa “modelar” um fenômeno? Por que esse é um procedimento importante na ciência?*’ no que diz respeito a discussão sobre modelagem; ‘*Que diferenças existem entre observação e inferência? Que papel elas têm na construção do conhecimento científico?*’ no que diz respeito a discussão sobre observação e inferência; ‘*O que é uma hipótese? Qual a sua importância para a construção do conhecimento científico? Como testar hipóteses? Um teste tem caráter definitivo? O que fazer quando uma predição se mostra incorreta? O que se pode concluir quando uma predição é confirmada por testes?*’ no que diz respeito a discussão sobre hipóteses, previsões e testes; ‘*Que diferenças existem entre correlação e causalidade? Como diferenciá-las?*’, no que diz respeito a correlação e causalidade; ‘*O que é uma explicação científica? Como ela se diferencia de outras formas de explicação da realidade? Como as explicações científicas se relacionam com as evidências empíricas e os argumentos teóricos?*’ no que diz respeito à natureza da explicação científica; ‘*Como avaliar uma teoria? É possível comparar teorias diferentes com referência ao mesmo conjunto de fenômenos? Como decidir entre elas?*’ no que diz respeito à avaliação de teorias; ‘*O pensamento por analogia é usado em ciência? De que maneira? Os cientistas são criativos e imaginativos? Todas as etapas do trabalho do cientista envolvem imaginação e criatividade? Há diferenças entre a imaginação e criatividade na ciência e em outras áreas?*’ no que diz respeito ao papel das analogias, imaginação e criatividade; ‘*A ciência segue um método padrão em sua prática? Há alguma espécie de roteiro passo-a-passo que oriente o cientista no seu dia-a-dia? Que etapas seriam essas?*’ no que diz respeito à visão do senso

comum sobre o método científico.⁷⁴ Os quantitativos das codificações são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Quantitativo de menções à temática da natureza da ciência categorizados como ‘Temas de Epistemologia, Filosofia, Sociologia da(s) Ciência(s)/Física’, com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3), e em relação ao caráter de oferta obrigatória ou optativa/eletiva.

ABORDAGEM ANALÍTICA - Temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física	GRUPO 1: Saberes Disciplinares de HFESC/F		GRUPO 2: Saberes Pedagógicos		GRUPO 3: Saberes Disciplinares de Física		Total
	OB	OPT	OB	OPT	OB	OPT	
Anarquismo Epistemológico	4	1	0	0	0	0	5
Anomalias	1	0	0	0	0	0	1
Ciência Extraordinária	1	0	0	0	0	0	1
Ciência Normal	2	0	0	0	0	0	2
Cientificidade	4	2	0	0	0	0	6
Comensurabilidade e Incomensurabilidade	2	0	0	0	0	0	2
Concepções de ciência	7	2	2	3	0	0	14
Conjecturas e Refutações	1	0	0	0	1	0	2
Demarcação entre Ciência e Não-Ciência	2	0	0	0	0	0	2
Empírico-indutivista	10	6	0	0	0	0	16
Espírito Científico	1	0	0	0	0	0	1

⁷⁴ Os demais códigos (‘Ética e Ciência’, ‘Experimentação’, ‘Empírico-indutivista’, ‘Modelos em Ciência/Científico’, ‘Concepções de ciência’, ‘Valor(es) e Ciência’, ‘Explicação Científica’, ‘Racionalidade Científica’, ‘Progresso Científico’, ‘Cientificidade’, ‘Neutralidade Científica’, ‘Objetividade Científica’, ‘Observação Científica’, ‘Verdade Científica’, ‘Fenômenos Científicos’, ‘Justificação’, ‘Demarcação entre Ciência e Não-Ciência’, ‘Problema(s) e problematização(ões)’, ‘Racionalismo Crítico’, ‘Tradição Científica’) também podem ser identificados e analisados como base na literatura sobre o debate da natureza da ciência. Esta análise será realizada após a qualificação.

Ética e Ciência	27	3	0	0	0	0	30
Experimentação	11	3	0	1	4	0	19
Explicação Científica	5	2	1	0	0	0	8
Falsificacionismo	1	1	0	0	0	0	2
Fenômenos Científicos	3	0	0	0	1	0	4
Justificação	4	0	0	0	0	0	4
Método Científico	41	14	3	1	1	0	60
Modelos em Ciência/Científico	6	3	2	0	4	0	15
Neutralidade Científica	5	0	0	1	0	0	6
Objetividade Científica	3	3	0	0	0	0	6
Observação Científica	5	1	0	0	0	0	6
Obstáculos Epistemológicos	3	0	0	0	0	0	3
Origem	89	14	0	0	2	0	105
Paradigmas	29	5	2	0	3	0	39
Pluralismo Metodológico	3	0	0	0	0	0	3
Problema(s) e problematização(ões)	0	0	1	0	0	0	1
Programas de Pesquisa	10	0	0	0	0	0	10
Progresso Científico	6	1	0	0	0	0	7
Racionalidade Científica	7	1	0	0	0	0	8
Racionalismo Crítico	1	0	0	0	0	0	1
Relativismo	0	0	0	0	0	0	0
Revolução(ões) Científica(s)	12	4	1	0	2	0	19
Rupturas	3	0	1	0	0	0	4
Tradição Científica	1	0	0	0	0	0	1
Valor(es) e Ciência	10	0	1	0	0	0	11
Verdade Científica	2	3	0	0	0	0	5
Verificação	0	0	0	0	0	0	0
Total	322	69	14	6	18	0	429

Fonte: Autora (2018).

iii) Categoria 'Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da Ciência'

No que se refere à categoria 'Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da Ciência', codificamos termos das ementas que sugerem o tratamento de aspectos da natureza da ciência que mencionam nomes de Filósofos, Epistemólogos e Sociólogos da Ciência, conforme Quadro 12. Esta categorização contabiliza 165 extratos (11,1% do total de extratos).

De maneira geral, o grupo de disciplinas que apresenta maior número de extratos e, conseqüentemente subcategorias associadas, são as disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física, com 164 extratos (11,0% do total de extratos, sendo 127 de caráter obrigatório e 37 de caráter optativo), seguido das disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física, com apenas 1 extrato (0,1% do total de extratos, de caráter optativo). As disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos, não apresentam nenhum extrato com referência a categoria 'Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da Ciência' (Tabela 10).

Dos extratos categorizados como 'Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da Ciência', os mais mencionados são 'Karl Popper' (31 extratos), seguido de 'Thomas Kuhn' (29 extratos), 'Imre Lakatos' (21 extratos), 'Paul Feyerabend' (17 extratos), 'Gaston Bachelard' (14 extratos). Com menor número de menções, estão 'Mário Bunge' e 'Stephen Toulmin' (7 extratos cada), 'Larry Laudan' (6 extratos), 'Bruno Latour' e 'Humberto Maturana' (3 extratos cada), 'Ludwik Fleck' (2 extratos), 'Ernest Mayr', 'Henri Poincaré', 'Ilya Prigogine', 'Pierre Bourdieu' e 'Richard Holton' (1 extrato cada). Há ainda 20 extratos que mencionam e sugerem o estudo de 'Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da Ciência (geral)' sem especificar os nomes ou correntes filosóficas as quais pertencem. Os quantitativos das codificações são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Quantitativo de menções à temática da natureza da ciência categorizados como ‘Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da Ciência’, com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física (grupos 1, 2 e 3), e em relação ao caráter de oferta obrigatória ou optativa/eletiva. *Nesta subcategoria foram associados extratos que faziam referência a filósofos, epistemólogos e sociólogos da ciência, mas que não apresentavam nenhuma outra especificação ou informação que possibilitasse a identificação destes.

ABORDAGEM ANALÍTICA - Filósofos/ Epistemólogos/ Sociólogos da Ciência	GRUPO 1: Saberes Disciplinares de HFESC/F		GRUPO 2: Saberes Pedagógicos		GRUPO 3: Saberes Disciplinares de Física		Total
	OB	OPT	OB	OPT	OB	OPT	
Bruno Latour	3	0	0	0	0	0	3
Ernest Mayr	1	0	0	0	0	0	1
Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da Ciência (geral)*	14	6	0	0	0	0	20
Gaston Bachelard	13	1	0	0	0	0	14
Henri Poincaré	1	0	0	0	0	0	1
Humberto Maturana	2	1	0	0	0	0	3
Ilya Prigogine	0	1	0	0	0	0	1
Imre Lakatos	14	7	0	0	0	0	21
Karl Popper	21	9	0	0	0	1	31
Larry Laudan	6	0	0	0	0	0	6
Ludwik Fleck	2	0	0	0	0	0	2
Mário Bunge	6	1	0	0	0	0	7
Paul Feyerabend	14	3	0	0	0	0	17
Pierre Bourdieu	1	0	0	0	0	0	1
Richard Holton	1	0	0	0	0	0	1
Stephen Toulmin	7	0	0	0	0	0	7
Thomas Kuhn	21	8	0	0	0	0	29
Total	127	37	0	0	0	1	165

Fonte: Autora (2018).

A reflexão epistemológica contemporânea presente nas ideias dos filósofos Thomas Kuhn, Karl Popper, Imre Lakatos, Paul Feyerabend e Gaston Bachelard é bastante frequente para a compreensão do processo de produção e constituição da ciência e do conhecimento científico. Apesar de distintas interpretações epistemológicas deste processo, compartilham da ideia de negação de uma concepção de ciência baseada em um método científico como maneira universal de revelar a realidade dos fenômenos e de produzir conhecimento, entendido como linear e cumulativo. Na educação científica, em particular nos cursos de Licenciatura em Física, abordar as ideias destes pensadores, associada a discussões sobre suas implicações no ensino de ciências e de física, é uma escolha muito comum. A área de pesquisa tem se dedicado a compreender como estas ideias sobre a produção do conhecimento podem representar um importante referencial para o trabalho do professor nas aulas de ciências. Uma edição especial do Caderno Brasileiro de Física, do ano de 1996, composta por cinco artigos, cada qual referente às ideias de um destes filósofos e epistemólogos e suas influências e implicações para o ensino, revela (ou marca o início) essa tradição. São textos que foram utilizados – e ainda são – para a busca de uma compreensão renovada em torno das construção e elaboração de explicações sobre fenômenos físicos e naturais pelos alunos. Além disso, Delizoicov (1996), reforça que:

Se forem devidamente consideradas as proposições destes autores, pelo menos duas interpretações muito difundidas na prática educativa sofrem profundas alterações. A primeira diz respeito ao status do conhecimento científico: ele passa a ser concebido como uma **verdade histórica** e não mais como a **verdade extraída dos fatos**. Portanto, desmistifica a visão de Ciência pronta, acabada e imutável. A segunda é que a apropriação de conhecimentos científicos pelos alunos não ocorre por simples transmissão dos conceitos, modelos e teorias, uma vez que esta perspectiva epistemológica tem como pressuposto a construção de conhecimento também pelo aluno a partir das suas interações não neutras com objetos de conhecimento. (DELIZOICOV, 1996, p. 183, destaques do autor).

Nesse sentido, esses argumentos nos ajudam a perceber as significativas contribuições que a apropriação das ideias destes pensadores, ao buscarem descrever, explicar e refletir sobre o processo de

construção de conhecimento em ciências e da atividade científica, podem ter sobre o entendimento de como os estudantes, em diferentes níveis, compreendem a ciência.

iv) Categoria ‘Análise e Estudo das Ideias da Filosofia, Epistemologia, Sociologia da(s) Ciência(s)’

No que se refere à categoria ‘Análise e Estudo das Ideias da Filosofia, Epistemologia, Sociologia da(s) Ciência(s)’, codificamos termos e expressões das ementas que sugerem o tratamento de aspectos da natureza da ciência associados a uma perspectiva da natureza da ciência com enfoque filosófico e sociológico, avaliando procedimentos e resultados, bem como processos e produtos do trabalho do cientista e da pesquisa científica, de um ponto de vista descritivo, analítico e valorativo.

Dos 164 extratos (11,1% do total de extratos) desta categoria, 155 estão em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física (116 de caráter obrigatório e 39 de caráter optativo), 7 deles em disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos (6 de caráter obrigatório e 1 de caráter optativo) e 2 deles em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física (1 de caráter obrigatório e 1 de caráter optativo).

v) Categoria ‘História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física para o Ensino’

No que se refere à categoria ‘História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física para o Ensino’, codificamos termos e expressões das ementas que sugerem o tratamento de aspectos da natureza da ciência associados ao debate metodológico da área de ensino de Ciências e de Física, os quais classificamos nas seguintes subcategorias: ‘Uso e Implicações da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência/Física para o Ensino’ e ‘Visões/Concepções sobre Natureza da(s) Ciência(s) no Ensino’. Esta categorização contabiliza 131 extratos (8,9% do total de extratos).

Com 123 extratos (8,3% do total de extratos), a subcategoria que apresenta maior número é ‘Uso e Implicações da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência/Física para o Ensino’, sendo 50 deles em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física (41 de caráter obrigatório e 9 de caráter optativo), 71 deles em disciplinas

classificadas como Saberes Pedagógicos (66 de caráter obrigatório e 5 de caráter optativo) e 2 deles em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física (de caráter obrigatório). Na sequência, vem o código ‘Visões/Concepções sobre Natureza da(s) Ciência(s) no ensino’, com 8 extratos (0,5% do total de extratos), sendo 2 deles em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física (de caráter obrigatório) e 6 deles em disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos (5 de caráter obrigatório e 1 de caráter optativo) (Tabela10).

De maneira geral, o grupo de disciplinas que apresenta maior número de extratos e, conseqüentemente subcategorias associadas, são as disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos, com 77 extratos (5,2% do total de extratos), seguido das disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da (s) Ciência(s)/Física, com 52 extratos (3,5% do total de extratos), e por fim das disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física, com 2 extratos (0,1% do total de extratos). A maior frequência de extratos referentes a categoria ‘História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física para o Ensino’ em disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos se justifica tendo em vista que grande parte destas disciplinas – de práticas de ensino à estágios de docência – tem como objetivo possibilitar aos estudantes conhecimento básico sobre metodologias e estratégias de ensino de ciências e de física, bem como sobre temáticas da área de pesquisa do seu ensino.

Nas abordagens teórico-metodológicas sobre o debate da natureza da ciência, a referência à discussão sobre a temática incorporada ao seu ensino, representado em nossa classificação pela subcategoria ‘Uso e implicações da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física para o Ensino’, aparece nas considerações pedagógicas para o ensino sobre ciências aos estudantes, bem como na reflexão sobre o papel específico da natureza da ciência na formação de professores de ciências (MARTINS, 2007), apresentados nas seções 1.4 e 1.5.

Já a referência a visões e concepções sobre a natureza da(s) ciência(s), representado em nossa classificação pela subcategoria ‘Visões/Concepções sobre Natureza da(s) Ciência(s) no ensino’ está presente nos instrumentos desenvolvidos para mapear e avaliar as visões de estudantes e professores, originados com testes de variação de concordância desde as perspectivas mais clássicas (como desenvolvido por ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000b; LEDERMAN *et al.*, 2001; SCHWARTZ; LEDERMAN; CRAWFORD, 2000), até as análises

de episódios históricos e controvérsias científicas mais contemporâneas (como sugerido por GATTI; NARDI; SILVA; 2004; ADÚRIZ-BRAVO, 2007; FERREIRA; MARTINS, 2012; MARTINS, 2015).

A relevância da dimensão histórica, filosófica e epistemológica na formação de professores de ciências como uma “*necessidade formativa do professor*” (MARTINS, 2007, destaque do autor, p. 115), contribui para “evitar visões distorcidas sobre o fazer científico; permitir uma compreensão mais refinada dos diversos aspectos envolvendo o processo de ensino aprendizagem da ciência; proporcionar uma intervenção mais qualificada em sala de aula” (MARTINS, 2007, p. 115). Ainda assim, Martins (2007) reitera que:

a simples consideração de elementos históricos e filosóficos na formação inicial de professores das áreas científicas – ainda que feita com qualidade – não garante a inserção desses conhecimentos nas salas de aula do ensino básico, tampouco uma reflexão mais aprofundada, por parte dos professores, do papel da HFC para o campo da didática das ciências. As principais dificuldades surgem quando pensamos na utilização da HFC para fins didáticos, ou seja, quando passamos dos cursos de formação inicial para o contexto aplicado do ensino e aprendizagem das ciências. (MARTINS, 2007, p. 115).

Ao refletirem sobre que tipos de cursos são apropriados para a formação de professores de ciências, Martins (2007) reforça que a presença de disciplinas de História e Filosofia da Ciência nas licenciaturas pode contribuir desde que se reflita sobre como inseri-la nos currículos. O autor detectou em sua investigação sobre as principais dificuldades e experiências no uso da História e Filosofia da Ciência para fins didáticos, que a maioria dos professores da educação básica não percebe de forma clara seu uso como facilitadora da compreensão da própria ciência, limitando-se a considerá-la apenas como conteúdo em si. Nesse sentido, afirma que “de nada adianta o conhecimento do conteúdo (ainda que esse conteúdo seja o histórico e filosófico) sem o conhecimento pedagógico do conteúdo” (MARTINS, 2007, p. 127) e defende a importância de

abordar esse debate metodológico nos currículos das licenciaturas, integrado, inclusive, a outras áreas do conhecimento. Uma abordagem com relação ao conhecimento pedagógico do conteúdo pode problematizar visões consideradas ingênuas acerca do uso da História e Filosofia da Ciência para fins didáticos.

Gatti, Nardi e Silva (2004), com o intuito de compreender como a evolução histórica de modelos na física pode auxiliar na formação inicial do docente de Física, tratam conceitualmente aspectos e episódios da História, Filosofia e Epistemologia das Física em uma proposta de debate metodológico de como ensinar determinados episódios – desenvolvimento histórico do tema “atração gravitacional” –, que incluíam discussões em torno do conhecimento epistemológico/científico, reflexão sobre os referenciais teóricos de aprendizagem e a aprendizagem de ciências, e a síntese das ideias debatidas por meio da elaboração de um minicurso a ser aplicado no ensino médio.

Neste trabalho, os autores destacam objetivos para a inserção da História da Ciência em aulas de Prática de Ensino de Física, entre o quais: a) proporcionar uma visão mais adequada de Ciência enquanto processo de construção; b) servir como base de elementos de reflexão na definição de temas fundamentais; c) revelar obstáculos epistemológicos por meio da semelhança entre concepções alternativas e concepções relativas a teorias científicas do passado; e, d) superar os modelos de ensino que privilegiam a mera transmissão dos “produtos” da ciência. A intenção dos autores era fornecer aos docentes elementos de reflexão que lhes proporcionem mudanças de postura, através do questionamento da visão de ciência enquanto processo de construção e de sua própria prática de ensino.

Forato, Pietrocola e Martins (2011), com o intuito de analisar os desafios a serem enfrentados em uma tentativa de harmonizar prescrições da didática das ciências e da historiografia da história da ciência na construção dos saberes escolares, apresentam uma síntese de obstáculos, tensões e dilemas inevitáveis e riscos decorrentes do processo de inserção de discussões sobre a natureza da ciência e do uso da história e filosofia da ciência no ensino de ciências. Forato, Pietrocola e Martins (2011), baseados em diversos autores, sintetizam que:

Qualquer narrativa da HC traz, implícita ou explicitamente, os valores, as crenças e as orientações metodológicas do seu autor. O relato histórico da criação de um conceito científico, ou de um debate entre teorias rivais, ou da realização

de experimentos, por exemplo, carregam concepções sobre a natureza da ciência e sobre os processos da sua construção. Não é possível separar essas concepções pessoais (em maior ou menor grau) do trabalho de qualquer profissional ligado à ciência, inclusive do historiador da ciência. (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 35-36)

Entre os principais problemas das abordagens históricas estão os anacronismos na interpretação descontextualizada, equivocada, tendenciosa, autoritária, romantizada e de reconstrução linear da História da Ciência (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; MARTINS, 2015). Reconhece-se a impossibilidade de que todos os professores e autores de materiais didáticos e de referência a estes professores em dominarem as metodologias de pesquisa histórica e as concepções sobre a historiografia contemporânea, no entanto, defende-se a importância de se reconhecer minimamente os indícios de uma pseudo-história que pode auxiliar na construção de uma concepção mais adequada/atualizada/renovada/informada sobre a natureza da ciência.

Estes autores apontam para indícios sobre as crenças dos professores nas narrativas que produzem sobre ciência. Como é de nosso interesse, nos próximos capítulos nos dedicamos a investigar as crenças sobre natureza da ciência compartilhadas especialmente pelos docentes universitários, que atuam nos cursos de Licenciatura em Física, isto é, que atuam diretamente na formação de professores de Física.

vi) Categoria 'Outros'

No que se refere à categoria 'Outros', dentre estes 81 extratos (5,5% do total de extratos), a subcategoria que apresenta maior número é a que se refere ao tema 'Relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente' com 70 extratos (4,7% do total de extratos), sendo 40 deles em disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos (35 de caráter obrigatório e 5 de caráter optativo) e 30 em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física (27 de caráter obrigatório e 3 de caráter optativo). Na sequência vem a subcategoria 'Ciência e tipos de conhecimentos', com 11 extratos (0,7% do total de extratos) em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e

Sociologia da(s) Ciência(s)/Física (6 de caráter obrigatório e 5 de caráter optativo) (Tabela 10).

De maneira geral, o grupo de disciplinas que apresenta maior número de extratos e, conseqüentemente subcategorias associadas, são as disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física, com 45 extratos (3,0% do total de extratos), seguidos das disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos, com 33 extratos (2,2% do total de extratos). As disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de Física, não apresentam nenhum extrato com referência às subcategorias ‘Ciência e tipos de conhecimentos’ e ‘Relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente’.

Na literatura sobre o debate da natureza da ciência, a temática da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, representado em nossa classificação na subcategoria ‘Relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente’, aparece relacionada como conteúdo de debate sobre a natureza da ciência na visão consensuada da Natureza da Ciência em trabalhos de Osborne *et al.* (2001, 2003), McComas e Olson (1998) e McComas *et al.* (1998b), nas propostas de Características da Ciência de Matthews (2012) e de Temas e Questões de Martins (2015). Na primeira abordagem, a da visão consensuada, aparece como princípios declarativos, enunciados da seguinte forma: ‘Ciência e Tecnologia’ (OSBORNE *et al.*, 2001, 2003), ‘Ciência joga um importante papel na tecnologia’ (McCOMAS; OLSON, 1998), ‘Ciência e tecnologia se impactam mutuamente’ (McCOMAS *et al.*, 1998b). Na segunda abordagem, da Características da Ciência, aparece como itens da lista de características da ciência, os quais: ‘valores e questões sócio-científicas’ e ‘tecnologia’ (MATTHEWS, 2012). Na terceira abordagem, de Temas e Questões, aparece como conteúdo a ser debatido a partir do eixo sociológico e histórico por meio das questões: ‘*A ciência gera a tecnologia ou vice-versa? De que modo a história justifica uma ou outra posição? De que maneiras ciência e tecnologia se interrelacionam atualmente? Que papel o contexto social tem nessa relação?*’, ou do eixo epistemológico por meio das questões: ‘*Quais as principais diferenças entre ciência e tecnologia? De que maneiras ciência e tecnologia se interrelacionam? O conhecimento científico, em seu conteúdo, incorpora o conhecimento tecnológico? Até que ponto?*’. A referência aos conteúdos ‘Relações de Ciência, Tecnologia e Sociedade’ aparece com maior frequência em disciplinas classificadas como Saberes Pedagógicos, o que

pode ter influência na tradição do debate do Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da Educação Científica.

Já a referência à ciência e diferentes tipos de conhecimento, representado em nossa classificação na subcategoria ‘Ciência e tipos de conhecimentos’ aparece como conteúdo de debate sobre a natureza da ciência nas propostas dos Campos Teóricos Estruturantes de Adúriz-Bravo (2007), e de Temas e Questões de Martins (2015). Na primeira abordagem, dos Campos Teóricos Estruturantes, aparece como uma questão metateórica clássica referente à estrutura e demarcação da ciência, enunciada da seguinte forma: ‘O que distingue a ciência de outros tipos de conhecimento e de atividades?’ (ADÚRIZ-BRAVO, 2007). Na segunda abordagem, de Temas e Questões, aparece como conteúdo a ser debatido a partir do eixo sociológico e histórico por meio das questões: *‘É possível diferenciar a ciência de outras formas de conhecimento? Que características são relevantes para isso? Essas diferenças sempre foram as mesmas ao longo da história? De que modo o contexto social influencia nessa diferenciação? A ciência pode ser considerada uma visão de mundo? Como ela difere de outras visões de mundo?’*, ou do eixo epistemológico por meio das questões: *‘É possível diferenciar a ciência de outras formas de conhecimento? Que características são relevantes para isso, em termos de sujeitos e objetos do conhecimento? E em termos de métodos e procedimentos usados? Como a ciência e outras formas de conhecimento fazem uso de experiências e teorias? Qual a relação entre os métodos e procedimentos da ciência e o grau de confiabilidade que podemos ter no conhecimento científico? Em que aspectos o conteúdo e o discurso da ciência aproximam-se e afastam-se de outras perspectivas?’* (MARTINS, 2015).

4.5. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

A análise documental dos PPC e MC, focando as ementas das disciplinas que apresentam o debate sobre a natureza da ciência nos cursos de formação de professores de Física, de instituições de ensino superior do Brasil, realizada neste capítulo possibilitou uma caracterização interessante da proposição do debate para uma parcela significativa dos cursos de Licenciatura em Física no país. Na totalidade foram reunidos dados de 78% dos cursos oferecidos, de aproximadamente 81% das instituições de ensino superior que ofertam regularmente estes cursos na modalidade presencial, a maioria no período noturno.

Destes cursos, identificamos a presença de 390 disciplinas, de caráter obrigatório e optativo/eletivo, com discussões referentes à temática da natureza da ciência, com uma carga horária semestral média de 52 horas diluídas em uma carga horária média dos cursos de cerca de 3121 horas. Nesse cenário, cerca de 4,7% da carga horária refere-se a disciplinas que, entre outros assuntos propostos em suas ementas, também tratam de discussões sobre a natureza da ciência.

Com base no conteúdo das ementas, identificamos que estas disciplinas podem ser classificadas em três grupos de disciplinas: **Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física**. As disciplinas de Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, mais numeroso, são aquelas que se referem aos saberes sociais emergentes da tradição dos estudos em História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência selecionados e presentes na instrução universitária. A carga horária destas disciplinas representa 3,2% da carga horária média dos cursos. As disciplinas de Saberes Pedagógicos se referem aos saberes de formação profissional geradores e provenientes de reflexões sobre a prática educativa com a intenção de serem incorporados à atividade docente. A carga horária destas disciplinas representa 1,0% da carga horária média dos cursos. As disciplinas de Saberes Disciplinares de Física se referem aos saberes sociais emergentes da tradição dos estudos da Física selecionados e presentes na instrução universitária. A carga horária destas disciplinas representa 0,4% da carga horária média dos cursos.

Esta primeira análise em termos de agrupamentos das disciplinas nos permitiu perceber que o debate da natureza da ciência está presente mais frequentemente em disciplinas específicas sobre o debate histórico, filosófico, epistemológico e sociológico da ciência, que denominamos em nosso trabalho de Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física; perpassam parte das disciplinas que abordam aspectos metodológicos do ensino de ciências e de física, que denominamos de Saberes Pedagógicos; e ainda está pouco presente nas disciplinas que abordam especificamente o debate conceitual da ciência e da física, que denominamos de Saberes Disciplinares de Física. Como já discutido, neste último conjunto de disciplinas, tradicionalmente se privilegia o conhecimento dos conteúdos e dos métodos da ciência, isto é, o ‘conhecimento **em** ciência’ (CUTRERA, 2003). Neste sentido, um ensino dado através dos produtos finais da ciência, tem como objetivo incrementar o conhecimento sobre

os êxitos científicos (ADÚRIZ-BRAVO; IZQUIERDO; ESTANY, 2002), e a imagem de uma ciência aproblemática, descontextualizada e fragmentada. A expectativa é de que menções à aspectos que sugerissem uma abordagem da natureza da ciência em disciplinas pertencentes a este grupo talvez pudessem indicar uma mudança de objetivos de um ensino que também fosse **'sobre ciência'**. Como já discutido no capítulo 1, uma mudança de objetivos poderia acarretar ou proporcionar uma outra perspectiva ou nível de compreensão científica e reflexão referindo-se ao conhecimento sobre como a ciência é feita, como os cientistas desenvolvem, utilizam e deliberam sobre o conhecimento científico, isto é, um **'conhecimento sobre ciência'** (CUTRERA, 2003) e sobre os processos que levaram à construção da ciência e sobre o fortalecimento do estatuto científico.

Na sequência, procedemos à codificação e categorização dos conteúdos das ementas destas disciplinas sustentados pelos referenciais da área da natureza da ciência na educação científica discutidos ao longo de todo este trabalho. As categorias estabelecidas foram **'História da(s) Ciência(s)/Física'**, que contempla as subcategorias *'Evolução Histórica das Ideias e Conceitos – Fatores Conceituais'*, *'Evolução Histórica do Conhecimento Científico – Fatores Extra-Conceituais'*, *'Períodos Históricos – Fatores Extra-Conceituais'* e *'Nomes de Cientistas'*, **'Análise e Estudos das Ideias da Filosofia, Epistemologia, Sociologia da(s) Ciência(s)'**, **'Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da(s) Ciência(s)'**, **'Temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física'**, **'História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física para o Ensino'** que contempla as subcategorias *'Uso e implicações da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física para o Ensino'* e *'Visões e Concepções sobre Natureza da(s) Ciência(s) no Ensino'* e **'Outros'** que contempla as subcategorias *'Relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente'* e *'Ciência e tipos de conhecimento'*.

A codificação das 390 ementas gerou um quantitativo de 1480 extratos referentes ao estudo da temática da natureza da ciência. A categoria que aparece com maior frequência consiste na categoria **'História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física'**, seguido da categoria **'Temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física'**, **'Filósofos, Epistemólogos, Sociólogos da(s) Ciência(s)'**, **'Análise e Estudos das Ideias da Filosofia, Epistemologia, Sociologia da(s) Ciência(s)'**, **'História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física para o Ensino'**, e **'Outros'**.

O grupo de disciplinas com maior quantitativo de extratos é o grupo que se refere aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física que reúnem 85,4% do total de extratos, seguido do grupo que se refere aos Saberes Pedagógicos, que reúnem 10,8% do total de extratos, e, por fim, o que se refere aos Saberes Disciplinares de Física, que reúnem 3,8% do total de extratos. Conforme já mencionamos, o maior número de extratos em disciplinas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física, se deve ao fato de possuírem em suas ementas quase que exclusivamente conteúdos referentes ao tradicional debate entre abordagens, perspectivas e estudos sobre a natureza da ciência e constituírem também o grupo com maior número de disciplinas (72,8% do total de disciplinas da amostra).

Esta segunda análise em termos da frequência de termos referentes a elementos que sugerem o debate da natureza da ciência nos permitiu perceber que, ainda que seja apenas a nível propositivo, e que a decisão didático-metodológica por uma abordagem ou outra dependa essencialmente do professor, parte das ementas das disciplinas sugerem um tratamento mais tradicional e conservador sobre a natureza da ciência, enquanto outras ementas das disciplinas atendem a algumas recomendações da literatura para o debate da natureza da ciência na educação científica. No que diz respeito à História da(s) Ciência(s)/Física, apesar das recomendações para um debate voltado às relações entre a história da ciência e da física e a filosofia, epistemologia e sociologia da ciência, identificamos nas ementas, a nível propositivo, menções a uma abordagem internalista da história da ciência, dissociada das análises epistemológicas recomendadas. A nível prático, Pereira e Martins (2011), Rosa e Martins (2012), Tenfen (2011) e Londero (2015), já sinalizaram que em grande parte das licenciaturas, a história da ciência não se apresenta de maneira articulada ao debate filosófico e epistemológico, ou ainda, o debate filosófico não tem conexão com aspectos históricos.

Com relação aos Temas de Epistemologia, Filosofia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física e aos Filósofos, Epistemólogos e Sociólogos da(s) Ciência(s), algumas temáticas são fortemente recomendadas tanto pelas perspectivas consensuadas, quanto pelas perspectivas renovadas da natureza da ciência. Por exemplo, no que diz respeito aos Temas, a ideia de métodos e metodologia científica, está presente nos trabalhos de Osborne *et al.* (2001, 2003), McComas *et al.* (1998b) e Lederman *et al.* (2001), que acompanham a visão consensuada, e também nas propostas renovadas da natureza da ciência, presente nos trabalhos de

Características da Ciência de Matthews (2012), de Natureza da Ciência ‘Completa’ de Allchin (2011), de Semelhança de Família de Irzik e Nola (2011), de Campos Teóricos Estruturantes de Adúriz-Bravo (2007), e de Temas e Questões de Martins (2015), que representam algumas das perspectivas renovadas da natureza da ciência. Além disso, a forte presença das ideias de Thomas Kuhn, Karl Popper, Imre Lakatos, Paul Feyerabend e Gaston Bachelard nas ementas das disciplinas acompanha as recomendações da literatura da área da educação científica para as implicações destes filósofos, epistemólogos, sociólogos da(s) ciência(s) no ensino de física.

Com relação à História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s)/Física no Ensino, tanto a sugestão de sua incorporação ao debate metodológico (MARTINS, 2007), quanto a referência as visões e concepções sobre a natureza da ciência de professores e estudantes são recomendações da literatura da área da educação científica que vão desde as recomendações mais clássicas (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000b; LEDERMAN *et al.*, 2001; SCHWARTZ; LEDERMAN; CRAWFORD, 2000) às renovadas (GATTI; NARDI; SILVA; 2004; ADÚRIZ-BRAVO, 2007; FERREIRA; MARTINS, 2012; MARTINS, 2015).

Em síntese, a análise destas ementas permite constatar que há uma diversidade de temas e conteúdos que constituem os programas das disciplinas que se propõe a abordar a temática da natureza da ciência nos cursos de formação de professores de Física no Brasil, e, portanto, ‘não há modelos consensuais’ (PRADO, 1989). Destas análises, é possível perceber também nos últimos anos, uma crescente institucionalização da área de pesquisa na educação científica, em prol do desenvolvimento e construção de concepções sobre ciência, sua origem, essência, progresso e consolidação a partir de perspectivas mais renovadas e ventiladas. É de se esperar que este debate seja incorporado também nos cursos de formação de professores, em seus diversos eixos formativos: saberes sociais emergentes da tradição dos estudos da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência e da Física, da Física e Saberes Pedagógicos.

Gostaríamos de ressaltar que apesar dos cursos de formação de cientistas não ter sido contexto de investigação desta pesquisa, mas significativamente apontado por outros estudos (TENFEN, 2011), muitas das disciplinas que discutem aspectos da natureza da ciência são obrigatórias para os cursos de Licenciatura em Física, porém de caráter

optativo para os cursos de Bacharelado em Física. Como sinalizado por Tenfen (2011):

Essa distinção sugere que o tema é, na prática, mais valorizado na formação de professores do que de cientistas. Discriminação essa que pode ser questionada sob vários aspectos, entre eles o de que a maioria dos professores dos cursos de licenciatura em física são (e continuarão sendo) bacharéis, formadores de novos professores. Com lacunas de cunho epistemológico em sua formação, não é de surpreender que esses profissionais propaguem em seu ensino visões de ciência incompatíveis com a filosofia da ciência contemporânea. É possível, e desejável, que em certas instituições a história da física seja discutida junto a disciplinas do currículo, como em físicas básicas, estrutura da matéria etc. (TENFEN, 2011, p. 99).

Neste contexto, e tendo em vista todas as discussões apresentadas nos capítulos anteriores, as análises realizadas neste capítulo nos auxiliaram na identificação de ‘parâmetros’ para a construção de um instrumento de pesquisa que nos auxiliasse na busca de nosso objetivo mais geral que consiste em caracterizar os contextos e a influência das crenças sobre natureza da ciência de docentes universitários que atuam nos cursos de Licenciatura em Física. Isto é uma caracterização mais no nível da operação, da prática pedagógica e da ação docente em sala de aula. Portanto, no próximo capítulo buscaremos aprofundar e refinar nossa compreensão sobre os perfis, concepções e crenças dos docentes universitários formadores de professores de Física que atuam nestes cursos e disciplinas.

5. CRENÇAS EPISTEMOLÓGICAS DE DOCENTES UNIVERSITÁRIOS FORMADORES DE PROFESSORES DE FÍSICA

A partir do contexto delineado nos capítulos anteriores – perspectivas teórico-metodológicas do debate sobre a natureza da ciência, referenciais teóricos sobre crenças de professores, legislações e diretrizes sobre os cursos de formação de professores e dos profissionais da Física, sobre o ensino de Física, bem como caracterização de cenários dos cursos de Licenciatura em Física de instituições públicas de ensino –, reiteramos nosso argumento de que discutir aspectos da atividade científica é fundamental na formação inicial e continuada de professores. Isso se sustenta com as evidências apontadas por alguns estudos de que a concepção epistemológica adotada pelos professores define, em grande medida, suas posturas enquanto docentes, especialmente em relação ao processo de aprender e conhecer. Posicionamentos permeados por concepções inadequadas implicam na reprodução de modelos sobre a construção do conhecimento científico socialmente aceito de uma ciência empírico-indutivista, aproblemática, ahistórica, acumulativa de crescimento linear, indutivista, elitista, descontextualizada e socialmente neutra (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

Entre as justificativas para a aceitação e reprodução desse tipo de concepção pelos professores, Gil-Pérez *et al.* (2001) mencionam a falta de incentivo e de reflexão crítica sobre a natureza da ciência nos cursos de formação inicial e a experiência de uma formação restrita à transmissão passiva de conhecimentos rígidos e imutáveis, prática frequente nas disciplinas específicas dos cursos das áreas de ciências e tecnologias. Se, portanto, ambas justificativas têm origem na formação desse profissional, faz-se necessário questionar: Quais as visões sobre a natureza da ciência disseminada nos cursos de formação de professores de ciências? Quais as crenças epistemológicas compartilhadas pelos formadores de professores de ciências? Que crenças sobre a natureza da ciência são compartilhadas nas relações que os professores estabelecem com os licenciandos e com o conhecimento nas disciplinas que lecionam nos cursos de formação?

Gil-Pérez *et al.* (2001) sugerem que uma visão aceitável do trabalho científico pode ser construída recusando-se ideias do método científico e de um empirismo ingênuo, refletindo sobre o papel do pensamento divergente na investigação, procura de coerência global e compreensão do caráter social do conhecimento científico. Mas como

construir com os professores e futuros professores uma visão adequada/atualizada/renovada/informada da natureza da ciência? Qual a efetividade de discussões, às vezes isoladas, em algumas disciplinas em cursos da área das ciências exatas em torno da temática da natureza do conhecimento na incorporação de concepções mais adequadas/atualizadas/renovadas/informadas sobre a natureza da ciência na formação dos licenciandos? Qual a influência das crenças dos professores formadores na construção de uma visão sobre ciência e sobre a natureza da ciência?

Nesse contexto, retomamos algumas questões que direcionam este estudo e refletem a preocupação de professores e pesquisadores da área de educação científica e tecnológica: **Quais são as crenças sobre natureza da ciência dos docentes universitários formadores de professores de Física? Como as crenças sobre natureza da ciência influenciam a ação de docentes universitários formadores de professores de Física?**

Neste capítulo, portanto, temos como objetivo *caracterizar as crenças epistemológicas compartilhadas por docentes universitários formadores de professores de Física participantes da pesquisa, como estas crenças influenciam a ação docente, e, a partir disso, analisar as imagens sobre natureza da ciência compartilhadas nas relações que estes formadores estabelecem com os licenciandos e com o conhecimento nas disciplinas que lecionam nos cursos de Licenciatura em Física.*

Para tanto, realizamos a caracterização de nosso campo de investigação, descrevendo a metodologia, amostra e instrumentos utilizados nesta etapa da pesquisa. Na sequência apresentamos as análises das entrevistas realizadas com os docentes universitários que atuam em cursos de formação de professores de física de instituições públicas de ensino superior brasileiras, feitas a partir do instrumento definido neste trabalho. Por fim, apresentamos algumas considerações sobre o desenvolvimento deste trabalho.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Na pesquisa sobre crenças epistemológicas pessoais sugere-se a utilização de instrumentos de investigação declarativos, entre os quais estão a realização de entrevistas semi-estruturadas e qualitativas em que se solicita aos participantes que descrevam suas crenças epistemológicas, pois “quando pretendemos indagar sobre a epistemologia pessoal de um

indivíduo, faz-se perguntas sobre suas opiniões sobre o conhecimento” (TAFRESHI; RANCINE, 2015, p. 10)⁷⁵. Embasados nos referenciais teóricos sobre Natureza da Ciência e de Crenças de Professores, e inspirados pelos instrumentos utilizados no trabalho desenvolvido por HULLING (2014), apresentados no segundo capítulo, fazemos aqui uma opção metodológica para o uso de entrevistas semi-estruturadas com professores, associado ao instrumento de levantamento de crenças epistemológicas pessoais. A decisão pela entrevista semi-estruturada deveu-se pela natureza do nosso problema, bem como pelas possibilidades apontadas pelos principais referenciais sobre métodos e coleta de dados (LUDKE; ANDRÉ, 1986). Para Ludke e André (1986), a entrevista semi-estruturada, que se desenrola a partir de um esquema básico, mas sem rigidez, possibilita ao entrevistador e ao entrevistado o estabelecimento de uma relação de interação e uma atmosfera de influência recíproca entre quem pergunta e quem responde, que pode estimular a troca de informações de maneira mais notável e autêntica. Como um dos objetivos da nossa pesquisa e, conseqüentemente das entrevistas, consiste em questionar os docentes universitários com relação às suas crenças, este tipo de entrevista nos pareceu um bom instrumento. Nesta seção apresentamos o instrumento de pesquisa, descrevemos a adaptação da amostra e o contexto dos participantes desta investigação.

A) PROTOCOLO DE ENTREVISTA

Embasados em toda a discussão teórica e metodológica apresentada nos capítulos anteriores, elaboramos um conjunto de questões que nos auxiliasse na identificação das crenças epistemológicas compartilhadas por formadores de professores de Física, e, a partir disso, na análise das imagens sobre natureza da ciência compartilhadas nas relações que estes formadores estabelecem com os licenciandos e com o conhecimento nas disciplinas que lecionam nos cursos de Licenciatura em Física. A fim de garantir a confiabilidade, credibilidade e validade dos dados das entrevistas, as questões do questionário foram cuidadosamente elaboradas, organizadas em blocos com objetivos bem definidos. Os blocos foram: formação e atuação profissional geral e específica dos docentes universitários; crenças dos docentes universitários sobre sua

⁷⁵ Citação original: “(...) when we want to inquire about an individual’s personal epistemology, we ask them questions regarding their views on knowledge.” (TAFRESHI; RANCINE, 2015, p. 10).

prática de pesquisa, os estudantes, a natureza da ciência e o ensino da natureza da ciência e sua prática pedagógica; conhecimentos sobre legislação para a formação do físico e para a formação de professores; e projeto pedagógico do curso em que o docente atua. As questões são apresentadas no Quadro 13.

Com o intuito de evitar interpretações dúbias das questões, aproximá-las da linguagem dos respondentes e oferecer credibilidade e confiança nas informações coletadas mediante este instrumento, foi realizada a validação semântica das questões do protocolo de entrevista. Para tanto, foram realizadas entrevistas piloto com especialistas e possíveis respondentes, os quais não estavam diretamente envolvidos com esta pesquisa. Consideramos como especialistas, docentes universitários, estudiosos e pesquisadores sobre a temática da natureza da ciência, e como possíveis respondentes, docentes universitários que atuam em disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência. Esta validação resultou no instrumento em sua versão final conforme apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 – Questões do protocolo de entrevista organizadas nos blocos de análise: formação e atuação profissional geral e específica dos docentes universitários; crenças sobre sua prática de pesquisa, os estudantes, a natureza da ciência e o ensino da natureza da ciência e sua prática pedagógica; conhecimentos sobre legislação para a formação do físico e para a formação de professores; e projeto pedagógico do curso.

Informações pessoais	<ul style="list-style-type: none"> • Nome: • Tempo de formação/atuação: • Instituição que atua: • Instituições que atuou:
Formação e atuação profissional (geral)	<p><i>Objetivo: identificar elementos da formação geral do docente universitário que possa auxiliar na caracterização das suas crenças e de sua cultura profissional e acadêmica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Qual sua formação de graduação? Ano de início e conclusão? 2. Qual sua formação de mestrado e doutorado? Instituição(ões), ano de início e conclusão? 3. Qual linha de trabalho/pesquisa/investigação no mestrado e doutorado? Participou de algum outro projeto de pesquisa, extensão ou ensino durante sua formação de mestrado e doutorado? Comente sobre seu envolvimento em projetos. 4. Atua em qual instituição? Quais atividades desenvolve na instituição? Em quais disciplinas você atua? Quais as características destas disciplinas (fases/períodos, carga horária, caráter, etc.)? Você considera que a formação recebida/adquirida/que possui é compatível com as atividades que desenvolve?

Crenças sobre...	<p><i>Objetivo: identificar e caracterizar as crenças sobre a natureza da ciência, o ensino da natureza da ciência, a importância atribuída à natureza da ciência, a motivação para ensinar sobre a natureza da ciência, sua prática de pesquisa, sua prática pedagógica, os estudantes de graduação</i></p> <p><i>... os estudantes</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Você considera/julga importante que seus alunos da graduação tenham conhecimento sobre o tema da natureza da ciência? 6. Que tipos de dificuldades/obstáculos seus alunos demonstram na abordagem deste tema? <i>(esta questão é aplicada apenas quando o entrevistado responde positivamente à questão 9)</i> <p><i>... a natureza da ciência</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 7. O que você entende por natureza da ciência? 8. Quais temas/conteúdos específicos da natureza da ciência você considera/julga mais importantes? Justifique sua decisão ao atribuir maior importância a um ou outro tema. <p><i>... o ensino da natureza da ciência e sua prática pedagógica</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Você ensina/ trabalha sobre o tema da natureza da ciência nas suas aulas? Se sim, que tipo de discussão/tema você costuma promover? 10. Quais fatores você julga que influenciam sua decisão por ensinar ou não sobre o tema da natureza da ciência? Quais os prós e contras em ensinar sobre natureza da ciência na graduação? 11. Como você avalia a qualidade da discussão sobre o tema da natureza da ciência nas suas aulas? Em que medida você se considera proficiente em ensinar sobre o tema da natureza da ciência? <i>(esta questão é aplicada apenas quando o entrevistado responde positivamente à questão 9)</i> 12. Como você ensinaria/trabalharia sobre o tema da natureza da ciência na graduação? <i>(esta questão é aplicada apenas quando o entrevistado responde negativamente à questão 9)</i> 13. Você considera/julga importante a articulação entre temas da natureza da ciência e temas de Ensino de Física? Ou ainda a articulação entre temas da natureza da ciência e conteúdos de Física? Comente sobre como você proporia estas articulações em uma disciplina do curso de Licenciatura em Física, por exemplo. 14. Como você avalia/julga que sua prática enquanto pesquisador pode influenciar sua prática pedagógica para o ensino sobre o tema da natureza da ciência?
-------------------------	---

<p style="text-align: center;">Conhecimento sobre Legislação</p>	<p><i>Objetivo: identificar o conhecimento dos docentes sobre o conteúdo da legislação para formação de professores de Física, incluindo aspectos do debate sobre natureza da ciência, História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência e da Física.</i></p> <p>15. Considera que possui domínio (conhecimento) adequado sobre as legislações vigentes para formação de professores, em especial da disciplina de física?</p> <p>16. Considera que possui domínio (conhecimento) adequado sobre as legislações vigentes para o ensino de aspectos da natureza da ciência? Comente sobre o que conhece em relação ao tema.</p>
<p style="text-align: center;">Formação e atuação profissional (específica)</p>	<p><i>Objetivo: identificar elementos da formação específica do docente universitário que possa auxiliar na caracterização das suas crenças e de sua cultura profissional e acadêmica.</i></p> <p>17. Teve alguma formação sobre a temática e debate sobre a natureza da ciência? Comente sobre sua formação.</p> <p>18. Considera essa formação adequada/compatível para desenvolver propostas/atividades relacionadas ao ensino da natureza da ciência?</p> <p>19. Como você avalia a contribuição de sua formação (graduação, mestrado, doutorado) para o desenvolvimento de debates sobre o tema da natureza da ciência em curso de formação de professores de Física?</p> <p>20. Gostaria de comentar algo mais sobre sua formação sobre a temática da natureza da ciência?</p>
<p style="text-align: center;">Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física</p>	<p><i>Objetivo: identificar elementos do currículo do curso de Licenciatura em Física da Instituição na qual o docente universitário atua sobre a presença de aspectos do debate sobre natureza da ciência, História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência e da Física.</i></p> <p>21. O Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física que você atua menciona a existência/presença de disciplina(s) específica(s) para o ensino sobre natureza da ciência na Matriz Curricular, nomeadamente (<u>citar o nome da(s) disciplina(s)</u>). Você percebe que os alunos, eventualmente, trazem contribuições de reflexões sobre natureza da ciência para suas aulas? É possível identificar ou estabelecer uma interrelação entre essa(s) disciplinas(s) e a disciplina que você leciona? (Outras questões específicas sobre os currículos dos cursos que possam ser elaboradas a partir dos Projetos Pedagógicos de Curso)</p>

Fonte: Autora (2018).

Este protocolo funcionou como um guia para a condução da entrevista e, em grande parte delas, as questões foram aplicadas/feitas na seguinte ordem: 1, 2, 3, 4, 7, 5, 9, 10, 8, 6* e 11* (quando a resposta a questão 7 era afirmativa) ou 12* (quando a resposta a questão 9 era

negativa), 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20. O entrevistador, que já desenvolve pesquisa sobre crenças de professores e estudantes desde 2009 (FERREIRA *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2012, FERREIRA, 2012; FERREIRA; CUSTÓDIO, 2013), teve liberdade para inverter a ordem de algum questionamento à medida que julgou relevante, bem como, pode realizar outras perguntas para aprofundar e detalhar algumas afirmações, opiniões e crenças manifestadas pelos professores entrevistados. Os instrumentos utilizados passaram também por avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina e foram aprovados em 06 junho de 2018 pelo parecer número 2.697.339 (Anexo).

B) DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

As entrevistas foram realizadas com docentes universitários que atuam prioritariamente em cursos de Licenciatura em Física de instituições públicas de ensino superior do Brasil. Para selecionar as instituições/cursos, e posteriormente os docentes, que integrariam a amostra investigada nesta pesquisa, definimos os seguintes critérios:

- **DISCIPLINAS DE CARÁTER OBRIGATÓRIO** – Cursos de Licenciatura em Física que apresentam em suas matrizes curriculares pelo menos uma disciplina do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e/ou Saberes Pedagógicos e/ou Saberes Disciplinares de Física em caráter obrigatório.
- **NÚMERO MÍNIMO DE DISCIPLINAS** – Cursos de Licenciatura em Física que apresentam em suas matrizes curriculares duas ou mais disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e/ou Saberes Pedagógicos e/ou Saberes Disciplinares de Física (de acordo com o critério anterior pelo menos uma dessas disciplinas deveria ser de caráter obrigatório).
- **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO** – Instituições que possuem programa de pós-graduação (em funcionamento) de Mestrado e/ou Doutorado Acadêmico na área de avaliação ‘Ensino’, e área básica ‘Ensino de Ciências e Matemática’ recomendados pelas CAPES. A pesquisa das informações foi realizada utilizando a Plataforma Sucupira (<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/index.xhtml>, acesso em 24 de abril de 2018). Um grupo de cursos e instituições em

particular não atende a este último critério, mas foi incluído em nossa análise. A justificativa para a inclusão deste grupo, composto de cinco cursos, se deve por considerarmos relevante para nosso estudo o fato destes cursos apresentarem simultaneamente disciplinas dos tipos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física.⁷⁶

Aplicando estes critérios acima, do total de 145 cursos de 90 instituições em relação ao qual coletamos todos os dados e produzimos todas as análises anteriores, reduzimos nossa amostra a um novo conjunto de 32 cursos de 25 instituições, apresentados de maneira resumida na Tabela 13 e de maneira detalhada nas tabelas a seguir (Tabelas 13 a 17).

⁷⁶ Retomando o que apresentamos no capítulo 4, as disciplinas classificadas como pertencendo ao grupo de Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física abordam os saberes sociais emergentes da tradição dos estudos em História, Filosofia e Sociologia da Ciência, apresentando o debate em torno da temática da natureza da ciência. Analogamente, as disciplinas classificadas como pertencendo ao grupo de Saberes Disciplinares de Física abordam os saberes sociais emergentes da tradição dos estudos da Física selecionados e presentes na instrução universitária. Já os Saberes Pedagógicos abordam os saberes de formação profissional geradores e provenientes de reflexões sobre a prática educativa com a intenção de serem incorporados à atividade docente. Denominamos o conjunto de disciplinas classificadas no tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, como Grupo 1, o conjunto de disciplinas classificadas no tipo Saberes Pedagógicos, como Grupo 2, e o conjunto de disciplinas classificadas no tipo Saberes Disciplinares de Física, como Grupo 3. Conforme análise apresentada no capítulo 4, dentre os três conjuntos de disciplinas estabelecidos, de acordo com o critério da presença de discussão sobre a temática da natureza da ciência nas ementas das disciplinas disponíveis nos Projetos Pedagógicos dos Cursos, aquelas classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física estão presentes em maior número em nossa amostra (3,2% da carga horária média dos cursos), quando comparadas aos Saberes Pedagógicos (1,0% da carga horária média dos cursos) e Saberes Disciplinares de Física (0,4% da carga horária média dos cursos).

Tabela 13 – Instituições de ensino superior e cursos de Licenciatura em Física selecionados conforme os critérios estabelecidos sendo (da esquerda para a direita e de cima para baixo) cursos que oferecem: (a) apenas disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física; (b) disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e Saberes Pedagógicos; (c) disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e Saberes Disciplinares de Física; e, (d) disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física.

Instituições Públicas de Ensino Superior – Cidade/Campus – Turno			
APENAS DISCIPLINAS DO GRUPO 1: Saberes Disciplinares de HFESC/F		DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F + DISCIPLINAS DO GRUPO2: Saberes Pedagógicos	
Total: 11 cursos de 10 instituições		Total: 11 cursos de 8 instituições	
1	UEM – Maringá	11	UFSC – Florianópolis
2	UEPG – Ponta Grossa	12	USP – São Paulo – Diurno
3	UFPR – Curitiba		USP – São Paulo – Noturno
4	UFABC – Santo André	(6)	UFSCar – São Carlos – Noturno
5	UNESP – Bauru	13	CEFET/RJ – Petrópolis
6	UFSCar – São Carlos – Diurno	14	IFRJ – Nilópolis
7	UFMS – Campo Grande	15	UFG – Goiânia – Integral
8	UNB – Brasília – Diurno		UFG – Goiânia – Noturno
	UNB – Brasília – Noturno	16	UEPB – Campina Grande – Diurno
9	UESC – Ilhéus		UEPB – Campina Grande – Noturno
10	UESB – Vitória da Conquista	17	UNIR – Porto Velho
DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F + DISCIPLINAS DO GRUPO3: Saberes Disciplinares de Física		DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F + DISCIPLINAS DO GRUPO2: Saberes Pedagógicos + DISCIPLINAS DO GRUPO3: Saberes Disciplinares de Física	
Total: 5 cursos de 5 instituições		Total: 5 cursos de 4 instituições	
18	IFSP – São Paulo	(18)	IFSP – Itapetinga
19	UEFS – Feira de Santana		IFSP – Piracicaba
20	UFRN – Natal	23	UNIFAL – Alfenas
21	IFCE – Tianguá	24	UFTM – Uberaba
22	UNIFESSPA – Marabá	25	UEMS – Dourados

Fonte: Autora (2018).

Algumas instituições oferecem mais de um curso de Licenciatura em Física em diferentes turnos e/ou diferentes campus. Como estes cursos podem apresentar Projetos Pedagógicos de Curso distintos e, conseqüentemente, Matrizes Curriculares diferentes, contabilizamos e analisamos os cursos separadamente, enquanto que instituições, ainda que ofereçam cursos em diferentes modalidades ou diferentes campus foram contabilizadas uma única vez, como é o caso dos cursos oferecidos pela UFSCar nos períodos diurno e noturno, e os cursos oferecidos pelos IFSP nos campus São Paulo, Itapetinga e Piracicaba. Assim nossa amostra contém 32 cursos pertencentes a 25 instituições.

De maneira detalhada, para o conjunto de cursos que apresentam em suas estruturas curriculares apenas disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1, reduzimos nossa amostra para 11 cursos de 10 instituições que representam 34,4% do total de cursos (originalmente 95 cursos que representavam 62,5% do total). Estes cursos apresentam 39 disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (sendo 23 delas obrigatórias e 16 optativas/eletivas), conforme Tabela 14.

Tabela 14 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1, quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).

GI	Instituições Públicas de Ensino Superior – Cidade/Campus – Turno	APENAS DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F	
		OB	OP
1	UEM – Maringá	2	
2	UEPG – Ponta Grossa	2	
3	UFPR – Curitiba	1	1
4	UFABC – Santo André	2	6
5	UNESP – Bauru	2	
6	UFSCar – São Carlos – Diurno	1	3
7	UFMS – Campo Grande	4	
8	UNB – Brasília – Diurno	2	2
	UNB – Brasília – Noturno	2	2
9	UESC – Ilhéus	2	2
10	UESB – Vitória da Conquista	3	
		23	16
total de disciplinas		39	

Fonte: Autora (2018).

Para o conjunto de cursos que apresentam em suas estruturas curriculares disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1 e Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2, reduzimos nossa amostra para 11 cursos de 8 instituições que representam 34,4% do total de cursos (originalmente 33 cursos que representavam 22,8% do total). Estes cursos apresentam 27 disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (sendo 10 delas obrigatórias e 17 optativas/eletivas) e 21 disciplinas do tipo Saberes Pedagógicos (sendo 17 obrigatórias e 4 optativas/eletivas), totalizando 48 disciplinas, conforme Tabela 15.

Tabela 15 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1, e Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2, quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).

G1+G2	Instituições Públicas de Ensino Superior – Cidade/Campus – Turno	DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F		DISCIPLINAS DO GRUPO2: Saberes Pedagógicos	
		OB	OP	OB	OP
11	UFSC – Florianópolis	1		1	1
12	USP – São Paulo – Diurno		5	1	
	USP – São Paulo – Noturno		5	1	
6	UFSCar – São Carlos – Noturno	1	4	2	
13	CEFET/RJ – Petrópolis	1		2	
14	IFRJ – Nilópolis	1		5	1
15	UFG – Goiânia – Integral	1		1	
	UFG – Goiânia – Noturno	1		1	
16	UEPB – Campina Grande – Diurno	1	1	1	1
	UEPB – Campina Grande – Noturno	1	1	1	1
17	UNIR – Porto Velho	2	1	1	
		10	17	17	4
	total de disciplinas	48			

Fonte: Autora (2018).

Para o conjunto de cursos que apresentam em suas estruturas curriculares disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1 e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3, reduzimos nossa amostra para 5 cursos de 5 instituições que representam 16,6% do total de cursos (originalmente 10 cursos que representavam 6,9% do total). Estes cursos apresentam 9 disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (sendo 8 delas obrigatórias e 1 optativa/eletiva) e 12 disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de Física

(sendo todas obrigatórias), totalizando 21 disciplinas, conforme Tabela 16.

Tabela 16 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas apenas com ofertas de disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupos 1, e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3, quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).

G1+G3	Instituições Públicas de Ensino Superior – Cidade/Campus – Turno	DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F		DISCIPLINAS DO GRUPO3: Saberes Disciplinares de Física	
		OB	OP	OB	OP
18	IFSP – São Paulo	2		1	
19	UEFS – Feira de Santana	1	1	2	
20	UFRN – Natal	2		4	
21	IFCE – Tianguá	1		1	
22	UNIFESSPA – Marabá	2		4	
		8	1	12	0
	total de disciplinas	21			

Fonte: Autora (2018).

Para o conjunto de cursos que apresentam em suas estruturas curriculares disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1, Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2 e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3, mantivemos todos os 5 cursos de 5 instituições que agora representam 15,6% do total de cursos (que originalmente representavam 3,45% do total). Estes cursos apresentam 9 disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (sendo 8 delas obrigatórias e 1 optativa/eletiva), 11 disciplinas do tipo Saberes Pedagógicos (sendo todas obrigatórias) e 8 disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de Física (sendo 6 delas obrigatórias e 2 optativas/eletivas), totalizando 28 disciplinas, conforme Tabela 17.

Tabela 17 – Cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior Públicas com ofertas de disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física, pertencentes aos Grupos 1 e 2 e 3, quanto ao caráter (obrigatória OB ou optativa/eletiva OP).

G1+G2+G3	Instituições Públicas de Ensino Superior – Cidade/Campus – Turno	DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F		DISCIPLINAS DO GRUPO2: Saberes Pedagógicos		DISCIPLINAS DO GRUPO3: Saberes Disciplinares de Física	
		OB	OP	OB	OP	OB	OP
		18	IFSP – Itapetinga	1		1	
	IFSP – Piracicaba	1		5		2	
23	UNIFAL – Alfenas	3		1			1
24	UFTM – Uberaba	2	1	1			1
25	UEMS – Dourados	1		3		1	
		8	1	11	0	6	2
	total de disciplinas	28					

Fonte: Autora (2018).

Dentro deste conjunto de 32 cursos de 25 instituições, contactamos as coordenações de curso por meio de mensagem via correio eletrônico, a fim de buscarmos informações sobre os professores que ministravam cada uma das 136 disciplinas, obrigatórias e optativas, que compõem a amostra selecionadas. Destes docentes, foi possível contactar 57 professores, sendo: 15 professores das instituições e cursos que apresentam em suas estruturas curriculares apenas disciplinas, que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1; 24 professores das instituições e cursos que apresentam em suas estruturas curriculares disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes ao Grupo 1, e Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2; 5 professores das instituições e cursos que apresentam em suas estruturas curriculares disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes aos Grupo 1, e

Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3; e, 13 professores das instituições e cursos que apresentam em suas estruturas curriculares disciplinas que abordam a temática da natureza da ciência, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, pertencentes aos Grupo 1, com relação aos Saberes Pedagógicos, pertencentes ao Grupo 2 e com relação aos Saberes Disciplinares de Física, pertencentes ao Grupo 3. Ao todo, 19 cursos de 13 instituições não responderam as mensagens e não foram contempladas nesta investigação. Os dados estão sistematizados na Tabela 18.

A esta amostra acrescentamos também a entrevista piloto realizada após a fase de validação dos dados. Portanto, entrevistamos ao todo 20 professores de 14 cursos de Licenciatura em Física pertencentes a 13 instituições públicas de ensino superior, utilizando o instrumento de pesquisa apresentado no Quadro 13. A amostra inicial, na primeira etapa da pesquisa (análise de ementas de disciplinas), era de 145 cursos, de 90 instituições públicas de ensino superior. A amostra reduzida, após a definição dos critérios de seleção, era de 32 cursos, de 25 instituições públicas de ensino superior e, no entanto, em nossa pesquisa, alcançamos apenas 43,8% dos cursos de 52,0% das instituições públicas de ensino superior.

Os professores foram contactados via correio eletrônico. Na mensagem de convite, informamos os objetivos, justificativas e procedimentos da pesquisa, a possibilidade de riscos e desconfortos, declaramos o cumprimento da Resolução CNS n. 466/12 pelo pesquisador, a garantia de sigilo e privacidade e a liberdade de retirar o consentimento a qualquer tempo. Os professores participantes retornaram as mensagens, declarando seu aceite em participar da pesquisa por meio do envio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado (em duas vias). As entrevistas foram realizadas nos meses de junho e julho, por meio de contato virtual (ligação em áudio e vídeo por Skype e Hangout) e presencial (com deslocamento do pesquisador assistente, com recursos próprios), com duração de 30 minutos até 1 hora e 30 minutos. Todas as entrevistas foram realizadas pelo pesquisador, audiogravadas, transcritas e analisadas. Os dados e análise das entrevistas são apresentados na sequência.

Tabela 18 – Instituições de Ensino Superior Públicas e Cursos de Licenciatura em Física onde atuam os docentes de ensino superior que compuseram a amostra selecionada e participaram da entrevista.

Instituições Públicas de Ensino Superior – Cidade/Campus – Turno			
APENAS DISCIPLINAS DO GRUPO 1: Saberes Disciplinares de HFESC/F		DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F + DISCIPLINAS DO GRUPO2: Saberes Pedagógicos	
Total: 11 cursos de 10 instituições Contemplados: 4 cursos de 4 instituições Não contempladas: 7 cursos de 6 instituições		Total: 11 cursos de 8 instituições Contemplados: 5 cursos de 4 instituições Não contempladas: 6 cursos de 4 instituições	
Docentes contactados: 15 Docentes participantes: 4		Docentes contactados: 24 Docentes participantes: 10	
Instituições/cursos participantes	UEM – Maringá	Instituições/cursos participantes	UFSC – Florianópolis
	UEPG – Ponta Grossa		USP – São Paulo – Diurno USP – São Paulo – Noturno
	UFABC – Santo André		CEFET/RJ – Petrópolis
	UFMS – Campo Grande		IFRJ – Nilópolis
DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F + DISCIPLINAS DO GRUPO3: Saberes Disciplinares de Física		DISCIPLINAS DO GRUPO1: Saberes Disciplinares de HFESC/F + DISCIPLINAS DO GRUPO2: Saberes Pedagógicos + DISCIPLINAS DO GRUPO3: Saberes Disciplinares de Física	
Total: 5 cursos de 5 instituições Contemplados: 0 cursos de 0 instituições Não contempladas: 5 cursos de 5 instituições		Total: 5 cursos de 4 instituições Contemplados: 4 cursos de 4 instituições Não contempladas: 1 cursos de 1 instituição	
Docentes contactados: 5 Docentes participantes: 0		Docentes contactados: 13 Docentes participantes: 5	
		Instituições/cursos participantes	IFSP – Piracicaba
			UNIFAL – Alfenas
			UFTM – Uberaba
			UEMS – Dourados

Fonte: Autora (2018).

5.2. ANÁLISE DAS ENTREVISTAS COM DOCENTES UNIVERSITÁRIOS: FORMAÇÃO ACADÊMICA E ATUAÇÃO PROFISSIONAL

As análises que apresentamos referem-se aos dados das entrevistas que realizamos com 20 professores que atuam em 14 cursos de Licenciatura em Física pertencentes a 13 instituições públicas de ensino superior, o que representa aproximadamente 43,8% dos cursos, de aproximadamente 52,0% das instituições públicas de ensino superior selecionados para esta etapa da investigação. Como já apresentado na seção anterior, nossa amostra de 32 cursos de 25 instituições, foram selecionados a partir dos seguintes critérios: a presença de um número mínimo de disciplinas, sendo ao menos uma delas de caráter obrigatório, dentro daquelas classificadas como pertencentes aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, e/ou Saberes Pedagógicos, e/ou Saberes Disciplinares de Física de instituições que possuíssem programa de pós-graduação na área de Ensino de Ciências e Matemática.

Na próxima seção apresentaremos os dados e caracterização do grupo de 20 docentes participantes desta pesquisa com relação à sua formação acadêmica e atuação profissional, baseados nos dados coletados nas entrevistas realizadas e informações declaradas pelos docentes.

A) FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS DOCENTES UNIVERSITÁRIOS

Com relação a formação acadêmica, da amostra, 15 docentes possuem Licenciatura em Física, sendo que dois deles também possuem Bacharelado em Física, e um deles é Licenciado em Química e Física; quatro docentes possuem Bacharelado em Física e um docente possui Licenciatura e Bacharelado em Filosofia. Com relação às instituições em que os docentes obtiveram a formação de graduação, o maior número de docentes que possui Licenciatura em Física realizou sua formação de graduação nas Universidade Federal de Santa Catarina (3 docentes) e Universidade Estadual de Campinas (3 docentes), seguida pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2 docentes). Com relação as unidades federativas, um maior número de docentes realizou sua formação de graduação em instituições de ensino superior localizadas no estado de São Paulo (7 docentes), seguido pelas instituições de ensino superior localizadas no estado do Rio de Janeiro (5 docentes). Os docentes

concluíram a formação de graduação entre 4 a 45 anos atrás. Os dados estão sistematizados na Tabela 19.

Tabela 19 – Instituições de Ensino Superior Públicas e Cursos em que os docentes universitários entrevistados realizaram sua formação de graduação. Os pontos destacados referem-se: *docente cursou Bacharelado e Licenciatura em Física; **docente cursou Licenciatura em Química e Física.

Instituição de formação de graduação	Física - Licenciatura	Física – Bacharelado	Química – Licenciatura	Filosofia – Licenciatura e Bacharelado	Total de docentes
UFRGS		1			1
UFSC	3				3
UEM		1			1
UEL		1			1
UNICAMP	3	1*	1**		3
UNESP	1				1
USP	1	1			2
UFSCar	1				1
UFRJ	2			1	3
UERJ	1				1
CEFET/RJ	1				1
UFJF	1				1
UFG	1	1*			1
Total	15	6	1	1	20

Fonte: Autora (2018).

Com relação à formação de mestrado, da amostra, 14 docentes possuem formação na área de concentração de Ensino ou Educação, cinco docentes possuem formação de mestrado na área de concentração da Física e um docente possui formação de mestrado na área de concentração da Filosofia. Com relação às instituições em que os docentes obtiveram a formação de mestrado, o maior número de docentes realizou sua formação de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Física na Universidade de São Paulo (7 docentes), seguido do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da

Universidade Federal de Santa Catarina (2 docentes). Com relação as unidades federativas, um maior número de docentes realizou sua formação de mestrado em instituições de ensino superior localizadas no estado de São Paulo (12 docentes). Os docentes concluíram a formação de mestrado entre 0 a 38 anos atrás. Os dados estão sistematizados na Tabela 20.

Tabela 20 – Instituições de Ensino Superior Públicas e Cursos em que os docentes universitários entrevistados realizaram sua formação de mestrado.

Instituição de formação de mestrado	Ensino de Física (MP)	Ensino de Ciências – Física	Educação Científica e Tecnológica	Educação – Ensino de Física	Educação em Ciências e Saúde	Educação	Física – Ensino de Física	Física	Filosofia	Total de docentes
UFRGS							1			1
UFSC			2							2
UNICAMP				1				1		2
UNESP								1		1
USP		7						1		8
UFSCar						1				1
UFRJ	1				1					2
UERJ									1	1
UFG								1		1
CBPF								1		1
Total	1	7	2	1	1	1	1	5	1	20

Fonte: Autora (2018).

Com relação à formação de doutorado, da amostra, 15 docentes possuem formação na área de concentração de Ensino ou Educação, um docente possui formação de doutorado na área de concentração da Física, um docente possui formação de doutorado na área de concentração da Engenharia e 1 docente possui formação de doutorado na área de concentração da Filosofia. Com relação às instituições em que os docentes obtiveram a formação de doutorado, o maior número de

docentes realizou sua formação de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Física (3 docentes) e no Programa de Pós-Graduação em Educação (1 docente), ambos na Universidade de São Paulo (totalizando 4 docentes), e no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (3 docentes) e no Programa de Pós-Graduação em Educação (1 docente) ambos na Universidade Federal de Santa Catarina (4 docentes). Com relação às unidades federativas, um maior número de docentes realizou sua formação de doutorado em instituições de ensino superior localizadas no estado de São Paulo (11 docentes). Quatro dos docentes entrevistados estão em fase de doutoramento, enquanto um docente entrevistado não possui doutorado e nem se encontra em fase de doutoramento. Os docentes concluíram a formação de doutorado entre 0 a 27 anos atrás. Os dados estão sistematizados na Tabela 21.

Tabela 21 – Instituições de Ensino Superior Públicas e Programas de Pós-Graduação nos quais os docentes universitários entrevistados realizaram/realizam sua formação de doutorado.

Instituição de formação de doutorado	Ensino de Ciências – Física	Ensino de Ciências e Matemática	Educação Científica e Tecnológica	Educação – Ensino de Física	Educação para a Ciência	Educação em Ciências e Educação	Ensino em Biociências e Física	Engenharia Nuclear	Filosofia	Total de docentes
UFSC			3			1				4
UNICAMP		1		1		1				3
UNESP					1			1		2
USP	3					1				4
UFSCar	1					1				2
UFRJ						1		1		2
UERJ									1	1
FIOCRUZ							1			1
Total	4	1	3	1	1	4	1	1	1	19

Fonte: Autora (2018).

Da amostra, 12 dos docentes (60% dos docentes) desenvolveram todos os seus estudos de pós-graduação, mestrado e doutorado, na mesma instituição, sendo que 10 deles (50% dos docentes) permaneceram no mesmo programa de pós-graduação entre as formações de mestrado e doutorado. Dentre as linhas de pesquisa em que os docentes realizaram seus trabalhos realizados durante o mestrado de doutorado, as mais frequentes são: Formação de Professores (15 trabalhos), História da Ciência (7 trabalhos), História e Filosofia da Ciência (3 trabalhos), Metodologias de Ensino (3 trabalhos). Alguns docentes mencionaram mais do que uma linha de pesquisa para seus trabalhos de mestrado e doutorado e, portanto, o quantitativo é superior ao número de docentes entrevistados. Os dados estão sistematizados na Tabela 22.

A formação de mestrado e doutorado na mesma instituição e a permanência inclusive no mesmo programa de pós-graduação podem evidenciar elementos interessantes com relação à *cultura profissional e acadêmica* destes docentes universitários. Conforme discutido no capítulo 2, as culturas profissionais influenciam e condicionam as concepções epistemológicas, profissionais, didáticas e critérios para a ação docente, bem como os critérios axiológicos de atuação profissional, e quando aliada à cultura própria da instituição em que se inserem, refletem uma cultura acadêmica específica. Essa enculturação leva à adoção de costumes, tradições, normas, valores e crenças profissionais, localizadas no tempo e espaço, e consensuadas entre os pertencentes ao grupo de forma a buscar uma justificação e legitimação de suas ações (BECHER, 2001; MILICIC *et al.*, 2007). Refletir sobre essa cultura acadêmica pode contribuir para uma melhor compreensão das relações e implicações das crenças compartilhadas por estes docentes formadores de professores de Física, em especial no que diz respeito às discussões sobre aspectos da natureza da ciência.

No caso do grupo de docentes universitários participantes desta investigação que desenvolveram sua formação de graduação em uma cultura acadêmica própria da Física, seja na licenciatura ou bacharelado, e que desenvolveram toda sua formação de pós-graduação em uma cultura acadêmica própria do Ensino de Física, em especial àqueles que permaneceram na mesma instituição, mesmo programa de pós-graduação e, também, mesma linha de pesquisa, nos parece que há uma associação interessante entre *cultura acadêmica de origem* e *cultura acadêmica de destino*. Na próxima seção buscaremos evidenciar estas associações no que diz respeito à atuação profissional destes docentes universitários.

Tabela 22 – Linhas de pesquisa dos trabalhos desenvolvidos na formação de pós-graduação – mestrado e doutorado – pelos docentes universitários entrevistados.

Linha de Pesquisa	Mestrado	Doutorado	Total
Formação de Professores	5	10	15
História da Ciência	5	2	7
Filosofia da Ciência	2	0	2
História e Filosofia da Ciência	1	2	3
História, Filosofia, Sociologia da Ciência	0	1	1
Ciência, Tecnologia e Sociedade	0	1	1
Metodologias de Ensino	2	1	3
Manuais/Livros didáticos	1	1	2
Linguagens	1	1	2
Ensino Aprendizagem de Ciências	1	1	2
Tecnologias educacionais	1	1	2
Física de Partículas	1	1	2
Física de Altas Energias	1	1	2
Alfabetização científica e tecnológica	0	1	1
Divulgação Científica	0	1	1
Física Experimental	1	0	1
Biofísica	1	0	1
Total	22	26	48

Fonte: Autora (2018).

B) ATUAÇÃO PROFISSIONAL DOS DOCENTES UNIVERSITÁRIOS

Com relação a atuação profissional, da amostra, 16 docentes universitários atuam prioritariamente na área de Ensino de Física, dois docentes atuam prioritariamente na área de Física, e outros dois docentes atuam na área de Filosofia da Ciência e História e Epistemologia da Ciência. Com relação às unidades federativas, um maior número de docentes atua em instituições localizadas no estado do Rio de Janeiro (7 docentes), seguido pelos docentes de instituições de ensino superior localizadas no estado de São Paulo (4 docentes). A região do Brasil na qual atua o maior número de docentes universitários entrevistados é a

região sudeste, com 14 docentes. Com relação ao tempo de atuação e permanência nas instituições, há docentes que já atuam há 42 anos, enquanto outros foram recentemente contratados e atuam há menos de 1 ano nas instituições. Os dados estão sistematizados na Tabela 23.

Tabela 23 – Instituições de Ensino Superior Públicas e Áreas em que os docentes universitários entrevistados declararam atuar.

Instituição de atuação	Ensino de Física	Física	Filosofia da Ciência	História e Epistemologia da Ciência	Total de docentes por instituição	Total de docentes por UF
UFSC	2				2	2
UFFS	1				1	2
UEM				1	1	
USP	1				1	4
UFABC	1	1			2	
IFSP	1				1	
IFRJ	2	1	1		4	7
CEFET/RJ	3				3	
UFTM	1				1	3
UNIFAL	2				2	
UFMS	1				1	2
UEMS	1				1	
Total	16	2	1	1	20	20

Fonte: Autora (2018).

Com relação às atividades desenvolvidas – ensino, pesquisa, extensão e administração – pelos docentes universitários entrevistados, todos eles mencionam desenvolver atividades de ensino na graduação. Destes 20 docentes universitários, além das atividades de ensino, 15 também mencionam desenvolver atividades de pesquisa, oito também mencionam desenvolver atividades de extensão e dez também mencionam desenvolver atividades administrativas. Apenas três docentes mencionam desenvolver concomitantemente atividades de ensino, pesquisa, extensão e administração.

Com relação à compatibilidade entre formação e atuação profissional, 15 docentes consideram que a formação recebida é compatível com as atividades desenvolvidas na instituição em que atuam, sendo que nove destes docentes reconhecem a forte contribuição dos estudos de pós-graduação, e dois deles acrescentam a ressalva de que, ainda que os estudos de pós-graduação tenham contribuído para as atividades que desenvolvem, a formação para o exercício de atividades administrativas e de gestão não foram suficientes. Um docente ressalta que, ainda que a formação de pós-graduação contribua para o desenvolvimento das atividades, é importante permanecer em formação. Para o docente:

“Acho que a formação é totalmente compatível, é ela que me sustenta em todas essas atividades e que me deu a base fundamental para eu atuar em todas essas atividades que eu relatei para você. Mas é fundamental e se tem perspectiva que você não pode parar [de estudar]. Considerar que a formação, seja ela no mestrado, no doutorado ou na graduação, é um ponto final, isso aí é um equívoco.” (DocenteUniversitário10).

Da amostra, cinco docentes consideram que a formação recebida é incompatível com as atividades desenvolvidas na instituição em que atuam. Os dados estão sistematizados na Tabela 24.

Tabela 24 – Informações sobre atividades desenvolvidas – ensino, pesquisa, extensão e administração – pelos docentes universitários entrevistados e compatibilidade entre formação recebida e atuação profissional declarada pelos docentes.

Compatibilidade entre formação recebida atuação profissional					
Atividades desenvolvidas	Compatível			Incompatível	Total
	Sem ressalvas	Contribuição da PG			
		-	Ressalva administrativas		
Ensino	2	1	-	-	3
Ensino + Pesquisa	-	-	-	2	2
Ensino + Extensão	-	-	-	-	
Ensino + Administração	-	1	-	1	2
Ensino + Pesquisa + Extensão	1	3	-	1	5
Ensino + Pesquisa + Administração	3	1	-	1	5
Ensino + Pesquisa + Extensão + Administração	-	1	2	-	3
Total	6	7	2	5	20

Fonte: Autora (2018).

Com relação às áreas e linhas de investigação em que estes docentes concentram suas atividades ou interesses de pesquisa, as linhas mais frequentes são: História, Filosofia, Epistemologia, Sociologia da Ciência/Física (10 docentes), Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e Questões Sócio-Científicas (6 docentes), Formação de Professores (5 docentes). Alguns docentes mencionaram mais do que um interesse/linha de pesquisa e, portanto, o quantitativo é superior ao número de docentes entrevistados. Os dados estão sistematizados na Tabela 25.

Essa caracterização dos interesses/linhas de pesquisa dos docentes universitários entrevistados é particularmente importante, pois evidencia que parte deles (16 docentes) tem interesse por temas que apresentam possibilidades de aproximação com discussões referentes a aspectos da natureza da ciência, dentro das linhas: História, Filosofia, Epistemologia, Sociologia da Ciência/Física, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e Questões Sócio-Científicas. Esse interesse sobre a temática da natureza da ciência foi discutido nas entrevistas com os docentes universitários e serão apresentados e explorados na próxima seção.

Tabela 25 – Interesse/linhas de pesquisa dos docentes universitários entrevistados.

Interesse/linha de pesquisa	Quantidade de menções	Menções relacionadas a área/linha de pesquisa por temática
Formação de Professores	5	5
História e Epistemologia da Ciência/Física	5	10
História e Filosofia da Ciência/Física	2	
História, Filosofia e Sociologia da Ciência/Física	1	
História da Ciência/Física	1	
Historiografia da Ciência	1	
Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	4	6
Questões sócio-científicas	2	
Tecnologias Educacionais	2	2
Ensino Aprendizagem de Ciências/Física	1	1
Metodologias de Ensino	1	1
Alfabetização Científica	1	1
Divulgação Científica	1	1
Educação Científica e Tecnológica	1	1
Física de Partículas	1	1
Total	29	29

Fonte: Autora (2018).

Além disso, estes interesses/linhas de pesquisa mais frequentes evidenciados na Tabela 25 vão de encontro com as linhas de pesquisa que nortearam o desenvolvimento dos trabalhos de mestrado e doutorado, durante a formação de pós-graduação dos docentes universitários entrevistados, evidenciados na Tabela 22. A maior frequência de trabalhos sobre a Formação de Professores e História, Filosofia, Epistemologia da Ciência, desde a formação pós-graduação até a atuação profissional recente destes docentes, auxilia na caracterização de que o percurso de cultura acadêmica de origem pode ter influência ou ser resistência sobre as práticas e ações da cultura acadêmica de destino.

Com relação às disciplinas ministradas nestas instituições pelos docentes universitários entrevistados, 19 delas concentram-se no grupo que aborda a temática da natureza da ciência, classificado como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física (Grupo 1) e 12 delas concentram-se no grupo que aborda a temática da natureza da ciência, classificado como Saberes Pedagógicos (Grupo 2). Nenhum dos docentes universitários entrevistados ministra disciplinas que tenha sido classificada em nossa investigação como pertencendo ao grupo de Saberes Disciplinares de Física (Grupo 3). Ainda que nenhum dos docentes universitários entrevistados ministrem disciplinas que tenham sido classificadas como pertencentes ao grupo de Saberes Disciplinares de Física, nas entrevistas buscamos aprofundar como estes professores compreendem a relação entre estes Saberes e a temática da natureza da ciência e como os mobilizam nos cursos em que atuam. Estas disciplinas estão sistematizadas na Tabela 26.

Tabela 26 – Disciplinas ministradas pelos docentes universitários entrevistados nas instituições/cursos em que atuam com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física e Saberes Pedagógicos. *Disciplinas com mesmo nome, ofertadas por diferentes instituições de ensino superior, docentes universitários e com diferentes ementas.

Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física	Saberes Disciplinares Pedagógicos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ciência na Antiguidade e Período Medieval 2. Epistemologia das Ciências 3. Evolução da Física 4. Evolução das Ideias da Física I 5. Evolução das Ideias da Física II 6. Evolução do Pensamento Científico 7. Evolução dos Conceitos da Física* 8. Evolução dos Conceitos da Física* 9. Evolução dos Conceitos da Física* 10. Filosofia, Sociologia e História da Ciência I 11. Filosofia, Sociologia e História da Ciência II 12. História da Ciência e da Tecnologia 13. História da Ciência e Ensino 14. História e Filosofia da Ciência 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elementos e Estratégias para o Ensino de Física 2. Elementos e Estratégias para o Ensino de Física 3. Estágio Curricular Supervisionado no Ensino Médio I 4. Física em sala de aula I 5. Física em sala de aula II 6. Física em sala de aula III 7. Física em sala de aula IV 8. Instrumentação para o Ensino de Física A 9. Laboratório II de Ensino de Física 10. Oficina de Projeto de Ensino de Mecânica 11. Práticas de Ensino de Física A 12. Práticas de Ensino de Física C

15. Introdução à Ciência	
16. Nascimento e Desenvolvimento da Ciência Moderna	
17. Pesquisa I no Ensino de Física	
18. Tópicos de História da Física Clássica	
19. Tópicos de História da Física Moderna	

Fonte: Autora (2018).

5.3. ANÁLISE DAS ENTREVISTAS COM DOCENTES UNIVERSITÁRIOS: CRENÇAS EPISTEMOLÓGICAS

As análises das entrevistas ocorreram em duas etapas: individual e coletiva. Em ambas etapas as entrevistas foram analisadas com base na perspectiva das crenças de professores e crenças epistemológicas pessoais sustentados pela discussão da literatura sobre natureza da ciência. As análises serão apresentadas sob a perspectivas das crenças sobre (a) a natureza da ciência, (b) a aprendizagem da natureza da ciência pelos estudantes, e (c) o ensino da natureza da ciência, a importância atribuída à natureza da ciência, a motivação para ensinar sobre a natureza da ciência e sobre sua prática pedagógica.

A) CRENÇAS SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA

Os docentes universitários entrevistados foram solicitados a expressarem o que compreendem sobre natureza da ciência, isto é, expressarem suas crenças sobre a natureza da ciência. De maneira geral, os docentes mencionaram a existência de diversas perspectivas teóricas sobre o que é a natureza da ciência que influenciam a expressão das suas crenças epistemológicas, e que não é possível estabelecer uma maneira universal e consensuada que seja aceita por toda a comunidade de pesquisadores, educadores, historiadores e epistemólogos da ciência. Na fala do DocenteUniversitário8:

“Existe uma maneira de definir exatamente? Acho que não. Acho que a gente pode fazer aproximações no sentido de tentar entender o que é essa natureza da ciência, mas definir o que é, de fato, natureza da ciência, acho que depende de cada pesquisador. Então, eu tenho a minha visão e considero que é bem ampla nesse sentido, mas acho que outros pensadores, pesquisadores, educadores,

historiadores, epistemólogos podem ter outra visão.” (DocenteUniversitário8)

Dentro daqueles que expressaram suas crenças sobre natureza da ciência, é possível identificar níveis distintos de discussão e, conseqüentemente, de crenças epistemológicas sustentadas sobre o tema que emergiram dos dados, são eles: (i) identificação ou aproximação de suas concepções com alguma tendência ou perspectiva de natureza da ciência; (ii) natureza da ciência enquanto campo de estudo e pesquisa.

i) Crenças sobre a natureza da ciência enquanto ‘aproximação à tendências e perspectivas de natureza da ciência’

Em um primeiro nível de análise, identificamos que parte dos docentes expressaram suas crenças em termos de uma identificação ou aproximação de suas concepções com alguma tendência ou perspectiva de natureza da ciência, seja consensuada ou renovada, externalista ou internalista, ou ainda a aproximação às ideias de alguma perspectiva epistemológica da ciência em particular (DocenteUniversitário2, DocenteUniversitário3, DocenteUniversitário4, DocenteUniversitário5, DocenteUniversitário7, DocenteUniversitário10, DocenteUniversitário12, DocenteUniversitário14, DocenteUniversitário19).

Com relação a este primeiro nível, dentre os docentes universitários, alguns expressaram aproximações a partir de um viés sócio-histórico, relativista e sociológico, justificando a influência de suas formações de pós-graduação e pesquisas desenvolvidas no mestrado e doutorado. Por exemplo, o DocenteUniversitário2 afirma sustentar uma crença sobre a ciência que se aproxima de uma posição kuhniana e destaca que esta posição tem relação com sua aproximação com as abordagens sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, proveniente dos trabalhos desenvolvidos no mestrado e doutorado. Na fala deste docente:

“A minha posição é kuhniana. Essa visão de que a natureza da ciência depende (...) do contexto sócio-histórico. Isso está muito ligado a eu ter trabalhado com a abordagem CTS. (...) Minha aproximação com Thomas Kuhn é muito por influência da abordagem CTS. Essa questão de que a ciência tem um papel social e isso é muito forte e se concilia muito bem com a visão de Thomas Kuhn. Então essa minha crença forte de que a

ciência não é só lógica, não é só racional, não é objetiva, ela tem sujeito, ela sofre influência social, sofre influência de contexto histórico e tudo mais.” (DocenteUniversitário2, destaque nosso⁷⁷)

Já o DocenteUniversitário4 afirma sustentar uma crença sobre a ciência que se aproxima de uma posição relativista. Na fala deste docente: “Então, eu acho que **eu tendo a ser um pouco mais relativista** no sentido de entender de que a ciência é uma construção humana que se constituiu como uma forma de ver o mundo ou como um grupo social passou a entender o mundo a partir de uma série de elementos, entre eles, a regularidade do mundo. Então, eu acho que a regularidade da natureza, de uma maneira, ajuda a entender a própria... a ciência de alguma maneira, se constrói ou se dá a partir da regularidade do mundo. Então, seja na distinção dia e noite? Seja na distinção daquilo que a gente chamou de estações do ano e por aí vai? Então, eu acho que é uma construção nesse sentido? De que eu olho para o mundo e vejo algumas coisas que um outro grupo social não vê. E aí esse olhar específico me localiza dentro de um universo da ciência. Seja lá o quê significa a ciência, porque essa é a pergunta que eu não posso fazer, né? (risos) Isso eu falo com os meus alunos. Então, de uma maneira, o quê eu entendo por natureza em ciência é a natureza deste conhecimento uma maneira específica de olhar o mundo a partir de um campo social que não necessariamente é superior a outras formas de ver o mundo. Ela é uma forma como outras tantas são, tá?.” (DocenteUniversitário4)

Os docentes relacionam estes posicionamentos filosóficos e epistemológicos às suas compreensões sobre a construção e produção da ciência como um conhecimento socialmente construído, não linear e não neutro, bem como sobre a validação e legitimação do status científico baseado em aspectos de coletividade, heterogeneidade e crítica, cujo

⁷⁷ Nas citações das entrevistas com docentes universitários apresentadas, todo trecho destacado em negrito faz referência à nossa análise desenvolvida em termos dos elementos das crenças destes docentes.

desenvolvimento é frequentemente associado e influenciado por questões econômicas, políticas, sociais e tecnológicas. Na fala de alguns docentes:

“Quando eu penso no termo natureza da ciência, eu penso nessa ideia de uma abordagem dos conceitos científicos, numa ideia de uma ciência não neutra, da ciência como uma construção social, não linear. Então, quando eu trabalho essas questões com os alunos, eu tento trazer um pouco dessas ideias, de a gente pensar a **ciência como produção humana e que é construída mesmo ao longo do tempo**. É uma construção que ela vai e volta, com o tempo se constrói e se desconstrói. Então, é um pouco nesse sentido.” (DocenteUniversitário5)

“(…) a gente ‘vê’ a natureza da ciência como um conjunto de tudo que influencia no desenvolvimento dela, né? Basicamente é isso. Então, todo o tipo de questão relacionada a gênero, a economia, a política, a sociedade, tecnologia, tudo que pode influenciar no **desenvolvimento da ciência** pode ser colocado nessas questões sobre natureza [da ciência].” (DocenteUniversitário7)

“Natureza da ciência, em poucas palavras, é um termo complexo que nos remete ao **modus como a ciência é produzida e gestada nos nossos paradigmas em cada tempo**. Então, eu diria assim, em poucas palavras, que a natureza da ciência é o *modus* como ela [ciência] **surge e se mantem ou é desenvolvida** ao longo do nosso processo sócio-histórico, com várias mudanças e transformações nessa história, nesse processo sócio-histórico, não é só histórico, não é só temporal, mas é social também desde a sua origem até o seu atual desenvolvimento.” (DocenteUniversitário10)

“(…) O que eu tenho focado é a minha visão de ciência, inclusive para a educação científica, que é de que a **produção de conhecimento é inerentemente coletiva**. E coletiva não no sentido de um grupo fazendo dentro de um consenso, mas **uma produção que é baseada especificamente na crítica, na heterogeneidade da comunidade e**

na importância que a circulação do conhecimento tem. Então, tirando um pouco da análise do que assim a ciência, do que um cientista produziu, mas **como que aquilo se tornou científico, como que aquilo ganhou status de científico, inclusive, na educação científica. O que é que tem tornado o nosso discurso, um discurso coletivo, né?** Se é que a gente consegue detectar isso, que é totalmente diferente da ciência natural, dura. Então, a minha visão de ciência é uma visão supercoletiva e superheterogênea, baseada na intersubjetividade, na crítica intersubjetiva. Então, a minha visão é que a gente precisa estar em comunidade abertos a críticas. E aí o que vai fazer a ciência andar e a educação científica andar é a nossa capacidade de olhar e propor críticas e saber ouvir críticas e saber responder críticas, né?” (DocenteUniversitário12)

“É aquilo que caracteriza as ciências: como ela se forma? É uma representação da realidade ou parte dela? Como evolui ou progride? É um empreendimento coletivo? Como os cientistas pensam e que relações há entre o que eles pensam e o que vêem? Há termos técnicos para esse estudo, como o de sujeito e objeto, gênese do conhecimento, relativismo ou criticismo etc.” (DocenteUniversitário19)

“Eu vou pensar no ensino. Pensando natureza da ciência [no ensino], eu acho que há uma preocupação com o processo e não com o produto. Então, a natureza da ciência está associada ao **estudo de processo de construção do conhecimento científico.** E esse processo de construção do conhecimento científico numa visão ingênua e positivista, consequentemente, ela está associada a um conhecimento de que a ciência se constrói através daquelas superideias de gênios, que têm aqueles insights mirabolantes de um dia para o outro. No entanto, pensar num processo mais geral de construção da ciência é pensar também na questão ideológica, na questão política, social, na questão histórica, principalmente. Então, quando

eu penso em natureza da ciência, eu penso sob o ponto de vista do ensino que é pensar a ciência dessa forma complexa, colocando todos esses elementos não só estritamente científicos, mas elementos também humanos, políticos, sociais e etc.” (DocenteUniversitário20)

De maneira geral, as crenças dos docentes universitários contemplam compreensões que se baseiam em pontos consensuais ou em perspectivas renovadas, baseadas na literatura da área da educação em ciências. Como já mencionado no início da análise, representada pela fala do DocenteUniversitário8, os docentes defendem que a opção por uma perspectiva ou outra dependerá, em grande medida, do posicionamento ideológico e epistemológico de cada professor ou pesquisador. Na fala do DocenteUniversitário14:

“Existem os pontos consensuais e existem outros pontos também que são pontos chamados de semelhança familiar [*family resemblance approach*] que também é utilizado em educação em ciências. **Qual utilizar e qual não utilizar depende muito da questão ideológica, depende muito da questão epistemológica de cada professor, de cada pesquisador que for utilizar desses pontos, não é?** (...) Há autores que vão criticar os pontos consensuais e vão defender que se utilize uma Filosofia da Ciência específica, uma Filosofia da Ciência da Química, uma Filosofia da Ciência da Biologia, uma Filosofia da Ciência da Física. (...) Eu acho um tanto quanto complicado, eu acho que esse abandono total também pode ser que seja ruim. (...) **Eu vejo que esses pontos consensuais poderiam ser aperfeiçoados, poderiam ser melhorados. Nem sei se poderiam ser chamados de pontos consensuais após essa nova imersão.**” (DocenteUniversitário14)

Particularmente, um dos docentes universitários, que fez toda sua formação na área da Física Teórica, expressa uma crença bastante interessante sobre a natureza da ciência, em que define como **“Para mim, natureza da ciência é um conjunto de atividades, de expressões, de ideias, reflexões, que transcendem muito a Ciência.”** (DocenteUniversitário3). Na fala deste docente:

“Natureza da ciência, para mim, é um conceito muito amplo que envolve, não só essas disciplinas [referindo-se às disciplinas que leciona: Evolução da Física, História da Ciência e Ensino, Nascimento e Desenvolvimento da Ciência Moderna, Ciência na Antiguidade e Período Medieval]. Então, em uma disciplina de Física Teórica, também estou trabalhando natureza da ciência. **A natureza da ciência é tudo aquilo que envolve, para mim, essa prática associada à Ciência.** E até mesmo administrativa, se for pensar. Aí entra um pouquinho de uma leitura que eu tenho desde o mestrado lá na Física. A minha concepção quando eu tento olhar para a Ciência, eu tendo mais a entender a Ciência da perspectiva sociológica do que filosófica ou qualquer outra. Por que eu falo sociológica? Porque enquanto atividade humana, enquanto construção de conhecimento a respeito de alguma coisa, ela é altamente envolvida, contaminada, dependente da nossa formação geral, da nossa formação como ser social, como ser político, como ser filosófico.”
(DocenteUniversitário3)

O DocenteUniversitário3 reforça que a concepção de natureza da ciência que apresenta é uma crença epistemológica pessoal de alguém que se considera um cientista, tanto com relação à sua formação quanto à sua atuação. Na fala deste docente:

“Eu acho complicado fazer isso, e falo de um referencial muito particular, que é o referencial de ter me sentido e me sentindo um pouco como o cientista na medida que até recentemente, até hoje faço um pouco de Física Teórica ainda e frequento a comunidade daqueles que fazem a Física, usando uma palavra meio perigosa, mas não é maldosa, que é ‘fazem a Ciência de uma maneira menos reflexiva, menos conscientes do que estão fazendo enquanto atividade social e tudo mais, fazem de maneira mais ingênua, fazem a Ciência de maneira mais pura’. Eu acho que eu sou aquele que acabou refletindo sobre a própria atividade e que se distanciou um pouco e consegue ver aquela comunidade como alguma coisa que eu já não consigo mais pertencer. Porque essa própria

reflexão faz com que o ato de fazer aquela Ciência, seja muito diferente daquela experiência, do que aquelas pessoas estão vivenciando.”
(DocenteUniversitário3)

Este docente considera que as concepções de natureza de ciência expressas na literatura da área da educação científica e da filosofia da ciência talvez não reflitam uma ideia ou imagem adequada da natureza da ciência, mencionando a dificuldade de delimitar conceitualmente o que seja a natureza da ciência. No entanto, reconhece que enquanto professor da graduação e da pós-graduação, costuma apresentar as ideias de alguns referenciais particulares e faz referência às obras de Douglas Allchin (2011) na sistematização da temática da natureza da ciência nas aulas que ministra na graduação e pós-graduação.

ii) Crenças sobre a natureza da ciência enquanto ‘campo de estudo e pesquisa’

Em um segundo nível de análise, identificamos que alguns docentes acrescentaram à expressão de suas crenças, uma argumentação da natureza da ciência enquanto campo de estudo e pesquisa (DocenteUniversitário8, DocenteUniversitário9, DocenteUniversitário11, DocenteUniversitário14, DocenteUniversitário15, DocenteUniversitário20).

Com relação a este nível, os docentes fazem referência a uma perspectiva da natureza da ciência como **“um arcabouço de saberes sobre a construção do conhecimento científico”** (DocenteUniversitário8), com o objetivo de debater sobre a produção e legitimação da ciência e do conhecimento científico. Estes docentes elencam como pertencentes a este arcabouço de saberes e conhecimentos da natureza da ciência, saberes de História da Ciência, Filosofia da Ciência, Sociologia da Ciência, Epistemologia da Ciência, entre outros. Na fala de alguns destes docentes:

“Não é tarefa fácil de dizer o que se entende por natureza da ciência, mas eu diria que é **um conjunto de conhecimentos que envolvem História da Ciência e Filosofia da Ciência, Sociologia da Ciência e até mesmo Psicologia da Ciência. Um conjunto de conhecimentos sobre essas bases culturais, filosóficas, que falam sobre a ciência, que envolve toda a ciência. (...)**

A natureza da ciência envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da ciência.” (DocenteUniversitário11)

“Quando alguém se refere a natureza da ciência, eu penso menos em um objeto e eu penso mais numa área de estudo que reúne as diferentes subáreas que se preocupam em debater o que é ciência. Então é uma área que é composta pela Filosofia da Ciência, pela História da Ciência, pela Sociologia da Ciência, até áreas que às vezes (...) ainda não tenha tanta presença, como a própria Antropologia da Ciência e a Psicologia da prática científica.” (DocenteUniversitário9)

“(...) eu continuo entendendo a natureza da ciência, como (...) um arcabouço de saberes sobre a construção do conhecimento científico (...). Eu acho que entender natureza da ciência é entender quais questões, quais aspectos, quais elementos estão envolvidos na construção do conhecimento científico e isso envolve não só o conhecimento científico em si, mas os valores que são dados a eles, as relações que aquele conhecimento científico tem com o local em que ele é produzido, com o local que ele influencia, que ele se integra, se relaciona.” (DocenteUniversitário8)

“A natureza da Ciência, para mim, tem um sentido, obviamente, epistemológico. Então, ‘o que é a Ciência?’ é a primeira pergunta, mas é uma pergunta que praticamente não há resposta. (...) Estudar a natureza da Ciência é praticamente fazer uma imersão na subjetividade daqueles que falam em Ciência, na compreensão das teorias que praticamente moldam o olhar. (...) Entender a natureza da Ciência é entender diferentes perfis epistemológicos numa longa tradição calcada na historicidade, na História que levou àquela teoria, que levou àquele fato, que nos levam à compreensão do mundo. (...) Entender a natureza da Ciência é entender essa questão extremamente

subjetiva do sujeito ou do ser que faz Ciência, que produz Ciência, que ensina Ciência. É uma noção bem fenomenológica.” (DocenteUniversitário15)

“Então, a natureza da ciência está, na minha concepção, está associada a isso: ao estudo da construção do conhecimento científico, quando você coloca todo esse aporte. E pensar esse estudo no ensino que eu acho muito importante.” (DocenteUniversitário20)

Alguns docentes relatam ainda que o debate sobre a natureza da ciência é uma discussão originada na epistemologia da ciência e que a área educacional se apropriou do termo que “se popularizou (...) muito também dentro do âmbito dos debates curriculares para defender a presença de discussões explícitas sobre as ciências” (DocenteUniversitário9). Também por esse motivo, é importante distinguir entre as perguntas e problemas da área da natureza da ciência e perguntas e problemas do ensino de ciências.

“A literatura da Educação em Ciências apresenta várias divergências, e várias pesquisas nacionais e internacionais, geralmente utilizam os pontos consensuais da natureza da ciência. Na verdade, há uma divergência do que é Ciência entre os epistemólogos. O Thomas Kuhn, o [Karl] Popper, o [Gaston] Bachelard, o [Ludvik] Fleck, apresentam divergências entre si sobre o que é Ciência. Entretanto, eles apresentam pontos em comum. (...) Nós da Educação em Ciências nos alimentamos desses pontos em comum entre esses epistemólogos tentando inserir isso no processo de ensino-aprendizagem, que são os chamados pontos consensuais da natureza da ciência que vários autores – o Gil-Pérez, o Zefrin, o McComas – ‘tiraram’ sobre a natureza da ciência, os quais utilizamos na Educação em Ciências.” (DocenteUniversitário14)

Ao retomarmos as informações sobre formação acadêmica e atuação profissional dos docentes universitários que expressam suas crenças sobre a natureza da ciência enquanto campo de estudo e pesquisa (DocenteUniversitário8, DocenteUniversitário9, DocenteUniversitário11, DocenteUniversitário14,

DocenteUniversitário15, DocenteUniversitário20) identificamos que todos eles desenvolveram seus trabalhos de pós-graduação, mestrado e/ou doutorado) na linha de pesquisa de História da Ciência e mencionaram a área de História e Filosofia da Ciência e da Física como interesse/linha de pesquisa em sua atuação profissional recente. A permanência destes docentes universitários nas áreas de origem de suas pesquisas de mestrado e/ou doutorado, parece ter exercido um papel importante no estabelecimento da crença sobre natureza da ciência como campo de estudo e pesquisa.

B) CRENÇAS SOBRE A APRENDIZAGEM DA NATUREZA DA CIÊNCIA PELOS ESTUDANTES

Os docentes universitários entrevistados expressaram suas crenças sobre a aprendizagem da natureza da ciência quanto à dois descritores principais, definidos *à priori*, são eles: crenças sobre a importância da aprendizagem da natureza da ciência e crenças sobre obstáculos e dificuldades enfrentadas pelos estudantes na aprendizagem da natureza da ciência. Apresentamos na sequência.

i. *Crenças sobre a importância da aprendizagem da natureza da ciência*

Os docentes universitários consideram importante e fundamental que os estudantes tenham conhecimento sobre o tema da natureza da ciência no curso de graduação em Licenciatura em Física. Os docentes sustentam crenças sobre o aprendizado da natureza da ciência pelos estudantes de que este tipo de discussão contribui em grande medida para a formação do professor ou licenciado (DocenteUniversitário10, DocenteUniversitário14, DocenteUniversitário15, DocenteUniversitário20) e do cientista ou bacharel (DocenteUniversitário1, DocenteUniversitário6, DocenteUniversitário11, DocenteUniversitário12). Além disso, defendem que a aprendizagem do tema da natureza da ciência proporciona o desenvolvimento de concepções mais refinadas sobre a construção da ciência e do conhecimento científico (DocenteUniversitário5, DocenteUniversitário7, DocenteUniversitário8).

O DocenteUniversitário1 acredita que os conhecimentos sobre natureza da ciência têm função importante no estabelecimento de vínculos afetivos pelos estudantes com o conhecimento científico. Na fala deste docente:

“A minha crença, que eu já comentei, de que realmente eu entendo que ensinar sobre história e filosofia da ciência de uma maneira geral, discutir a natureza da ciência desmistifica a física. E eu acredito que tem potencial de fazer os alunos da educação básica criarem um vínculo afetivo maior com a física, sabe?! Essa coisa da humanização da ciência, do cientista, eu acho que é uma certa forma de empoderar os alunos para que eles entendam que eles também podem vir pra isso porque não é um bicho de sete cabeças, a gente só precisa aprender a pensar cientificamente, que é uma coisa que tem que ser aprendida, que não é uma coisa que alguém nasceu sabendo. Então essa é uma motivação pessoal mesmo! Assim, eu acredito que por esse caminho a gente pode motivar as pessoas a seguir carreira científica, buscar a física, buscar a ciência de uma maneira geral, ou pelo menos respeitar, né?!”
(DocenteUniversitário1)

O trecho acima revela também a crença do DocenteUniversitário1 sobre a aprendizagem de ciências. Para ele, compreender as ciências não é algo inalcançável, acessível apenas aos ‘gênios’, crença muitas vezes compartilhada e propagada no ambiente acadêmico e escolar. A importância que este docente atribui ao ensino da natureza da ciência, também é sustentada pela possibilidade de que, a partir deste tipo de discussão, os alunos compreendam que conhecer sobre ciências, aprender ciências ou desenvolver um pensamento científico mais refinado é algo possível.

Com relação à justificativa apresentada para a influência da aprendizagem sobre natureza da

ciência na formação do professor e a influência sobre sua prática pedagógica futura, os docentes defendem que:

“Creio que deva levar em consideração, mesmo que de forma implícita, porque essa discussão da natureza da ciência é algo que já é um consenso, principalmente na formação de professores. Há um consenso dos pesquisadores que é de extrema importância na formação de professores para ter uma visão do que vem a ser uma construção do conhecimento científico.”

(DocenteUniversitário14)

“Na medida em que a ciência (...) é uma cultura dos nossos tempos, essa noção de natureza da ciência deveria ser para todos. **Mas na formação do professor, isso é fundamental. A ausência desses elementos na formação dos professores dentro do perfil que a gente, hoje, pretende, é um problema sério.** Quer dizer, eu acho que é um erro no desenho curricular, os cursos que não tenham isso tratado de forma muito clara e muito bem tratada nas disciplinas. Envolvendo não só definições, mas que os alunos consigam articular essas noções nas suas práticas pedagógicas. Ele [aluno] escuta lá eu [professor] fazer uma série de definições sobre a natureza da ciência, sobre epistemologia e não é ele [aluno] repetir isso lá no ensino médio. Por isso que a gente tem as disciplinas práticas, para que ele articule essa visão de ciência ou a visão de natureza da ciência nas suas práticas pedagógicas ligadas aos conteúdos específicos. E isso seja aprendido e ensinado lá na sala de aula do ensino médio e da educação básica nas práticas pedagógicas e nas atividades escolares e não simplesmente na definição conceitual, verbal.” (DocenteUniversitário10)

Com relação à justificativa apresentada para a influência do debate sobre natureza da ciência sobre a formação do cientista, sua prática de pesquisa e seu pertencimento a uma

comunidade própria, os docentes defendem que:

“Eu acho que é fundamental porque eles [estudantes] serão cientistas. Independente da atuação que eles terão ao final, eles se formam numa das ciências. Então **acho fundamental que eles [estudantes] conheçam esse fazer ciência, que possam pensar como se colocam dentro desse fazer científico, quais são as posturas que querem ter, para que sejam críticos na hora de fazer escolhas para construção da atuação deles.** Eu acho fundamental que eles [estudantes] conheçam sobre isso e que possam questionar e se colocar dentro disso porque eles formam parte dessa comunidade. Então é importante sim.” (DocenteUniversitário6)

Além disso, grande parte dos docentes mencionam e acreditam que, em qualquer situação, falar de ciência ou sobre ciência, ou até o próprio processo de ensino, decisões e escolhas do professor na organização de sua prática, sempre remetem a uma visão, ainda que não explícita, sobre ciência. Por exemplo: “(...) ele [estudante da graduação] como [futuro] professor, **independente de estar explicitamente tratando de conteúdos de História e de Filosofia da Ciência em sala de aula, tudo que faz como docente carrega uma epistemologia,** (...). Quando ele [professor] está fazendo uma atividade experimental com os seus estudantes, ele [professor] e toda aquela atividade está sendo conduzida com pressupostos epistemológicos. Ou até mesmo quando [o professor] está na lousa fazendo um monte de contas e fazendo o ensino da forma mais historicamente estabelecida, também não deixa de ter uma epistemologia por trás daquela prática. (...) às vezes **quando a gente lida com a ciência, dando uma aula, fazendo divulgação científica ou em uma conversa de bar, a gente sempre está transmitindo uma visão de ciência.**” (DocenteUniversitário9)

“(...) o professor de física ou de ciências, precisa ser consciente da visão de ciência que tem, porque ensinar significa transmitir uma visão de ciência. (...) Inclusive, as estratégias [de ensino de física] em uma perspectiva mais crítica, só fazem sentido se eu tenho consciência da minha visão de ciência, porque isso se transmite quando eu ensino, se transmite quando eu escolho esse conteúdo e não aquele ou essa estratégia e não aquela. Ou quando eu explico dessa maneira ou não dessa, né? Eu transmito a minha visão de ciência o tempo todo, no ato de ensinar existe um ato de transferência (...) a partir das minhas atitudes, a partir das minhas escolhas, a partir da forma que eu explico.” (DocenteUniversitário4)

“Eu acho que como o professor organiza sua prática passa implicitamente uma visão de natureza da ciência. Então sempre está presente em uma aula de Física, a natureza da ciência. Podem ser visões diferentes dependendo de como eu organizo essa prática, mas ela está sempre presente, né. A forma que talvez esteja mais presente na escola é a visão indutivista, pela forma como é organizada a prática. Então se eu não estou querendo ensinar explicitamente, ainda assim a natureza da ciência está presente nas aulas.” (DocenteUniversitário2)

Para o DocenteUniversitário7, o aprendizado da natureza da ciência pelos estudantes, pode contribuir para um entendimento mais orgânico da dinâmica de desenvolvimento da ciência. Na fala deste docente:

“Tem alguns alunos que chegam super certos e confiantes [de] que as ciências se constroem de uma forma só e que é aquilo ali mesmo: que o método [científico] funciona. E aí eles veem visões diferentes e complexas [na disciplina de Evolução do Pensamento Científico], e que questionam o senso comum de ciência. Eles [estudantes] ficam cheios de dúvidas, ficam complexificados. **E é muito interessante que isso aconteça, porque diminui essa barreira de uma visão muito ‘fria’ de ciência, né? E eu acho isso preponderante**

para o desenvolvimento de uma aula, para uma crítica a respeito do que a gente está discutindo em sala de aula no ensino médio.”
(DocenteUniversitário7)

Para o DocenteUniversitário8, o aprendizado da natureza da ciência pelos estudantes, pode contribuir para a construção de uma visão mais ampla e crítica sobre a ciência. Na fala deste docente:

“Há muitas décadas se critica o ensino tradicional, uma ciência que é neutra, uma ciência que é tomada como verdade absoluta e tal. E há anos se nota o quão prejudicial isso é para o senso crítico, para o senso transformador, para a visão ampla que o estudante, o indivíduo comum, qualquer indivíduo, pode ter sobre ciência, sobre as consequências da ciência, sobre as relações da ciência. **Então, é fundamental conhecer a natureza da ciência, conhecer esses meandros que envolvem o desenvolvimento do conhecimento científico.**”
(DocenteUniversitário8)

Para o DocenteUniversitário5, o debate sobre a natureza da ciência é importante e pode desconstruir a ideia de uma ciência como verdade absoluta conforme mencionado pelo DocenteUniversitário8. Na fala deste docente:

“Às vezes, eles [os alunos] chegam nas aulas e acham que o que estão aprendendo na universidade são verdades absolutas. Então, **a ideia de que os conceitos, de que a ciência é construída ao longo do tempo, eu acho que desconstrói um pouco dessa ideia de ciência como verdade absoluta.** E aí, talvez, trazendo para eles [alunos], principalmente algumas abordagens históricas, eles começam a perceber que esses conceitos vão mudando ao longo do tempo, vão sendo construídos, vão sendo desenvolvidos por uma diversidade de pessoas e não só por um cientista. Então, **eu acho que aí que está a importância dele [aluno] entender como que se dá essa natureza, a construção dos conceitos científicos.**”
(DocenteUniversitário5)

Em síntese, os docentes universitários sustentam a crença de que o aprendizado da natureza da ciência pelos estudantes contribui sobremaneira na formação para a docência e no desenvolvimento de concepções sobre a construção e desenvolvimento da ciência e do conhecimento científico mais qualificadas.

ii. *Crenças sobre obstáculos e dificuldades enfrentadas pelos estudantes na aprendizagem da natureza da ciência*

No entanto, os docentes universitários identificam obstáculos e dificuldades enfrentados pelos estudantes na aprendizagem sobre a natureza da ciência. Um dos obstáculos mencionados é associado à visão rígida e fechada que os estudantes possuem sobre a ciência, a dinâmica de sua construção e sua estrutura. Com frequência apresentam uma visão distorcida de que a ciência é um conhecimento verdadeiro e absoluto, obra de gênios (DocenteUniversitário6, DocenteUniversitário8, DocenteUniversitário13, DocenteUniversitário14, DocenteUniversitário20), também sustentados pelas experiências que têm em outras disciplinas de física no curso de graduação (DocenteUniversitário8, DocenteUniversitário20).

“Eu acho que talvez a grande dificuldade (...) é o fato de eles [estudantes] terem contato com uma visão diametralmente oposta assim que eles saem da sala de aula. Então, por exemplo, quando eles fazem outra disciplina de fenômenos mecânicos, térmicos e eletromagnéticos, são as disciplinas introdutórias de física e padronizadas. Os experimentos têm os roteiros fixos com o intuito da obtenção de dados, reprodução do experimento e tal. Então a discussão que eu faço em sala vai justamente contra essa visão que eu enxergo – e acho que não há nenhum problema em expor isso – , eu enxergo que é operacional, metódico (...), não vejo muito tempo para reflexão, para discussão. (...) É culpa dos professores? Eu acho que não, porque a gente tem professores de Física muito bons aqui. Eu acho que é mesmo esse modo de pensar que, particularmente, me incomoda muito, que é essa coisa de ser super padronizada e unificada. Eles [docentes universitários] unificam essas disciplinas. Então a ideia é ter exatamente o

mesmo conteúdo. Eles têm duzentas mil turmas nessas disciplinas. Dar o mesmo conteúdo para todas, é um objetivo salutar, louvável etc., mas que no final das contas não dá muito resultado porque há um índice de reprovação altíssimo. (...) Enfim, **a minha visão é que isso vai exatamente contra aquilo que eu discuto com os alunos nas disciplinas de Evolução da Física. E os alunos sentem isso também.** (DocenteUniversitário8)

Alguns docentes relatam perceber que os estudantes são resistentes ao questionamento destas visões e à construção de outras visões sobre ciências que apresentem elementos mais contemporâneos da filosofia, história, epistemologia e sociologia (DocenteUniversitário6, DocenteUniversitário19).

“Na maioria das vezes **eu os percebo [estudantes] chegarem com uma visão muito fechada de ciências.** Então, **a grande dificuldade é que eles se abram para novos pensamentos.** Então **para eles a ciência é uma verdade absoluta, ela é inquestionável, e em qualquer discussão que eu traga eles mostram muito preconceito.** (...) eles ficam muito incomodados de que eu ‘quebre’ esses preconceitos.” (DocenteUniversitário6)

“O que tenho vivenciado parece mostrar que para os alunos todos esses temas ou conteúdos são estranhos, algo que nunca ouviram falar. Nesse contexto, há alunos que aceitam e procuram repensar em seus pressupostos. Mas há outros que resistem e acham que são apenas opiniões minhas que levo para sala. Então vem o trabalho dos textos, que se somam aos argumentos. Eles veem os textos como manuais de cientistas e os mesmos possuem capital simbólico para provocar conflitos. Por exemplo, tem um texto que discorre sobre as concepções de Einstein sobre a Educação, e estas concepções são adequadas às considerações sobre uma educação emancipadora. São adequadas ao construtivismo. Eles ficam muito sensibilizados e se acham em conflito. Escolho este texto sempre que vejo muita resistência em sala para a crítica com relação ao ensino tradicional (afinal, quase todos nós viemos de um ensino tradicional,

inclusive da universidade). Outro texto que procuro trabalhar é um que diz respeito a vinda de Feynman ao Brasil, ocasião em que ele problematiza fortemente nosso ensino universitário. Esse texto afeta muito os alunos e eles o citam até o final da disciplina.” (DocenteUniversitário19)

Os docentes destacam que esta dificuldade dos estudantes se revela nas disciplinas ao longo de todo o curso de graduação, tanto por estudantes ingressantes, quanto formandos. Na fala do DocenteUniversitário6 e do DocenteUniversitário13:

“Tem alunos que realmente já tem as ideias mais claras que os outros. Tem outros que têm as ideias muito confusas, muito desconexas. Você percebe que ainda tem uma separação entre o que se diz e o que se faz. No texto mesmo de TCC, por exemplo, o estudante coloca um monte de referencial, seja de aprendizagem significativa, de ensino por investigação, etc. Mas na hora da proposta, (...) não conseguem fazer uma conexão entre os referenciais teóricos e a prática em si, a planificação da aula e a operacionalização.” (DocenteUniversitário13)

“Eu demoro muito para construir respostas com eles, eles ficam muito incomodados. Mas é um incômodo positivo. Normalmente se reveste em boas participações. Mas eles se incomodam muito de eu não trazer respostas fechadas. Acho que essa é a grande questão. E é engraçado que isso eu vejo as vezes no último período também. Mesmo chegando no último período já amadurecido, eles ainda querem uma resposta fechada para algumas coisas. E quando você discute (...) usando episódios históricos ou às vezes discute questões epistemológicas, a resposta fechada é quase que impossível, né? Não é esse o propósito, **mas eu acho que o incômodo maior é isso, de eu não dar certezas absolutas para eles.** (DocenteUniversitário6)

As falas destes docentes refletem a percepção e preocupação com relação às crenças de ensino e aprendizagem que os próprios estudantes sustentam, mesmo em ao final da formação de graduação, bem como

evidencia as crenças do próprio docente com relação à visão e à construção do processo de ensino-aprendizagem.

Os DocenteUniversitário6 e DocenteUniversitário20 identificam que a origem dessa dificuldade, por parte dos estudantes, pode estar associada ao fato de que não estejam habituados a uma dinâmica de sala de aula que permita o questionamento, a reflexão, a crítica e construção de opiniões, ou até mesmo não tem familiaridade com abordagens que incorporem questões históricas, filosóficas, sociológicas e epistemológicas à discussão de conceitos da física.

“(...) a grande maioria das disciplinas é de viés tradicional, né? Então eles chegam no final ainda querendo essas respostas fechadas, só que agora do ponto de vista do conceito físico também. Porque em Evoluções [dos Conceitos da Física] eu vou construir com eles uma discussão sobre a construção daqueles conceitos. E o professor de Física 1, 2, 3, 4 deu isso como uma coisa muito fechada. E (...) alguns conceitos em física não são assim tão bem definidos. Se você vai discutir um conceito de campo, é um negócio muito aberto e que foi um problema ao longo da história da ciência para a construção do conceito também, e eles falam ‘não, mas o professor falou que campo é isso, calcula assim e faz assado’. Então você vê que ali eles trazem outras questões arraigadas.

(...) quando eu trago tudo isso para pensar enquanto uma definição de ciência, para eles [estudantes] só existe uma ciência que é verdade absoluta e é muito difícil começar a mexer com isso. (...) **a grande dificuldade é que eles não estão acostumados a poder emitir opinião.** Então eles me perguntam muito: ‘O que eu preciso copiar? Qual é a definição correta? Em que momento você vai me dar a definição correta? Em que momento você vai me responder essa pergunta?’ **O que eu mais digo a eles e que meu papel ali não é dar respostas, é fazer perguntas.**” (DocenteUniversitário6)

“Geralmente o estudante que está fazendo uma disciplina de Relatividade ou uma disciplina de Física Quântica, no imaginário dele, ele espera que vai ter que resolver equação, que vai ter que resolver problemas, não é? Ele não espera que tenha, por exemplo, esse aporte histórico, onde eu

tento envolver questões filosóficas, principalmente, da epistemologia da própria Ciência, da mudança de paradigma, da epistemologia da Ciência. Eles não estão preparados para isso, o que eu acho que é natural e eu acho que é uma construção, acho que é muito difícil.” (DocenteUniversitário20)

No entanto, o DocenteUnivesitário6 acredita que o percurso formativo dos estudantes contribui sobremaneira para a visão que eles constroem sobre ciência e destaca a contribuição de discussões da área de ensino de Física para a formação dos futuros professores. Na fala deste docente:

“Mas por outro lado, eu acho que isso tem a ver com o percurso que o aluno faz. O aluno que ao longo do curso acaba fazendo uma iniciação científica na área básica, ou se apega mais a essas disciplinas, chega com essa visão mais fechada. O aluno que percorreu um caminho mais pelo ensino, foi fazer projetos na área de ensino na sua IC ou na sua extensão, eles chegam mais abertos. Então, muitas vezes eles chegam na disciplina de Evoluções [dos Conceitos da Física] querendo discutir melhor esses conceitos que lá atrás não foram discutidos. **Eles sabem que lá não era o momento, eles esperam as disciplinas da área de ensino para fazer essa discussão.** Então a gente vê um pouco dos dois lados, então eu acho que o que interfere é o percurso do aluno mesmo. A influência do professor da área básica que tem uma visão mais fechada, mais positivista de ciência, contribui. Mas aí depende do caminho que eles [estudantes] estão percorrendo, de quais são os projetos que eles [estudantes] se envolvem, que vai abrindo ou não essa sua percepção para as discussões.” (DocenteUniversitário6)

O DocenteUniversitário14 acredita ser difícil romper por definitivo as visões distorcidas que os estudantes sustentam e menciona a noção de perfil conceitual proposto por Mortimer (1995) para avaliar as visões dos estudantes sobre a natureza da ciência. Na fala deste docente:

“Existem inúmeras distorções na visão dos alunos e é muito difícil a ruptura disso, certo? Tanto é que

eu nem tento fazer essas rupturas de uma maneira muito dogmática até mesmo por acreditar na teoria de Perfil Conceitual do Mortimer. Acho que a Teoria de Perfil Conceitual do Mortimer também serve para a natureza da ciência nesses aspectos, não é? Não adianta querer romper isso nos alunos. A gente tenta trabalhar de forma que eles entendem esse processo e ao mesmo tempo respeite a cultura deles, não é? Da qual eles vêm, da qual eles congregam.” (DocenteUniversitário14)

Além da visão rígida e fechada que os estudantes possuem sobre a ciência, a dinâmica de sua construção e sua estrutura, os docentes universitários mencionam como dificuldades dos estudantes a construção e desenvolvimento de uma visão mais aprimorada e sofisticada sobre ciência. Para o DocenteUniversitário12, **“Eles têm muita dificuldade de sair de uma visão mais ingênua [sobre a ciência].** Às vezes, eu tenho a impressão que o nível de sofisticação [da discussão e conteúdo que o docente propõe sobre natureza da ciência em sala de aula] é super alto.” (DocenteUniversitário12).

Nas discussões que ocorrem nas disciplinas que ministra, o DocenteUniversitário12 reconhece que há certa aproximação dos estudantes da graduação com as ideias de Thomas Kuhn. O docente acredita que esta aproximação está associada ao fato de que, dentre os epistemólogos da ciência que são apresentados na disciplina, as ideias de Kuhn parecem, para os estudantes, superar a crítica à um empirismo ingênuo com certo grau de sofisticação e de possibilitar aos estudantes uma visão de ciência aparentemente mais bem estruturada.

“Eles [estudantes] gostam muito do Kuhn, porque acho que é um nível melhor de sofisticação [em relação a] de um empirismo ingênuo, né? A gente vai entrar nessa questão da coletividade, essa questão do paradigma. Está muito focado no conceito. A ideia deles [visão que os estudantes constroem] é que se tem um paradigma [em uma noção kuhniana], está todo mundo [comunidade científica] em consenso. Então, eles [estudantes] entendem isso, mas é difícil passar para um novo nível. Discute no dia da aula, mas aí quando propõe um novo nível [de discussão], a coisa se desmantela de novo, porque eu acho que precisa mesmo de uma abordagem sistemática para que essas coisas se sedimentem, essas novas discussões

se sedimentem. Então, eu acho que eles [estudantes] não são tão ingênuos de ficar achando que se faz [ciência] com o método científico, eles [estudantes] já ultrapassaram isso. Mas eles [estudantes] gostam de visões bem estruturadas. (...) E aí **quando começa a apontar crítica de um lado, crítica do outro e trazer uma imagem de ciência que é mais fluida e que depende bastante da comunidade, aí a crise é um pouco maior.**” (DocenteUniversitário12)

Os docentes universitários ainda mencionam a dificuldade dos estudantes em distinguir características que demarcam os diferentes posicionamentos filosóficos ou epistemológicos, bem como manter um posicionamento coerente com uma epistemologia ou outra.

“Normalmente o que eu percebo: eles [estudantes] começam a olhar para aqueles vários epistemólogos e têm dificuldades em distinguir a visão de cada um. ‘O quê que tem de diferente entre o Popper e o Bachelard?’. Eles até entendem aquilo com o que eles concordam (...). A dificuldade de manter a atenção simultânea a todos esses elementos [das visões deformadas] na preparação de uma prática, no desenvolvimento de uma aula, é um fator de dificuldade para eles. Então, eles acabam, muitas vezes, incorrendo em uma ou outra visão distorcida da natureza da ciência. (...) Então, a dificuldade deles, resumindo, é distinguir diferentes epistemologias, (...). E outra é de manter uma certa vigilância o tempo todo de não cometer escorregões. Claro, isso está ligado à visão que eles têm da natureza da ciência. Então, é flagrante você ter escorregões. Eles não percebem isso, (...) e se você não fala, vai perpetuando [uma visão deformada] na prática deles. Aí você fica pensando assim: Em qual outra situação, ele vai se deparar com a oportunidade de mudar essa visão de ciência?” (DocenteUniversitário10)

O DocenteUniversitário10 identifica que estas visões distorcidas sobre a natureza da ciência permanecem mesmo após a discussão formal sobre o tema na formação de professores, e que mesmo os docentes

universitários colegas de profissão sustentam visões distorcidas sobre a natureza da ciência.

“Mesmo após as disciplinas, algumas [concepções deformadas] ainda permanecem. E aí a minha pergunta é: Tudo bem, enquanto eles estão aqui, enquanto eles estão fazendo uma disciplina comigo ou com outro [docente] que tenha atenção a isso [visões de natureza da ciência], isso é indicado para eles. Mas uma vez formados, professores em exercício, os construtos distorcidos ou deformados da visão da natureza da ciência vão continuar. Que eles [estudantes] nem percebem, não se dão conta disso, não é uma opção consciente, constroem daquela forma e mantêm.

(...) Agora, isso é comum. Inclusive, professores na universidade fazem a mesma coisa, cometem esses mesmos deslizes em relação a visão da natureza da ciência. É um tema complexo.”
(DocenteUniversitário10)

Nesse mesmo sentido, o DocenteUniversitário20, acredita que as dificuldades dos estudantes estão associadas à uma visão de ciência matematizada, rígida e fechada, que não raro são sustentadas, reforçadas e compartilhadas pelos docentes universitários que atuam nas disciplinas do curso de graduação.

“Então, eu acho que há sim muita dificuldade até porque os alunos da Licenciatura em Física, enquanto estudantes do ensino médio, tiveram uma visão da Física puramente Matemática. E como estudantes de um curso de Licenciatura em Física, eles ainda continuam com essa visão até porque a estrutura do nosso curso, de certa forma, mantém essa visão. Não são todos os professores que têm uma formação de ensino, não são todos os professores que podem trabalhar com estratégias diferenciadas, que podem se preocupar com essas questões na área de Relatividade, na área de Física Quântica, o que é natural também. Isso vem da formação deles. E, por conta disso e outros fatores, eu acho que eles têm sim muita dificuldade em trabalhar com questões de natureza da Ciência, não é? Na avaliação deles, a Ciência é empírica, é factual e é uma visão ‘causa e consequência’.”
(DocenteUniversitário20)

Outras dificuldades apresentadas pelos estudantes para a aprendizagem e abordagem do tema da natureza da ciência mencionadas pelos docentes estão associadas às leituras que são realizadas nas disciplinas, de viés filosófico e histórico, bem como à falta de conhecimentos sobre conteúdo de filosofia e história relacionado à ciência (DocenteUniversitário1, DocenteUniversitário2, DocenteUniversitário5, DocenteUniversitário8, DocenteUniversitário11, DocenteUniversitário15, DocenteUniversitário20).

“Eles [estudantes] desconhecem qualquer tipo de material histórico. Isso é uma coisa que eu sempre falo, sempre falei e acho que sempre vou falar, que é inconcebível, por exemplo, um aluno de Filosofia sair de um curso de Filosofia sem ler um Kant, sem ler um Bertrand Russel, sem ler Descartes, um filósofo... qualquer um desses filósofos clássicos. Mas **a gente sai de um curso de Física sem nunca ler um texto clássico. Nem ver, nem saber que existe um texto clássico.** Sei lá, você não precisa estudar pelo *Principia* do Newton. Você não precisa estudar ótica com o Ótica do Newton. Ou você pegar um texto do Maxwell. Você não precisa fazer isso, mas **conhecer esses textos eu acho fundamental, e os alunos desconhecem totalmente.** (...) Enfim, isso [ler os textos clássicos] não é comum entre os alunos. Então eles têm um pouco de dificuldade inclusive de ler, de entender, de conhecer esses materiais. Essa é uma dificuldade que eu sinto.” (DocenteUniversitário8)

“A primeira dificuldade é um desconhecimento básico da História da Ciência. Porque fazer uma discussão sobre natureza da Ciência sem ter uma boa base histórica é complicado. Tanto é que vamos pegar um exemplo clássico, que é o livro do Thomas Samuel Kuhn, no livro ‘A Estrutura das Revoluções Científicas’, é basicamente um livro de História da Ciência. Se você não entender aquilo que ele está falando ali, a histórica da eletricidade, da Biologia da Astronomia, da Física, dificilmente você vai compreender o que ele está querendo dizer ali. Então, a primeira grande dificuldade é essa: questão histórica. E é uma dificuldade que tem dos

livros ditos didáticos do ensino médio em que a Ciência é basicamente aquela Ciência que eu chamo de Ciência *in box*, ciência ali que fica nos quadradinhos, que fica naquela questão micro biográfica e naquele endeusamento do cientista no sentido de um cara isolado (...) e na verdade não tem nada disso. Tem todo um contexto em que inúmeros personagens estavam discutindo aquele assunto. Ou seja, questão da imersão em época. Compreender os condicionantes históricos, sociais. (...) É necessária essa abordagem extremamente interdisciplinar e transdisciplinar.” (DocenteUniversitário15)

Preocupado com estas dificuldades de “associar o conteúdo histórico que eles [estudantes] estão vendo na disciplina com discussões bem fundamentadas [sobre natureza da ciência]”, o DocenteUniversitário11 apresenta um material desenvolvido com o intuito de propor um aprofundamento sobre estas discussões. Na fala deste docente:

“O aluno tem pensamentos e noções muito diversificadas sobre uma mesma afirmação. Então, uma das dificuldades que a gente vê e que tornam o tema um objetivo de pesquisa, não só minha, mas na área, é justamente fazer a relação entre o conhecimento histórico que ele [aluno] vê na disciplina e essas asserções aqui que a gente olha, em princípio: ‘Ah, mas são triviais, não são...’. A prática mostra que elas estão longe de serem triviais. Então, quando se diz que alguns materiais falam sobre história e que tem algum conteúdo epistemológico, isso é insuficiente para as nossas pesquisas, porque é preciso relações explícitas entre asserções e exemplificação histórica. Isso é que favorece o melhor aprendizado, as dissertações estão aí mostrando isso e os trabalhos de pesquisa também.” (DocenteUniversitário11)

Também associado às leituras, os docentes universitários mencionam a dificuldade dos estudantes na compreensão de um vocabulário mais conceitual e no desenvolvimento de leituras de caráter mais técnico e não tão didatizado sobre filosofia da ciência, mas que são

importantes para a conceitualização e qualificação de posições filosóficas perante a visão sobre ciência e conhecimento científico.

“(...) eu vejo que quando eu começo a usar um vocabulário conceitual um pouco mais elaborado, eles [estudantes] começam a se assustar um pouco, (...) e quando no momento que você precisa conceituar mais as coisas para conseguir qualificar posições, aí é o momento que ‘entorta’ um pouco. Realmente eles [estudantes] ficam um pouco mais cansados, às vezes reclamam um pouco, por exemplo, da leitura. Se eu indico uma literatura que já não é excessivamente didatizada, que é um pouco mais técnica, eles [estudantes] não têm facilidade com isso, e aí é quase uma certa mudança de hábito.” (DocenteUniversitário9)

Por fim, os docentes universitários reconhecem o papel das dinâmicas e estratégias utilizadas na disciplina que exijam maior autonomia, participação e reflexão de ideias e a dificuldade dos estudantes em se envolverem nestas atividades. O DocenteUniversitário14 relata que os alunos não estão habituados e são pouco estimulados a expressarem suas próprias ideias e estabelecer relações com as de autores de referência.

“Uma das dificuldades é de fazê-los participar. E uma vez que participem, [outra dificuldade] é de fazer com que eles realmente expressem aquilo que eles estão pensando e de fazer com que os textos os ajudem a falar sobre certas coisas. (...) Acho que essa [última] é uma dificuldade, talvez, maior do que a primeira: a articulação entre aquilo que eles pensam, o entendimento do texto e dos objetivos dos autores para, então, começar a concordar ou discordar com os argumentos colocados pelos autores, né?” (...)

Existe uma dificuldade nesse sentido, deles se colocarem em relação ao texto, de entender quais são os argumentos principais do autor. E, depois, de se colocarem em função ou não desses argumentos, porque o texto nem sempre instrumentaliza o pensamento deles para poderem se expressar em termos, por exemplo, da filosofia da ciência.” (DocenteUniversitário4)

Com relação à identificação da origem das dificuldades enfrentadas pelos estudantes, os docentes mencionam a desvalorização e pouca importância atribuída à discussão sobre natureza da ciência e ensino de Física nos cursos de Física (DocenteUniversitário1), a heterogeneidade de formação dos alunos, bem como ao pouco envolvimento em discussões de viés histórico, filosófico, sociológico e epistemológico (DocenteUniversitário3), e à falta de maturidade e experiências formativas que vão além da mera aplicação da técnica (DocenteUniversitário3, DocenteUniversitário20).

“Hoje eu tenho um certo esclarecimento, mas que é fruto de todo um itinerário, batida de cabeça, toda uma série de estágios de maturidade que às vezes você pensa ‘será que?’ (...) Quando [o aluno] tiver o tempo e as condições de refletir sobre um universo maior de experiências, ele vai poder então talvez se libertar...” (DocenteUniversitário3)

“Muitos deles chegam com preconceito com relação a essa ideia de discutir qualquer coisa que não seja física, porque infelizmente eles são colocados em contato com muitos físicos que têm essa visão de que tudo que vem de discussão de ensino é besteira, que professor precisa saber física e acabou e vai ser o melhor professor de física que tem. Eles não olham nem para suas próprias práticas para ver que isso não é verdade, que falta um monte de coisa. Mas então os alunos chegam nas disciplinas de história da ciência, chegam na disciplina de ensino de física com essa ideia. Então não só especificamente sobre a natureza da ciência, mas qualquer discussão que seja sobre docência, sobre física que não seja diretamente relacionada ao conteúdo, eu acho que tem essa barreira do preconceito de achar que não são conteúdos em si, então você pode sempre deixar em segundo plano, (...)” (DocenteUniversitário1)

No entanto, alguns docentes ressaltam perceberem um avanço nas visões sobre a natureza da ciência dos estudantes, avaliando que “está mais próximo de uma visão da epistemologia contemporânea do que uma visão empirista-indutivista que é muito dura de a gente romper” (DocenteUniversitário14). O DocenteUniversitário9 também percebe que a posição dos estudantes da graduação perante a uma visão de ciência se modificou ao longo dos tempos e os estudantes da graduação que antes

sustentavam posicionamentos mais ingênuos sobre a natureza da ciência ou cientificistas, atualmente explicitam visões e compreensões menos rígidas sobre ciência.

“**Tipicamente**, quando eu chegava pra dar esses cursos [com debate sobre natureza da ciência] tinha aquele desafio de tentar quebrar uma visão muito rígida de ciência. Então, começava o curso e os alunos tinham aquelas visões que, em geral, na literatura especializada, a gente chama de positivista, ou empirista, ou indutivista. Eu não gosto muito que a gente às vezes vulgariza alguns rótulos que filosoficamente tem um peso maior do que a gente está acostumado. Mas, [os estudantes sustentavam] visões até ingênuas de ciência, (...) uma visão cientificista que é uma visão de valorização ingênuo da ciência. E aos poucos tinha que, às vezes com muito debate, ir tentando mostrar um ‘lado B’ da ciência, um olhar de que a ciência não é uma coisa tão rígida, que não é uma verdade absoluta, e tudo mais. **Atualmente**, eu acho curioso, porque parece que alguns ainda chegam com essa rigidez, mas não é a maioria. **E parece que na verdade eles chegam até um pouco maleáveis demais, são quase que predispostos a aceitar qualquer coisa que eu fale.** E mais recentemente eu já me vi fazendo quase que o papel oposto, de provocar os alunos e falar assim: ‘mas você não acha realmente que o que ciência diz não é verdadeiro?’ para tentar algum debate maior.” (DocenteUniversitário9)

Por fim, alguns docentes universitários relatam que um obstáculo para o ensino sobre natureza da ciência, consiste nas crenças compartilhadas pelos colegas docentes universitários que também atuam no curso de Licenciatura em Física. Alguns mencionam que “os colegas também não ajudam muito, às vezes é uma situação que acaba tentando reforçar cada vez mais essa visão de ciência fechada, empirista-indutivista.” (DocenteUniversitário14) Sobre o compartilhamento de crenças equivocadas sobre ciência e influência da prática pedagógica dos docentes universitários sobre aquelas práticas estabelecidas pelos estudantes, o DocenteUniversitário10 avalia que:

“Muito da docência, a gente percebe que é reflexo dos nossos próprios professores. Apesar da gente

saber e conhecer metodologias de ensino, você sabe que tem diferentes estilos de professores e todos eles são importantes. (...) A questão é que muito do que nós fazemos, como docentes, acabam virando referência para os nossos alunos. Então, existe um fator da docência que a gente tenta construir na formação de professores, mas que é difícil de superar, que é o fator da imitação, (...) que muitas vezes, é uma coisa pontual na formação dele, mas que vira uma referência. É um ponto positivo, porque tem uma certa ligação entre a formação inicial e o desenvolvimento profissional. Mas, por outro lado, quando isso não está dentro de limites adequados, acaba sim gerando esse problema de perpetuar algumas... [concepções da natureza da ciência].” (DocenteUniversitário10)

Em síntese, os docentes universitários associam aos obstáculos e dificuldades enfrentados pelos estudantes na aprendizagem sobre a natureza da ciência à visão rígida e fechada que os estudantes possuem sobre a ciência, sobre a dinâmica de sua construção e sobre sua estrutura, bem como experiências que têm nas disciplinas ao longo do curso de graduação e a necessidade de debates filosóficos mais qualificados e sofisticados.

C) CRENÇAS SOBRE O ENSINO DA NATUREZA DA CIÊNCIA E INFLUÊNCIA NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DO DOCENTE

Os docentes universitários entrevistados expressaram suas crenças sobre o ensino da natureza da ciência quanto à quatro descritores principais, definidos *à priori*, são eles: crenças sobre a performance/desempenho para o ensino da natureza da ciência, crenças sobre o que julgam importante no ensino da natureza da ciência e influência em sua prática pedagógica, crenças sobre a qualidade da discussão sobre o tema da natureza da ciência nas aulas, crenças sobre a articulação entre temas da natureza da ciência e temas de ensino, bem como sobre a articulação entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física. Apresentamos na sequência.

- i. *Crenças sobre a performance/desempenho para o ensino da natureza da ciência*

Com relação às crenças sobre a performance para o ensino da natureza da ciência, a maioria dos docentes universitários considera possuir um bom desempenho para ensinar sobre a natureza da ciência, isto é, possuem crença de autoeficácia para o ensino da natureza da ciência elevada. Os docentes relatam a contribuição expressiva da pós-graduação para sua atuação na formação de professores de física e para o tema da natureza da ciência (DocenteUniversitário10, DocenteUniversitário12, DocenteUniversitário13, DocenteUniversitário19). Na fala dos docentes:

“Então eu tive disciplinas na pós-graduação e momentos muito ricos na graduação que permitiram a construção dessa visão. Então, de certa forma, a influência da minha formação é decisiva. Agora, é um tema que, sem dúvida nenhuma, não pode ficar de fora da formação de professores. Em particular, professores de ciências em física. (...) Fica até estranho um projeto de formação de professor de ciência ou de física quando não tem esse componente, (...) Então, o que eu posso te dizer é que **a influência da minha formação é decisiva nisso, e se não tivesse havido, pode ser que eu não considerasse relevante isso hoje, mas eu estaria incluído em um grupo que estaria errando na formação de professores.**” (DocenteUniversitário10)

“Tenho ficado bastante satisfeito com os resultados das disciplinas que ministro, porque sei que compreender bem este tema não é fácil, e eles conseguem falar e perguntar a respeito. Percebo pelas respostas que eles dão e pelas perguntas cada vez mais sofisticadas que eles fazem. Não sei se sou proficiente em ensinar sobre este tema. E também não sigo um manual sobre este tema ou algo parecido. Discuto alguns pontos que julgo importantes para a formação dos novos professores. Mas tenho um sentimento de que sim, de que tenho leitura suficiente para ensinar sobre este tema. Afinal, fiz disciplinas na pós, muitas leituras e o que é mais importante, muita reflexão e discussão com ex-professores, orientadores e colegas da área.” (DocenteUniversitário19)

No entanto, mesmo considerando que a formação tenha sido adequada para abordar temas da natureza da ciência, o DocenteUniversitário1 reflete sobre as modificações de sua prática pedagógica ao longo de sua carreira profissional. Essa reflexão evidencia uma preocupação relevante na busca por perspectivas renovadas sobre a interpretação da natureza da ciência, bem como de produzir e sistematizar, com os estudantes, compreensões que considerem menos distorcidas sobre o que é ciência. Na fala deste docente:

“Eu considero que eu tenho uma base teórica boa para conduzir essas discussões (...). Mesmo tendo uma base muito boa, entendo que sempre preciso acompanhar as pesquisas porque tem informações novas chegando, tem leituras novas, tem olhares diferentes, e eu posso perceber que a discussão do jeito que eu fazia não era a melhor forma ou a mais adequada. Mas acho que em termos de bagagem conceitual, considero que tenho uma bagagem boa, adequada, suficiente.” (DocenteUniversitário1)

“Quando eu comecei a dar aula eu tinha essa resposta muito clara, pegava o texto do Gil-Pérez [Gil-Pérez *et al.* (2001)] e para mim aquilo era uma referência. Todo mundo na graduação precisa (...) entender aquelas sete características da natureza da ciência que vem lá do Lederman *et al.*, e o que há de consensual sobre o que não é ciência e o que é ciência. E em 2014, se eu não me engano, fui para um evento de História da Ciência e conversei com um pessoal da [Universidade] Federal da Bahia. E conheci um trabalho, que talvez eu já tenha comentado contigo, aquele do Matthews de 2012 sobre mudança de foco, sobre acabar um pouco com essa ideia de ensinar a natureza da ciência daquela maneira, porque a gente acaba reproduzindo uma visão do que é ‘ciência adequada’, tentando problematizar a ciência. E aí, não tá certo, né?! Também não é esse o caminho. Então, o que eu vejo como o mais problemático é tratar a natureza da ciência como um conteúdo e não como algo a ser pensado historicamente.” (DocenteUniversitário1)

Apenas dois docentes consideram que seu domínio para ensinar sobre o tema da natureza da ciência é um pouco restrito e que possuem uma autoeficácia baixa, isto é, não se consideram proficientes para ensinar sobre natureza da ciência. Um deles (DocenteUniversitário5) afirma que sua aproximação ao tema se deu pela necessidade de lecionar uma disciplina específica do curso de Licenciatura em Física em que atua e que aborda esta temática. O outro docente (DocenteUniversitário7) acrescenta que, ainda que sua formação para trabalhar questões de natureza da ciência não seja compatível às suas expectativas, a formação geral recebida ainda no curso de graduação possibilitou buscar conhecimentos sobre o tema. Na fala deste docente:

“A nossa formação é sempre enviesada. Então, de repente, eu não seja tão capaz de falar sobre um espectro super gigante de elementos e aspectos da natureza da ciência, mas seja capaz de conseguir saber e buscar meios de conseguir encontrar informações necessárias para isso. Então, a princípio, não [considero que a formação que recebi seja adequada para o desenvolvimento de discussões sobre o tema da natureza da ciência nos cursos de formação de professores de física]. Mas a minha formação me abriu portas para encontrar esse tipo de informação.” (DocenteUniversitário7)

Em síntese, a maioria dos docentes universitários sustenta uma crença de autoeficácia elevada sobre performance para o ensino da natureza da ciência, e que a pós-graduação tem contribuição positiva sobre esta crença. Enquanto uma parcela menor sustenta uma baixa crença de autoeficácia, apresentando restrições com relação à atuação na formação de professores de física e para o tema da natureza da ciência.

ii. *Crenças sobre o que julgam importante no ensino da natureza da ciência e influência na prática pedagógica do docente*

Com relação ao que julgam importante ser ensinado sobre a natureza da ciência, isto é, à crença sobre o ensino da natureza da ciência e influência em sua prática pedagógica, os docentes universitários mencionam temas de História da Ciência e Filosofia da Ciência. Além disso, mencionam outros temas que consideram importantes por acreditarem que contribuem para a compreensão da produção do conhecimento científico.

O DocenteUniversitário2, assim como o DocenteUniversitário9, considera importante “(...) uma forma explícita de ensinar [a natureza da ciência], ou é utilizando a Filosofia da Ciência, ou a História da Ciência. E aí, a forma como você aborda a História da Ciência, também tem influência da sua visão filosófica, da sua visão de natureza da ciência.” (DocenteUniversitário2).

Com relação às possíveis abordagens da História da Ciência, o DocenteUniversitário1 afirma que opta por uma abordagem internalista, defendendo a importância de se conhecer profundamente a História da Física, a partir da qual é possível fazer interpretações filosóficas pertinentes aos períodos e contextos históricos. Na fala deste docente:

“Eu cada vez mais me convenço da importância de você conhecer a fundo a História da Ciência Física, e a partir da História, aí sim fazer as interpretações filosóficas sobre a natureza da ciência, porque a História é muito ampla, muito variada e aquela lista [de pontos consensuais sobre a natureza da ciência] não se encaixa em todos os períodos, não se encaixa em todas as situações, e acaba se tornando uma visão distorcida em alguns momentos históricos.” (DocenteUniversitário1)

“(...) Então eu acho que se criou muito mito em cima disso e eu trabalhava antes disso [lista de pontos consensuais sobre a natureza da ciência] muito como um conteúdo. (...) e hoje eu já não faço mais esse tipo de coisa. Eu já trabalho a natureza da ciência a partir da História [da Ciência]. Porque aí eu acho que ela [a natureza da ciência] ganha sentido na formação de professores de física. Talvez para o filósofo isso não faça sentido, talvez para o historiador isso não faça sentido, mas para o professor de física, é assim que eu entendo que tem que ser. **A partir do objeto que é a ciência física, a gente vai partir para interpretações filosóficas, para qualificar a nossa visão sobre o saber científico.**” (DocenteUniversitário1)

A partir dessa mesma abordagem internalista da História da Ciência, o DocenteUniversitário11 faz a leitura do texto de referência da disciplina que ministra enumerando 18 aspectos que considera importantes a serem ensinados, e que denomina de “**arcabouço de**

saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da ciência” (DocenteUniversitário11), são eles:

“[1.] A observação científica seletiva exige o objeto, um ponto de vista e um interesse especial, um problema. [2.] As observações são intrincadas às misturas de componentes empíricos e precipitados teóricos, não às observações neutras. [3.] Leis e teorias científicas são elaborações e criações do intelecto humano, não são meras sínteses indutivas observado, experimentado. [4.] Experimentos de pensamento mostram o valor essencial das conjecturas pré-observacionais e os conhecimentos das convicções teóricas sujeita na investigação científica. [5.] As teorias científicas não são definitivas, irrevogáveis, e assim um objeto de constante revisão, o pensamento científico modifica-se com o tempo. Uma teoria não deixa de ser científica porque foi descartada, no período de sua vigência, ela constituiu um corpo de conhecimentos coerente com poderes explicativo e preditivo que explicitou uma maneira de ver e compreender o mundo físico, os fenômenos naturais. [6.] Concepções filosóficas, religiosas e culturais e épicas do investigador, assim como o contexto histórico cultural, social em que se desenvolve a ciência influencia o seu trabalho desde os tempos mais remotos. [7.] A abordagem lógica, a-histórica e linear, sequencial dos conteúdos veiculado pelo livro didático e por outros materiais em si é uma simplificação grosseira e que ressalta apenas os resultados da ciência. [8.] A ciência está longe de se constituir em um empreendimento fundado em regras rígidas e imutáveis, a ideia é de um único hegemônico método, o método científico, é uma falácia. [9.] As disputas de teorias pela hegemonia do conhecimento envolvem tanto aspectos da natureza interna, quanto externa da ciência. Podem ser bastante complexos e sutis os mecanismos envolvidos na aceitação de um novo conhecimento. [10.] A ciência e o empreendimento científico é uma construção coletiva, o esquecimento ou mesmo o anonimato de muitos de seus personagens é injustificável. [11.] Certos conceitos encontram-

se tão profundamente arraigados a convicções teóricas, que muitos cientistas têm dificuldades e, por vez, se recusam a abandoná-los mesmo sobre forte evidência empírica contrária à sua sustentação. [12.] O conhecimento não parte do nada, de uma tábula rasa, como também não nasce necessariamente da observação. O seu progresso consiste fundamentalmente na modificação do conhecimento e precedente e o ato de conhecer e se dar conta do conhecimento anterior. [13.] A experimentação não tem apenas o papel de corroborar ou de refutar teorias em sua forma final, ele é parte integrante e essencial do processo de construção do conhecimento, que envolve o diálogo entre as expectativas e convicções teóricas ou investigadoras e as observações que ele realiza. [14.] No âmbito da observação e da experimentação da ciência, o acaso, a descoberta acidental serendípica só favorece a mente preparada. [15.] A ideia de um experimento, o experimento crucial que per si de forma definitiva e inequívoca permite decidir instantaneamente entre teorias ou concepções rivais é um mito. É bastante complexa a dinâmica entre hipótese e teorias de experimentação na ciência. [16.] A dinâmica da produção de conhecimento na ciência mostra um processo vivo, criativo, polêmico, questionador, argumentativo. Essa realidade contrasta com a falsa imagem de uma ciência que se apresenta como um corpo árido de fatos e conclusões. [17.] Controvérsias científicas são constituintes produtivos do processo de elaboração de conhecimentos, elas explicitam pressupostos teóricos e metodológicos dos seus protagonistas e estimulam a criatividade, ensejam novos experimentos, viabilizam a análise de um mesmo conceito e/ou experimentos sobre diferentes perspectivas. Possibilitam ver que a relação entre uma teoria e a concepção teórica e os seus fundamentos experimentais nada tem de trivial. [18.] Por último, descobrir é mais do que uma mera observação, um insight, um palpite. A descoberta de algo é um processo complexo que envolve o

reconhecimento tanto de sua existência, como de sua natureza.” (DocenteUniversitário11)

O DocenteUniversitário10 e DocenteUniversitário4 consideram essencial discutir com os estudantes da graduação as imagens e visões distorcidas sobre a natureza da ciência, pois acreditam possibilitar “a tomada de consciência sobre a visão deles [dos estudantes] de ciência” (DocenteUniversitário4) e “iniciar um movimento de pensar a própria ciência, especialmente do ponto de vista de quem vai ensinar essa ciência” (DocenteUniversitário4). Essa crença reforça a concepção do DocenteUniversitário4, de que o próprio processo de ensino, as decisões e escolhas na organização de sua prática, remetem a uma visão, ainda que não explícita, de natureza da ciência. O DocenteUniversitário10, afirma realizar esta tomada de decisão com base em Gil-Pérez et al. (2001). Na fala deste docente:

“O Gil Pérez [et al. 2001] fez um trabalho em que eles destacam as sete principais deformações da visão de ciência. Eu considero aquilo um conteúdo essencial para esse debate. Porque eles colocam em perspectiva essas distorções muito comuns. Elas são facilmente verificáveis quando você aborda isso com os alunos, principalmente os que estão chegando na universidade, às vezes, até já saindo da universidade. Realmente aqueles tópicos lá são comuns. Eu não abro mão de abordar, de ter uma visão das distorções do pensamento da natureza da ciência com base naqueles elementos.” (DocenteUniversitário10)

Além disso, o DocenteUniversitário10 também ressalta a importância de trabalhar conceitos associados às filosofias e epistemologias da ciência moderna propostas pelos epistemólogos como Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, Karl Popper e Imre Lakatos. Para o docente: “É a partir deles que a gente constrói essa discussão da natureza da ciência. Cada um tem os seus conceitos inseridos nas suas obras e esses conceitos são trabalhados.” (DocenteUniversitário10). Neste mesmo sentido, o DocenteUniversitário6 considera que é importante trabalhar com os estudantes a construção de concepções de ciência baseados em leituras contemporâneas. Na fala deste docente:

“Em introdução a ciência eu me baseio no livro do Chalmers, “O que é a ciência afinal?”. Então **eu tento construir com eles se é possível fazer uma**

definição de ciência, mas no fundo o que eu quero trabalhar com eles são concepções contemporâneas de ciências. (...) A ideia é que eles possam construir as concepções de ciência deles, não baseado apenas em senso comum, mas baseado também a algumas leituras iniciais. **Então eu acho que seria mais importante é trabalhar com eles essas concepções sobre ciências.**” (DocenteUniversitário6)

Nesse mesmo sentido, o DocenteUniversitário14 menciona duas perspectivas importantes sobre a aprendizagem da natureza da ciência. Uma delas que chama de perspectiva academicista, baseada nos pensamentos dos filósofos da ‘Nova Filosofia da Ciência’, tais como Thomas Kuhn, Karl Popper, Imre Lakatos, e que ressalta não ser tão recente assim, e a outra perspectiva sociológica. Na fala deste docente:

“Vai depender dos objetivos que você quer. Se você quer fazer com que as pessoas entendam o que é Ciência do ponto de vista acadêmico, esses filósofos, Kuhn, Popper, inclusive até os pontos consensuais de natureza da ciência ou de semelhança familiar, eles são bons, não é? Eles conseguem retratar essa ciência acadêmica. De como ela se deu, como se deu a construção do modelo geocêntrico, heliocêntrico do mundo, os modelos de mundo. Ela dá conta disso do ponto de vista acadêmico. Agora, do ponto de vista de formar o cidadão crítico socialmente, não, a natureza da Ciência não vai dar conta. Na formação de professores as duas coisas são de extrema importância. É interessante e de extrema importância as duas perspectivas. Uma natureza da Ciência academicista baseada nessa Filosofia da Ciência de Kuhn, Popper, Lakatos. E também uma natureza da Ciência mais com viés sociológico, mais fundamentalmente discutindo a questão sociológica da Ciência e sua relação com a sociedade. O CTSA dá conta muito disso na formação de professores. Mas creio que isso pode ser desenvolvido também numa disciplina de Sociologia da Ciência. Então, eu considero de extrema importância, principalmente para quem vai ser professor: saber como que a Ciência se deu, como a Ciência é construída, como é ‘feito’ o

conhecimento científico. Para o professor isso é fundamental. Para que ele não coloque uma visão distorcida de Ciência lá no ensino médio para os seus alunos, não distorça o conhecimento científico, não coloque uma simplificação de como se deu a Ciência lá no ensino médio para os seus estudantes. Não só no ensino médio, mas como na própria divulgação do próprio conhecimento científico, o qual ele fez parte na graduação.” (DocenteUniversitário14)

O DocenteUniversitário14, ao falar sobre compreensões de natureza da ciência a partir das abordagens explícita e implícita, defendendo a utilização da abordagem explícita para um ensino mais eficaz da natureza da ciência. Na fala deste docente:

“Eu vejo que existem basicamente duas grandes abordagens da natureza da Ciência que são as abordagens explícitas e implícitas. E as pesquisas mostram que as abordagens explícitas são mais eficazes, do ponto de vista do ensino e aprendizagem de ciências para os estudantes. A abordagem implícita é quando você pega um fato científico que aconteceu e você não faz uma análise epistemológica explícita desse fato científico. Tanto do ponto de vista epistemológico como do ponto de vista da natureza da Ciência, eu diria que você não faz uma análise explícita dos aspectos que estão envolvidos nesse fato. Enquanto a abordagem explícita você faz uma leitura epistemológica e também tenta explicitar os elementos da natureza da Ciência que estão contidos nesse fato. Segundo os autores, quando você explicita isso num fato, os alunos conseguem aprender melhor como se dá esse processo de construção da ciência.” (DocenteUniversitário14)

Por fim, alguns docentes universitários mencionam como importantes temas e pontos que julgam contribuir para a compreensão da produção do conhecimento científico. O DocenteUniversitário12 considera importante ressaltar a ‘prática intersubjetiva’ na produção do conhecimento em ciência. Para o docente: “Mais importante, na minha visão, é mostrar que não existe ciência sem crítica. (...) os cientistas precisam trabalhar juntos e estar abertos à crítica e saber tecer críticas o

tempo todo.” (DocenteUniversitário12). O DocenteUniversitário14 considera essencial evidenciar o papel da teoria e da observação não neutra na construção do conhecimento científico. Na fala deste docente:

“Eu tento mostrar para os alunos que a observação nem sempre é o caminho para se chegar a um novo conhecimento. Ela é importante? É. Mas não é a coisa mais importante para se chegar ao conhecimento. O cientista, o filósofo, se baseia em conhecimentos que não são de natureza racional [se referindo ao episódio histórico de Nicolau Copérnico para o desenvolvimento do modelo heliocêntrico utilizando as observações de Ptolomeu e a crença (semirreligiosa) de que o Sol era o grande astro-rei] para se chegar a um conhecimento científico. Eu enfatizo muito isso nas aulas, pegando fatos históricos para mostrar essa ênfase de que a teoria precede a observação e a observação vem depois da teoria, em algumas situações do conhecimento científico. (...) Na disciplina de Evolução das Ideias da Física, eu uso muito os elementos históricos para fazer uma análise filosófica desses elementos. Nas disciplinas de Filosofia e Sociologia da Ciência já vou mais nos teóricos, Thomas Kuhn, o Popper, o Lakatos, e em alguns momentos eu uso História para fundamentar a concepção filosófica de cada um desses filósofos.” (DocenteUniversitário14)

Ainda que considere que todos os temas da natureza da ciência sejam importantes, o DocenteUniversitário7 destaca como essenciais que sejam abordados temas polêmicos que tem entrado no contexto de discussão sobre a produção em ciência mais atual, como por exemplo temas relacionados à questões de gênero e diversidade. Na fala do docente:

“(...) vivendo em um período de preconceitos e de discriminação de vários tipos e de questões sobre isso, acho que faz todo sentido a gente tentar fazer um esforço para apresentar os recortes em que questões relacionadas a gênero na ciência, as questões raciais, sejam, sempre que possível, discutidas. Então, pelo período em que a gente vive, todos são importantes, mas é sempre bom chamar atenção para o quê é problemático no

momento que a gente está vivendo.”
(DocenteUniversitário7)

O DocenteUniversitário19 considera importante trabalhar a temática da gênese do conhecimento, pois possibilita discutir questões em torno da não neutralidade da prática científica e da produção do conhecimento científico, assim como o DocenteUniversitário20. Para estes docentes:

“Acho que um ponto importante é a gênese do conhecimento. Através dela há possibilidade de ver que ninguém é neutro, nem os cientistas, que são considerados gênios (senso comum). Desmistificamos essa ideia, e levamos motivação para os alunos que gostam de ciência mas acham que não são tão capazes para que sejam cientistas profissionais. **Outro ponto importante é sobre o que é ciência.** Sabemos, por meio da literatura, que muitos alunos acham que ciência é a verdade, e que por isso não pode ser problematizada. Neste sentido, há sempre [a compreensão] um acúmulo de conhecimento, que não abala o saber anterior, mas que soma-se a ele e aumenta de tamanho. Não há revoluções e o progresso é sempre linear. (DocenteUniversitário19)

“Acho que o principal ponto é fazer com que o estudante compreenda a não neutralidade da Ciência, e dos cientistas também. Acho que esse é o principal ponto. Se eu tivesse que escolher enfatizar seria essa **questão da não neutralidade da Ciência.**” (DocenteUniversitário20)

O DocenteUniversitário14 ressalta, no entanto, as divergências sobre as diferentes perspectivas sobre natureza da ciência e para seu ensino e aponta como um dos grandes desafios para o tratamento do tema natureza da ciência na educação em ciências é a busca de uma perspectiva interdisciplinar.

“E eu acho que um grande desafio da Educação em Ciências é tentar buscar na interdisciplinaridade um caminho possível para a discussão da natureza da Ciência. Por que eu vejo isso como um caminho possível? Porque do ponto de vista epistemológico, a

interdisciplinaridade nasce através de um problema, o qual você está discutindo dentro de uma disciplina, ou não necessariamente tem que ser uma disciplina. Mas vamos pegar o exemplo de uma disciplina, e essa disciplina não dá conta de resolver esse problema. Surge um novo problema onde tem que buscar conhecimentos em outras [disciplinas]... Você tem que mobilizar outros conhecimentos para tentar responder a esse problema. A interdisciplinaridade, como elemento epistemológico e dinâmico, acontece naturalmente. E eu vejo que se a gente buscar pontos consensuais entre as Ciências Química, Física, Biologia, Geologia, até mesmo Ciências Humanas, dependendo da objetividade de questões subjetivas, a gente pode fomentar essa interdisciplinaridade. **Eu vejo que um desafio é tentar buscar pontos comuns entre as ciências. O que elas têm em comum? E o que elas têm em comum nos leva justamente a entender que tipo de Filosofia da Ciência em comum temos entre as Ciências: Química, Filosofia e Biologia, Geologia. Eu acho que esse é um desafio interessante para a nossa área que não está muito bem estabelecido.**

Tenta-se estabelecer isso através dos pontos consensuais como nas pesquisas, mas eu acho que isso não está muito claro e nem muito completo e ainda é problemático os pontos consensuais nesse sentido porque alguns autores vão dizer que os pontos consensuais são muito generalizantes, não abarcam aspectos específicos de cada disciplina. Eu vejo que isso é um problema realmente, não é? Mas eu acho que vai depender muito da perspectiva epistemológica de cada um. **Eu vejo, assim, que o grande desafio atual é a gente respeitar dois aspectos fundamentais: (...) tentar buscar essa integração de novo das disciplinas e, ao mesmo tempo, respeitar as especificidades. (...) Acho que há muito trabalho para ser feito tanto por uma Filosofia da Ciência específica como a Filosofia da Ciência Integrada.**” (DocenteUniversitário14)

Em síntese, os docentes universitários acreditam que temas de História e Filosofia da Ciência, conceitos associados às filosofias e epistemologias da ciência moderna proposta pelos epistemólogos da ciência ‘canônicos’, bem como imagens e visões distorcidas sobre a natureza da ciência são indispensáveis no ensino sobre a natureza da ciência.

iii. Crenças sobre a qualidade da discussão sobre o tema da natureza da ciência nas aulas

Com relação a qualidade da discussão sobre o tema da natureza da ciência em suas aulas, parte dos docentes universitários julgam positivamente o trabalho desenvolvido pelos estudantes nas disciplinas que ministram em torno das discussões sobre natureza da ciência (DocenteUniversitário4, DocenteUniversitário9, DocenteUniversitário11, DocenteUniversitário12, DocenteUniversitário14).

O DocenteUniversitário11 avalia que a qualidade do trabalho desenvolvido pelos estudantes na disciplina que ministra é excelente, por apresentarem discussões ricas sobre temas que, de maneira geral, não são refletidos em outros momentos do curso de graduação, seja da licenciatura ou do bacharelado. Na fala deste docente:

“É muito rica e excelente a disciplina. (...) As discussões são excelentes, porque trazem à tona coisas que eles [estudantes] em geral, não pensam. Principalmente os alunos do bacharelado que, como eu fiz [bacharelado] também, só fazem contas e contas e contas, não refletem sobre a ciência, não conhecem a história da sua ciência. Isso tanto do ponto de vista do bacharel, quanto do licenciado. Então, em uma grade curricular, uma disciplina sobre História e Filosofia da Ciência tem muita contribuição a dar para a formação geral do aluno, tanto do licenciado, quanto do bacharel. Porque o bacharel também vai dar aula, ele vai se empregar em uma universidade, por exemplo, e vai ser professor, não vai?” (DocenteUniversitário11)

Neste mesmo sentido, o DocenteUniversitário4 avalia a qualidade do trabalho de maneira positiva, especialmente quando recebe relatos de estudantes que atingiram o objetivo de compreender distintas

visões de ciência e, por fim, se posicionam com relação a elas. Na fala deste docente:

“Esses dias um aluno falou para mim: ‘Eu sou realista, professor. Não tem jeito, eu sou realista’. Então, é bacana porque ele se assume, ele tem uma certa clareza sobre o que significa ser realista e ele entende as discussões da Filosofia da Ciência, a gente consegue discutir. (...) Quando o aluno chega nesse momento, acho que a gente fez alguma coisa bacana, no sentido de que ele aprendeu alguma coisa a ponto de se posicionar.”
(DocenteUniversitário4)

O DocenteUniversitário14 avalia como produtivas as discussões, e ressalta que estratégias didático-metodológicas que abram espaço para discussão podem promover uma participação e interação maior dos estudantes. O DocenteUniversitário9 avalia positivamente, revelando que os estudantes se envolvem bastante nas problematizações e discussões que propõe em sala de aula, mas que percebe que dificuldades surgem quando os estudantes precisam avançar para um nível mais aprofundado e qualificado da discussão. Na fala deste docente:

“No limite do que eles [estudantes] conseguem ir mais por conta, avançam bastante. E por isso que o que eu via há dez anos atrás – uma excessiva ingenuidade – não vejo mais. **Eu vejo que eles entram e até já começam a elaborar uma posição relativamente rebuscada, que realmente eu não colocaria aqueles rótulos quase pejorativos de dizer que é muito limitada, ingênua ou positivista.** Mas na etapa seguinte, (...) o segundo passo de qualidade que exigiria uma carga de leitura maior e paciência até para entender mais finamente o que distingue uma postura é o momento que acho que vem a dificuldade.”
(DocenteUniversitário9)

Nesse mesmo sentido, o DocenteUniversitário8 avalia que a qualidade do trabalho desenvolvido pelos estudantes nas disciplinas que ministra em torno das discussões sobre natureza da ciência é mediana, pontuando que muitas vezes os estudantes tendem a compreender que os conhecimentos compartilhados em aula – ainda que se esteja discutindo

sobre o próprio processo de constituição e apropriação do conhecimento – como absolutos e verdadeiros. Na fala deste docente:

“Algumas vezes eu percebo – e eu tento contornar esse problema – que **os alunos tendem a achar tudo aquilo que você fala como uma verdade absoluta. Então assim, eu não quero que eles ‘troquem de verdade’. Eu não quero que eles passem a rejeitar a verdade que eles vêm desses outros cursos e agora aceitem a minha verdade. Eu quero que eles pensem.** Isso eu costumo dizer em sala sempre: que refletir sobre isso e apontar isso, que **essa visão que eu estou trazendo é ‘uma’ [visão] sobre a ciência, é uma concepção sobre a ciência, como a ciência se constrói.** (...) Então em relação [a qualidade das] as discussões, eu acho que é meio a meio. Tem horas que evolui bastante, se desenvolve bastante. Tem horas que não provoca muito resultado.”
(DocenteUniversitário8)

Outra parte dos docentes relata que a qualidade do trabalho desenvolvido pelos estudantes nas disciplinas que ministram em torno das discussões sobre natureza da ciência depende das turmas e das dificuldades e obstáculos enfrentados pelos estudantes (DocenteUniversitário1, DocenteUniversitário2, DocenteUniversitário5, DocenteUniversitário6, DocenteUniversitário7, DocenteUniversitário10, DocenteUniversitário13, DocenteUniversitário15, DocenteUniversitário20).

Dentre os obstáculos e dificuldades reforçados pelos docentes associados à baixa qualidade do trabalho desenvolvido pelos estudantes nas disciplinas que ministram em torno de discussões sobre natureza da ciência, os docentes mencionam a resistência a realizarem as leituras obrigatórias dos textos da área de ensino (DocenteUniversitário2) e resistência a temas e discussões que não sejam os conteúdos tradicionais de física (DocenteUniversitário1). O DocenteUniversitário1 acrescenta perceber que a desvalorização e pouca importância atribuída aos temas da área de ensino, relacionada à crença de que estas discussões são menos relevantes que aquelas sobre os temas mais tradicionais e que são propagadas na área de Física, obstaculizam o trabalho da área da pesquisa em ensino de ciência/física, bem como da natureza da ciência.

Ainda que avalie que a qualidade do trabalho desenvolvido pelos estudantes seja mediana e que dependa das turmas e grupos de alunos

envolvidos, o DocenteUniversitário10 percebe que a qualidade das aulas é mais positiva quando os estudantes conseguem relacionar as discussões sobre natureza da ciência com conteúdos de física. O que parece ser uma alternativa a ser refletida para a superação do obstáculo mencionado pelo DocenteUniversitário1, de que o debate da natureza da ciência, entre outros temas mais específicos da área de ensino de Física, não seja tão valorizado pelos estudantes quanto conteúdos específicos de Física. Na fala do DocenteUniversitário10:

“Aqueles [estudantes] que têm a oportunidade de se apropriarem de conceitos da física e articular com essas epistemologias e produzir exemplos, produzir análises de momentos da ciência, conseguem fazer algo mais relevante. Outros vão tentando repetir algumas ideias, mas não vão muito além disso não.” (DocenteUniversitário10)

Alguns docentes relatam que é possível perceber um amadurecimento das discussões nas turmas ao longo dos períodos do curso de graduação e, com o avanço dos estudantes, as discussões se tornam mais interessantes, maduras e aprofundadas (DocenteUniversitário6, DocenteUniversitário7). Na fala do DocenteUniversitário6:

“No primeiro semestre, obviamente, é uma discussão mais imatura porque eles não têm muita bagagem para essa discussão, mesmo em turmas que são mais quietas eu consigo ter uma boa participação desses alunos. (...) Eu não posso exigir muito deles nesse momento, mas eu percebo uma maturidade muito maior ao longo. No segundo semestre eles já falam sobre isso com mais tranquilidade. Lá no último semestre eles voltam bem mais críticos, então as aulas são muito mais interessantes, as discussões são bem maduras.” (DocenteUniversitário6)

Por fim, o DocenteUniversitário15 relata que os debates promovidos nas turmas são ainda muito tímidos, comparando com debates que promoveu sobre o assunto em outros países, atribui isso ao contexto escolar e educacional brasileiro. Na fala deste docente:

“Há muitas perguntas e há uma necessidade muito grande de debate [na disciplina] e como a nossa educação é ainda uma educação bancária, o aluno

está muito aferrolhado ali na sua cadeira com a mordaga. Então, eu levo mais tempo para quebrar isso.” (DocenteUniversitário15)

Em síntese, os docentes universitários sustentam crenças diversas com relação à qualidade da discussão sobre o tema da natureza da ciência nas aulas e atribuem a uma diversidade de fatores em grande parte influenciado pelos contextos de formação e interesse dos estudantes.

iv. *Crenças sobre a articulação entre temas da natureza da ciência e temas de ensino de física, bem como sobre a articulação entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física*

Os docentes universitários são unânimes em afirmar que consideram importante e fundamental a articulação entre temas da natureza da ciência e temas de ensino e a articulação entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física. Grande parte dos docentes afirma promover estas articulações em sala de aula (DocenteUniversitário3, DocenteUniversitário5, DocenteUniversitário6, DocenteUniversitário8, DocenteUniversitário9, DocenteUniversitário10, DocenteUniversitário11, DocenteUniversitário12, DocenteUniversitário13, DocenteUniversitário14, DocenteUniversitário15, DocenteUniversitário19, DocenteUniversitário20), ainda que alguns reconheçam dificuldades em desenvolvê-las. (DocenteUniversitário4, DocenteUniversitário7).

Os docentes universitários que buscam promover estas articulações em suas aulas, acreditam não ser possível dissociar temas da natureza da ciência e do ensino da Física, bem como temas da natureza da ciência e conteúdos de Física, justificando que crenças sobre natureza da ciência perpassam, explicitamente ou implicitamente, o discurso de professores e pesquisadores. Na fala do DocenteUniversitário12:

“Eu acho que qualquer linha de pesquisa de Ensino de Física vai envolver, implícita ou explicitamente, um posicionamento em termos do que o pesquisador ou o professor entende de natureza da ciência. Então, quem trabalha com Linguagem, quem trabalha com CTS [Ciência, Tecnologia e Sociedade], quem trabalha com Formação de Professores, é impossível dissociar. Por mais que a pessoa esteja usando implicitamente, tu nota algumas expectativas que a pessoa tem da produção de conhecimento, sabe? Então, nesse

sentido, dos outros temas das linhas, **eu acho que é impossível dissociar [temas da natureza da ciência e do ensino de física]**. Agora assim, digamos, **no ensino da Física, propriamente dita, também está implícito e, às vezes, muito mais implícito**. Os pesquisadores [em Ensino de Física] tendem a entender que é impossível dissociar uma coisa da outra, e os professores [de Física] não. E tem professores que acabam passando uma outra visão de ciência, mesmo que seja aquela ‘mais limpinha e organizadinha’ para o aluno, porque essa é a ciência que ele conhece e é ‘a ciência’ que está no livro didático.” (DocenteUniversitário12)

Nesse sentido, dentre as preocupações dos docentes universitários em relação a estas articulações, ganha destaque a justificativa de que todo discurso ou narrativa tem um viés epistemológico, inclusive no contexto da produção científica e da história desta ciência. Para o DocenteUniversitário11:

“Toda história tem um viés epistemológico. Senão tu recai em uma história positivista. Então, qualquer história tem alguma coisa por trás, uma mensagem filosófica por trás. Então, é ilusório tu dizer que: ‘Ah, um livro tem conteúdo de história’. Mas que conteúdo é esse? Que articulação ele faz com a Filosofia da Ciência? Essa articulação pode ser implícita, mas ela existe. Existe. Porque, senão, uma história é positivista que não serve para nada, é só datas de nascimento e contribuições do cientista A, B, C, D. Pouco trazem como contribuição para uma discussão sobre a contextualização dos conhecimentos. Então, quando tu fez a tua graduação, tu não fez como eu fiz, como tantas pessoas fazem em geral? Não se vê temas completamente descontextualizados? Primeiro tu vê a mecânica e, depois, tu vê termodinâmica, e depois, tu vê eletromagnetismo, não tem uma ligação entre elas. Elas aparecem, nascem, terminam e tu vai para outro e assim vai. E quando tu entra com uma disciplina de história e que varre um amplo espectro de conteúdos da Física, tu promove essas ligações. Mas é uma história refletida, é muito diferente de uma história positivista, muito diferente de meras inscrições. É

uma história pensada, refletida, com tudo isso que eu te disse, permeada por todas essas coisas que eu te disse.” (DocenteUniversitário11)

Apesar da unanimidade entre os docentes universitários sobre a importância destas articulações entre temas da natureza da ciência e temas de ensino de física e temas da natureza da ciência e conteúdos de física, e que parte destes docentes busquem promovê-las em sala de aula, alguns docentes reconhecem dificuldade em desenvolvê-las, especialmente no que se refere às articulações entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física. Tal dificuldade é fortemente atribuída a tradição dos currículos dos cursos de Licenciatura em Física em abordarem os aspectos conceituais da física de forma engessada e aos obstáculos que enfrentam ao tentarem incorporar aspectos da natureza da ciência nas aulas. Para o DocenteUniversitário7 e DocenteUniversitário4:

“Acho que, como eu venho comentando com você, é muito complicado a gente falar de uma coisa [temas de física e ensino de física] sem falar dos aspectos da outra [natureza da ciência], né?! Então, **dificuldades existem, principalmente no sentido de colocar questões de física com as da natureza da ciência, né? Porque a gente tem uma forma de desenvolver os conteúdos de física muito engessada. Então, de repente, a gente seja até incapaz, em um primeiro momento, de observar como articular essas duas coisas.**” (DocenteUniversitário7)

“Quando vai para a [disciplina de] Física, eu entro em um modo mais físicoide, né? (...) Por mais que eu ache importante, eu não tenho um domínio mais específico para levantar certas discussões. Eu acabo que eu opto por um caminho que não é o caminho da ‘física do bloquinho’. Embora, naquele momento, eu assim o fazia. Mas também não é uma construção do conhecimento a partir da história da ciência. (...) Porque isso eu não sei fazer, isso eu preciso me remodelar para poder fazer esse tipo de abordagem.” (DocenteUniversitário4)

“(…) A explicitação sobre esses temas [de natureza da ciência] parece que não ficam tão claras ou tão

evidentes quando você não está falando de natureza da ciência.” (DocenteUniversitário4)

Estas crenças revelam a influência da cultura acadêmica de origem na atuação destes docentes no que diz respeito a provocar mudanças em suas práticas pedagógicas com vistas, por exemplo, à integração e articulação de discussões sobre a natureza da ciência com conteúdos da tradição universitária, naquelas disciplinas que denominamos Saberes Disciplinares de Física, as quais referem-se aos saberes sociais emergentes da tradição dos estudos da Física selecionados e presentes na instrução universitária. Os docentes reconhecem dificuldades em exercer mudanças em suas práticas e de incorporar discussões que rompem com o engessamento da cultura acadêmica própria da Física. Embora os docentes sejam capazes de interagirem com diferentes culturas acadêmicas e contextos, a cultura de origem muitas vezes condiciona suas concepções epistemológicas, profissionais e didáticas, bem como seus critérios de atuação, podendo gerar, assim, tensões na atuação dos docentes no contexto de destino (MILICIC *et al.*, 2007). Ainda que grande parte dos docentes universitários entrevistados reconheçam sua formação para atuarem em disciplinas que contemplem a temática da natureza da ciência, isto é, tiveram experiência formativa em ambos contextos, há um ‘núcleo duro’ de crenças de aspectos próprios da cultura dos físicos docentes universitários, associado, em grande medida, com a identidade profissional, resistentes a mudanças e com uma grande influência nos modos de ação nas aulas (MILICIC *et al.*, 2007).

Os docentes universitários acreditam que as articulações entre temas da natureza da ciência e temas de ensino e temas da natureza da ciência e conteúdos de física que promovem nas disciplinas que lecionam contribuem para a prática docente do futuro professor (DocenteUniversitário1, DocenteUniversitário6, DocenteUniversitário10, DocenteUniversitário14, DocenteUniversitário20), para a identificação e reflexão sobre as implicações de visões distorcidas sobre ciência (DocenteUniversitário14, DocenteUniversitário20), para a superação de obstáculos de aprendizagem de ciências (DocenteUniversitário10, DocenteUniversitário20), e também permitem que o futuro professor compreenda como ocorre a construção do conhecimento escolar de física pelos estudantes da educação básica (DocenteUniversitário6, DocenteUniversitário20).

“Porque eu sou uma ferrenha defensora de uma ideia idealista de que se as pessoas entenderem

um pouco mais de epistemologia, elas vão melhorar sua prática pedagógica. Eu sei que não é uma relação linear, eu sei que isso pode estar muito mais na minha cabeça do que na realidade, mas eu acredito que se você entende um pouco mais das questões de filosofia da ciência de uma maneira geral, você pode pensar sua prática pedagógica de maneira diferente. Então enquanto eu entendo que o meu aluno precisa ser um pequeno cientista que vai reproduzir os passos de um cientista de laboratório, eu vou agir de uma determinada maneira. Enquanto eu tenho uma visão de que o experimento do laboratório comprova a teoria única e exclusivamente, eu vou inserir atividades experimentais na minha aula de física com um propósito, de ilustrar, de simular uma coisa cujo o resultado já tá dado. Agora, se eu entendo que o papel da experimentação é múltiplo, não precisa necessariamente ser comprobatório, então eu posso utilizar uma experimentação, por exemplo, para problematizar alguma coisa no início de uma sequência didática. Então eu entendo que pensar o ensino de física tem tudo a ver com aquilo que você entende sobre a natureza da ciência. Se eu pensar o papel da... é... sei lá... Bachelard, da reflexão histórica, e o que isso pode me trazer para compreender, por exemplo, a dinâmica da ciência, eu vou fazer uma regressão histórica com os meus alunos para eles é... entenderem alguma coisa melhor, para aprenderem alguma coisa melhor. Se eu entendo, com relação ao experimento isso que eu te falei, eu vou fazer [o experimento] em momentos diferentes, sabe?! (...) Agora se eu repensar o papel do experimento, o papel da história da ciência, de outros recursos, enfim, eu consigo trabalhar o conteúdo num experimento, por exemplo, e não utilizar ele como uma coisa que precisa vir depois, e aí eu não tô dobrando o meu tempo, eu tô otimizando, sabe?! Então eu trabalho nas práticas de ensino também, sempre com algum referencial da epistemologia. Às vezes eu... o que eu mais trabalho dentro das práticas de ensino é o Bachelard.” (DocenteUniversitário1)

“Normalmente, eu estou interessado nessas coisas. **No que isso pode me ajudar a ensinar mais e melhor de ciência?** (...) Porque é uma visão de ciência mais adequada, digamos assim. Por outro lado, eu também tenho que fazer a articulação com os conteúdos. (...) quando você vai para um plano metodológico, naturalmente você já tem que trazer os conteúdos, e nos conteúdos específicos, os conceitos da física, normalmente aparecem, inclusive, como exemplos aplicando essas visões de ciência, da epistemologia, para entender melhor o que aconteceu na história daquele pensamento.” (DocenteUniversitário10)

“Além de falar e de mostrar a questão da natureza da Ciência para o conteúdo da Física, [articulação entre] os filósofos e o conteúdo da Física, eu também faço para o ensino. **Quais as consequências, por exemplo, de ensinar sobre Ciência, no caso uma visão distorcida de natureza da Ciência na formação dos alunos?** – essa discussão é feita em Filosofia e Sociologia da Ciência – Quais as consequências? Quais os problemas? **Como que alunos [da graduação] podem identificar uma visão distorcida de Ciência na sua prática pedagógica?**” (DocenteUniversitário14)

“As duas articulações são fundamentais. Primeiro que **a natureza da ciência ajuda a gente a lidar com obstáculos da aprendizagem de ciências.** Às vezes, o sujeito tem uma resistência ou dificuldade em aprender ciência por conta de visões [distorcidas] acumuladas ou mesmo de uma [visão] específica, de uma noção distorcida de ciência, da natureza da ciência. Então, essa articulação desse assunto natureza da ciência com temas de ensino de física ou de ciências, de um modo geral, é fundamental para você entender como isso vira um instrumental, como isso vira uma ferramenta para o ensino.” (DocenteUniversitário10)

“Eu acho fundamental. A segunda articulação que você coloca entre a natureza da ciência e os temas da física são fundamentais, até **para que eles possam discutir não só a construção do conhecimento, mas a própria construção do conhecimento do aluno na escola**, porque muitas vezes o senso comum dele repete o que aconteceu historicamente. Então, uma discussão de natureza da ciência sobre isso é muito saudável para ele pensar a sua sala de aula e isso já leva para a sua primeira colocação que é articular a natureza da ciência com ensino. Então, quando você articula a natureza da ciência com temas científicos você faz com que o aluno entenda melhor... Aluno, futuro professor, o licenciando... Entenda melhor como ele vai entender esse conceito, como ele aprende e permite que ele possa pensar o como discutir com seu futuro aluno também, já que ele vai ser um professor. Então **eu acho que essas duas articulações, elas são fundamentais e elas devem ser valorizadas, sim**. Em particular, em um curso de formação de professores. Eu acho que a primeira articulação deveria ser fomentada mesmo na formação do físico, não só na formação do professor de física. Mas, porque ele é fundamental até para a gente entender a nossa construção do conhecimento. Então eu acho que isso ajuda muito.” (DocenteUniversitário6)

“O que eu quero dizer é que determinado conceito de Física tem toda uma história, tem todo um contexto do pensamento. **E por que eu acho importante você colocar isso no ensino especificamente para os futuros professores? Porque eu acho que ele contribui para você tirar essa visão do cientista como gênio. Que os cientistas tiveram as mesmas dificuldades que vocês têm como estudantes em sala de aula.** Porque, às vezes, quando você passa essa questão de cientista como gênio, às vezes, o professor acha que ele está, assim, trazendo o aluno para a Ciência. Mas é provável que está distanciando o aluno da Ciência. Porque se a Ciência é para essas pessoas que são gênios e que desenvolvem ideias e

conceitos de um dia para o outro, ‘isso não é para mim porque eu não sou gênio’, digamos assim. E quando você coloca esse caráter histórico, esse caráter processual e todas as dificuldades que os cientistas tiveram (...) através de muito pensamento que, muitas vezes, foram pensamentos ingênuos, pensamentos que foram refutados, que estiveram errados. Então, trazer os episódios históricos e consequentemente a natureza da Ciência para essa discussão, eu acho muito importante e é nesse sentido que eu acho que o conceito de Física é importante.” (DocenteUniversitário20)

Os docentes também acreditam que as articulações entre temas da natureza da ciência e temas de ensino e a articulação entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física nas aulas e disciplinas dos cursos de Licenciatura em Física dependem da formação, bem como do interesse, visão e posicionamento epistemológico de cada professor (DocenteUniversitário2, DocenteUniversitário3, DocenteUniversitário5, DocenteUniversitário9, DocenteUniversitário15). Para os docentes universitários, “eu não tenho dúvidas de que tudo isso é fruto desse itinerário formativo que cada um teve, que influencia a sua forma de ver, tratar e ensinar” (DocenteUniversitário3), ainda **“acho que depende muito das disciplinas, eu acho que depende muito do professor, do interesse que ele tem, da visão que ele tem”** (DocenteUniversitário2).

Nesse mesmo sentido, o DocenteUniversitário5 reconhece que sua formação de graduação não promoveu estas articulações, mas que, apesar disso, se preocupa e desenvolve esta perspectiva em suas aulas, acreditando que tenha sido estimulado pela sua formação de pós-graduação. Na fala deste docente:

“Bem, a gente tem as disciplinas com perfil em ensino e as disciplinas com um perfil mais de formação técnica, que são as disciplinas de física. E... e aí eu não sei, né? Pela minha experiência na graduação, as discussões relativas à natureza da ciência não aconteciam nessas disciplinas mais teóricas. Então, eu não sei se essa articulação é tão simples para todos que participam do corpo docente do curso. Eu acho que eu tenho um pouco dessa perspectiva, mas por conta da minha formação em ensino [na pós-graduação]. E ver a importância de problematizar essas questões. Mas para alguns

professores, essa problematização não é tão relevante. Não é tão relevante justamente eu acho que por conta da formação também.”
(DocenteUniversitário5)

O ‘itinerário formativo’ mencionado pelo DocenteUniversitário2, bem como o reconhecimento apenas da formação de pós-graduação em ensino no estímulo à promoção de articulações entre a temática da natureza da ciência e de ensino, e entre a temática da natureza da ciência e conteúdos de Física, mencionado pelo DocenteUniversitário5, guarda certa relação com as discussões sobre cultura acadêmica de origem e de destino. Nesse sentido, os docentes precisam superar obstáculos, tensões e dilemas decorrentes do processo de decisão e de inserção de discussões sobre a natureza da ciência no ensino de ciências e de Física (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011).

Nesse contexto, parte dos docentes universitários afirmam que, apesar de considerarem importante, esta articulação entre temas de natureza da ciência e conteúdos de física, em disciplinas de física básica, é muito improvável (DocenteUniversitário1, DocenteUniversitário2, DocenteUniversitário9). Atribuem essa crença a formação e interesse dos professores que atuam nestas disciplinas, como já mencionado, e a influência dos tradicionais livros didáticos utilizados como referência pelos docentes na organização da estrutura curricular das disciplinas e cursos de Licenciatura em Física.

“Fundamental e muito improvável. (...) a gente esbarra da formação dos professores formadores, e essa cultura, essa tradição do ensino de física, no qual as disciplinas de física servem para trabalhar física, conteúdo, matemática e por aí vai. Então, eu acho que seria fundamental, mas não vejo a gente tendo sucesso nisso num curto prazo, porque a gente precisa mudar uma mentalidade de toda uma geração de professores formados dentro da ideia de que o quadradinho da física é só para trabalhar a física matematicamente, formalmente e etc.”
(DocenteUniversitário1)

“Nas disciplinas de Física Geral, não. Porque elas seguem normalmente aquele tipo de ensino que é igual ao do ensino médio. É o livro, é o Halliday, é o Sears, e segue-se o Halliday ou o Sears, com abordagem de teoria, exemplos e exercícios, no sentido como o Thomas Kuhn fala que deve ser a

formação do cientista. Então são os exemplares que a gente usa e segue. Aqui a gente tem uma complicação que os laboratórios são separados das disciplinas teóricas. (...) **eu acho que para ter uma visão integrada e coerente de natureza da ciência, seria interessante que a teoria estivesse junto a experimentação, o que não acontece aqui. E... e eu acho que depende muito também das concepções dos próprios professores.** Não só das concepções, mas tem a ver com o tempo também. **É muito mais fácil fazer uma abordagem do tipo usando exemplares, do que você integrar a natureza da ciência, ou você se preocupar em desenvolver um ensino que seja de acordo com aquela concepção que você quer que seu aluno aprenda.** É complicado também porque aí a gente teria que ter uma opção filosófica. Então se é Kuhniano, teria que organizar de acordo com a filosofia do Kuhn, mas aqui a gente não faz, não acho que é feito... Assim, lógico, **tem uma concepção que é ensinada, sim, mas não acho que a gente faz de forma consciente, e a gente segue o livro didático nas físicas básicas.**” (DocenteUniversitário2,)

Com relação a isso, alguns docentes mencionam a importância de que disciplinas que abordem conteúdos de natureza da ciência, não apenas para os estudantes da Licenciatura em Física, mas também para aqueles que cursem o Bacharelado, por exemplo (DocenteUniversitário1, DocenteUniversitário11, DocenteUniversitário12).

Todos os docentes universitários entrevistados apresentaram sugestões e alternativas que consideram possíveis, e que praticam nas disciplinas que ministram, para promover as articulações entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física. Dentre as sugestões, mencionaram questões relacionadas a abordar a historicidade e temporalidade dos conceitos, leis e teorias (DocenteUniversitário8), discutir do papel de experimentos científicos e das controvérsias e problemas na construção do conhecimento físico na tentativa de desmistificar uma versão ‘asséptica’ sobre ciência (DocenteUniversitário12), bem como questões de caráter metodológico, como por exemplo, discutindo o papel das atividades experimentais na ciência e no ensino escolar (DocenteUniversitário13), abordagens de

Ciência, Tecnologia e Sociedade (DocenteUniversitário2), entre outras. No relato do DocenteUniversitário2, sobre como busca promover a articulação entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física, fala da discussão que desenvolve nas disciplinas que ministra.

“Em Introdução à Ciência, a primeira metade da disciplina é uma introdução epistemológica para os alunos terem um contexto para falar sobre isso. A segunda parte é uma discussão de conceito físico, então eu trago o episódio histórico para discutir com eles. Atualmente, já tem uns dois três anos que eu tenho trabalhado com o projeto Manhattan, que é a construção da bomba atômica. Então eu vou discutir com eles conceitos de física de partículas para falar da radioatividade para que eles entendam que tipo de conhecimento foi necessário para a construção daquele artefato. (...) Então tem todo um contexto histórico para falar de natureza da ciência, da não neutralidade, da construção coletiva. Então eu já faço um casamento disso [temas da natureza da ciência e conteúdos de física] lá em Introdução [à Ciência]. Em Evolução [dos Conceitos Científicos] isso é o norte da disciplina, porque eu vou discutir com eles vários episódios históricos, um para cada grande área, então a gente passa pela mecânica, calor, eletromagnetismo, relatividade, mecânica quântica. Então eu faço recortes dos episódios e a gente vai discutir como aconteceu aquilo historicamente sempre com o olhar epistemológico. (...) E claro, isso vai mudando de turma para turma pelo perfil deles, mas acho que essa articulação é interessante também, é sempre presente.”
(DocenteUniversitário2)

Com relação a articulação de temas da natureza da ciência e temas de ensino, os docentes sugerem discutir sobre visões de educação e de ciência implícitas nas escolhas e decisões metodológicas relacionadas às estratégias utilizadas para ensinar física, sejam elas experimentação, história e filosofia da ciência, ciência, tecnologia e sociedade, arte e ciência, entre outros (DocenteUniversitário4). Em um nível metodológico, os docentes sugerem analisar materiais didáticos – livros didáticos, experimentos, documentários/filmes – em busca da identificação de visões distorcidas sobre a natureza da ciência, e ainda a

incorporação destas discussões nos planos de aula e atividades desenvolvidas nos estágios supervisionados de docência do curso de Licenciatura em Física, promovendo uma visão sobre ciência fundamentada filosoficamente e historicamente (DocenteUniversitário14).

O DocenteUniversitário9, ao considerar a História e Filosofia da Ciência como temática da natureza da ciência, relata três possibilidades de articulações entre temas da natureza da ciência e temas de ensino e a articulação entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física, desaconselhando as primeiras duas e defendendo a terceira. As duas visões que desaconselha são: uma visão da História e Filosofia da Ciência como conteúdo específico a ser ensinado, e uma visão da História e Filosofia da Ciência como uma estratégia de ensino, muitas vezes cumprindo um papel secundário. Na fala deste docente:

“(...) eu vejo como natural nessa articulação, embora ela não seja necessária. (...) Porque quando a gente faz essa discussão, (...) e aí agora preferiria me referir à ‘História e Filosofia das Ciências e Ensino’ [e não à expressão natureza da ciência], dá pra fazer de diferentes maneiras. **Eu posso entender que a ‘História e a Filosofia da Ciência’ é um conteúdo específico a ser ensinado.** Por exemplo, meu objetivo educacional é que o aluno entenda conhecimentos que são provisórios, porque eles passam por mudanças históricas. Então isso é um conteúdo. (...) E hoje existe uma tendência muito forte na literatura sobre natureza da ciência em tratar tópicos de ‘História e Filosofia [da Ciência]’ como conteúdo específico. Até todos os trabalhos do Lederman e grupo realmente foram sempre uma defesa muito nessa perspectiva. Mas em um outro extremo, não sei se cabe olhar assim, muitas vezes a gente olha na literatura e a **‘História e a Filosofia [da Ciência]’ aparece como uma estratégia de ensino.** Então é diferente, porque eu tenho que ensinar o conteúdo de Física dos livros didáticos. E a ‘História e Filosofia da Ciência’ é uma estratégia, uma maneira de... eu acho péssimo isso... mas é uma maneira de os alunos assimilarem os conteúdos de física de uma forma mais fácil. É quase uma ajuda digestiva. O que eu não gosto muito disso é que muitas vezes a gente continua com uma concepção

muito tradicional de conhecimento científico, continua com aquela versão do livro didático que é uma versão excessivamente pasteurizada do conhecimento, e a gente só quer então às vezes usar a História da Ciência como elemento motivador e coisas assim. (DocenteUniversitário9)

A terceira possibilidade de articulação, que o DocenteUniversitário9 defende, consiste em considerar **“a história e a epistemologia mais como uma postura, uma maneira de compreender as coisas”** (DocenteUniversitário9) e **“o olhar histórico pode ser uma abordagem para o conhecimento”** (DocenteUniversitário9) e dessa forma não é possível separar a história da ciência do próprio conteúdo da ciência. O docente relata como desenvolve essa abordagem em sala de aula.

“Por isso mesmo quando eu estou dando curso de Relatividade, eu estou ensinando as transformações de Lorentz, e para que aquele conjunto de equações não seja uma coisa que parece que ‘caiu céu’ e conseguir justificar porque que essa se tornou uma maneira matemática legítima de tratar alguma coisa, eu acho que é importante fazer um resgate histórico e olhar como debates foram empreendidos. Então, só pra dar um exemplo, tem uma aula que eu gosto muito de dar, que é pegar o início do artigo do Einstein e discutir com os alunos. (...) O Einstein coloca os dois princípios da Relatividade, e ele não está fazendo aquilo à toa. Quer dizer, ele está tentando lidar com problemas que, alguns que remetem ou não ao Newton, mas outros que remetem muito a tudo que aconteceu ao longo do século 19 na ótica e no eletromagnetismo.” (DocenteUniversitário9)

“Eu acho que é possível. No meu caso, em particular, sempre que eu ministrei a disciplina Relatividade, (...) nas primeiras três semanas do curso eu começo introduzindo para os alunos a Física do século XIX, a tentativa dos físicos tanto teóricos, como experimentais, de resolver determinados problemas que estavam em aberto na época e não tinham solução utilizando a Física Clássica. Então, eu apresento, por exemplo, o experimento de Michelson-Morley. Falo um pouco

sobre a importância histórica desse experimento, não na constituição da Relatividade, mas no impasse que esse experimento gerou na época na tentativa dos físicos. Quando eu ministrei a minha disciplina de introdução à Física Quântica, eu apresento os impasses científicos que tiveram no final do século XIX e como que os físicos, através dessa ruptura de paradigmas começaram e construir uma nova ciência e o quanto demorado, o quanto árduo, o quanto trabalhoso foi a construção dessa nova ciência que a gente conhece hoje como Física Quântica. (...) Eu não menciono para eles que essa abordagem tem o objetivo de trabalhar questões de natureza da Ciência, mas eu sempre coloco para eles essa questão de que a verdade científica não é sólida, ela não é imutável. Acho que uma das questões interessantes é que hoje, particularmente no ensino médio, a Ciência é ensinada como dogma. Então, eu tento desconstruir essa visão apresentando alguns episódios históricos, que tentam modificar essa visão e tornar a Ciência uma área um pouco mais humana, que possui defeitos, que possui crenças também. Assim como outras áreas do conhecimento” (DocenteUniversitário20)

Em síntese, as possibilidades de articulações entre temas da natureza da ciência e temas de ensino e entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física são diversas e, de acordo com as crenças sustentadas pelos docentes universitários, a tentativa de promovê-las em sala de aula dependerá do interesse e visões dos professores envolvidos nesta tarefa.

5.4. DISCUSSÃO

A realização de entrevistas semiestruturadas com os docentes que atuam em disciplinas que apresentam o debate sobre a natureza da ciência nos cursos de formação de professores de Física, de instituições de ensino superior do Brasil, possibilitou uma caracterização interessante das crenças epistemológicas de docentes universitários que atuam em cursos de Licenciatura em Física.

O instrumento utilizado para orientar as entrevistas semiestruturadas, denominado protocolo de entrevista, foi cuidadosamente elaborado, validado semanticamente e aprovado pelo Comitê de Ética em

Pesquisa com Seres Humanos. Tendo em vista os objetivos da investigação, as questões foram organizadas em blocos que versavam sobre: formação e atuação profissional geral e específica dos docentes universitários; crenças dos docentes universitários sobre sua prática de pesquisa, os estudantes, a natureza da ciência e o ensino da natureza da ciência e sua prática pedagógica; conhecimentos sobre legislação para a formação do físico e para a formação de professores; e projeto pedagógico do curso em que o docente atua.

Considerando a totalidade dos 145 cursos de 90 instituições da amostra e análise realizada no capítulo 4, definimos um recorte de cursos cujos docentes foram contactados e convidados a contribuir com a investigação e participar da entrevista. Como critérios definimos o convite a cursos de licenciatura que contemplassem um número mínimo de disciplinas, sendo ao menos uma delas de caráter obrigatório, dentro daquelas classificadas como pertencentes aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, e/ou Saberes Pedagógicos, e/ou Saberes Disciplinares de Física de instituições que possuíssem programa de pós-graduação na área de Ensino de Ciências e Matemática. Este recorte levou à um novo conjunto de 32 cursos de 25 instituições. Todos os cursos, por meio de suas coordenações, foram contactados por *e-mail* ou telefone institucional, e apenas 20 professores de 14 cursos de Licenciatura em Física pertencentes a 13 instituições públicas de ensino superior se dispuseram a participar da investigação, isto é, apenas 43,8% dos cursos de 52,0% das instituições públicas de ensino superior da nossa amostra reduzida foram contempladas nesta etapa da investigação.

A formação e atuação

As análises ocorreram em dois níveis. Em um primeiro nível, apresentamos as informações e dados com relação à formação acadêmica e atuação profissional dos docentes universitários. Dentre os docentes universitários entrevistados, grande parte possui licenciatura em Física, mestrado e doutorado na área de Ensino de Física/Ciências, com formações desde a década de 1970 até recentemente, concentrada em instituições públicas estaduais e federais de ensino superior dos estados de São Paulo, do Rio de Janeiro e de Santa Catarina.

O que chama a atenção com relação à formação acadêmica destes docentes universitários consiste no fato de que parte deles desenvolveu

seus estudos de pós-graduação, isto é, suas pesquisas de mestrado e doutorado, na mesma instituição, alguns no mesmo programa de pós-graduação e na mesma linha de pesquisa, com maior frequência nas linhas de Formação de Professores, História da Ciência, História e Filosofia da Ciência e Metodologias de Ensino. Outro destaque, mas com relação à atuação profissional dos docentes universitários, consiste no fato de que parte dos docentes permanece atuando em instituições públicas estaduais e federais de ensino superior dos estados de São Paulo e do Rio Janeiro, prioritariamente na área de Ensino de Física, concentrando suas atividades e interesses de pesquisa nas linhas de História, Filosofia, Epistemologia, Sociologia da Ciência/Física, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, Questões Sócio-Científicas e Formação de Professores. Temas estes que possibilitam a aproximação com discussões sobre aspectos da natureza da ciência. Nestas instituições os docentes atuam em atividades de ensino, de pesquisa, de extensão e administrativas, e ao avaliarem a compatibilidade entre formação e atuação profissional, grande parte deles reconhece a forte contribuição da pós-graduação nesse processo, ainda que com algumas ressalvas, enquanto um número reduzido considera incompatível a formação recebida para as atividades que desenvolvem nas instituições em que atuam.

Ao que parece, essas trajetórias – formação de pós-graduação, instituição de atuação e área de interesse – podem indicar elementos da cultura profissional e acadêmica destes docentes universitários que influenciam e condicionam concepções epistemológicas profissionais, didáticas e critérios para a ação docente. As culturas acadêmica e profissional são descritas no sentido de tentar entender como a incorporação de referentes para a ação docente ocorrem, como são consensuados e, por fim, como se cristalizam dentro dos grupos acadêmicos e profissionais (BECHER, 2001). No âmbito da cultura acadêmica da Física, Milicic *et al.* (2007) caracterizam que a cultura própria dos professores universitários físicos dá origem, sustentação e legitima o pensamento e ação docente do grupo de professores que atuam em um contexto e tempo determinado.

A natureza da ciência

Em um segundo nível, analisamos as crenças dos docentes universitários sobre natureza da ciência, sobre a aprendizagem da natureza da ciência e sobre o ensino da natureza da ciência. Estas entrevistas revelam algumas correspondências importantes nas crenças

destes docentes universitários com a cultura acadêmica e profissional dos grupos ao qual pertencem, do contexto de origem e do contexto de destino.

Com relação às crenças dos docentes universitários sobre natureza da ciência, parte deles se identifica com alguma tendência ou perspectiva de natureza da ciência, seja consensuada ou renovada, ou se aproxima a alguma perspectiva epistemológica da ciência em particular, ou ainda compreendem a área da natureza da ciência como campo de estudo e de pesquisa.

A aprendizagem

Todos os docentes universitários sustentam a crença de que é importante a aprendizagem da natureza da ciência, reconhecendo sua contribuição na formação para a docência de licenciados e bacharéis, que, com frequência, também atuam em instituições de ensino superior como professores. Além disso, os docentes também reconhecem a função da discussão sobre natureza da ciência na construção de visões e concepções mais refinadas, críticas e amplas sobre o progresso da ciência e desenvolvimento do conhecimento científico, a partir de um entendimento mais orgânico desta dinâmica. Estas crenças vão ao encontro com as indicações e sugestões da literatura da área em torno da importância do debate sobre a natureza da ciência na educação científica (MARTINS, 1999; ALMEIDA; FARIAS, 2011; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012; RUDGE *et al.*; 2014; GARCÍA-CARMONA; ACEVEDO-DÍAZ, 2016, 2017, 2018).

Identificamos ainda que grande parte dos docentes universitários acredita que falar de ciência ou sobre ciência, ou até o próprio processo de ensino, decisões e escolhas do professor na organização de sua prática, sempre remetem a uma visão, ainda que não explícita, sobre ciência (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011). Estes docentes parecem conscientes de suas crenças e intencionalidades com relação a informar, comunicar e ensinar sobre ciências, não demonstram intenção de compartilhar um debate neutro, e afirmam buscar alternativas para incorporar aspectos importantes do debate teórico e mencionar contraposições entre diferentes abordagens nas disciplinas que ministram.

Os docentes universitários julgam que as visões rígidas, fechadas e distorcidas sobre ciências, sustentada pelos estudantes com base nas experiências que têm da formação anterior ou experiências que têm nas demais disciplinas de Física do curso de graduação, obstaculizam e

dificultam a aprendizagem da natureza da ciência pelos estudantes. Os docentes percebem que estas visões são resistentes aos questionamentos e podem permanecer ao longo do curso, ainda que tentativas de discussões qualificadas sobre a temática tenham sido promovidas. Nesse contexto, os docentes consideram que os percursos formativos dos estudantes contribuem para as crenças que constroem sobre ciências, em especial àquelas crenças também compartilhadas por outros docentes universitários de física que não possuem formação ou preocupação com a proposição de debates sobre a natureza da ciência e que sustentam crenças epistemológicas pouco refinadas de uma ciência matematizada, neutra, rígida e fechada, epistemologicamente vazia. Nesse sentido, as indicações de que o debate sobre a natureza da ciência seja promovido tanto na formação do professor (licenciado), quanto do cientista (bacharel), são extremamente relevantes (ROSA; MARTINS, 2007; TENFEN, 2011; FERREIRA; MARTINS, 2012). Os docentes universitários também destacam que a desvalorização destas discussões nos cursos de Física, e a crença de que talvez não sejam relevantes, são um obstáculo à aprendizagem e incorporação do tema.

O ensino

As análises consideraram também as crenças dos docentes universitários sobre o ensino da natureza da ciência no que se refere ao julgamento sobre a performance/desempenho para o ensino da natureza da ciência, à importância do ensino da natureza da ciência e influência em sua prática pedagógica, à qualidade da discussão sobre o tema da natureza da ciência nas aulas, à articulação entre temas da natureza da ciência e temas de ensino, bem como à articulação entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física. Grande parte dos docentes universitários considera possuir uma crença de autoeficácia elevada para o ensino da natureza da ciência, isto é, que têm um bom desempenho para ensinar sobre a natureza da ciência, relatando a expressiva contribuição da pós-graduação para sua atuação na formação de professores e para o tema da natureza da ciência. De maneira geral, os docentes universitários fazem diferentes avaliações sobre a qualidade de discussão do tema da natureza da ciência nas aulas e dos próprios estudantes. Enquanto parte dos docentes julga positivamente o trabalho desenvolvido pelos estudantes nas disciplinas que ministram em torno das discussões sobre natureza da ciência, outra parte avalia certa dependência das turmas e das dificuldades e obstáculos enfrentados pelos estudantes.

Entre as crenças expressas pelos docentes universitários com relação aos obstáculos e dificuldades pelos estudantes, convém destacar a menção ao fato dos licenciandos estarem habituados a uma dinâmica de trabalho mais passiva e apresentam poucos questionamentos em sala de aula, enquanto que uma discussão sobre História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência e da Física, por exemplo, pressupõe dinâmicas menos diretivas e mais dialógicas, com oportunidades de os alunos questionarem e desenvolverem autonomia intelectual. Conforme apontado pelos docentes universitários, infelizmente isto é um obstáculo associado ao ensino enfrentado pelos licenciandos.

Outra questão bastante importante, expressa nas crenças dos docentes universitários e que vale a pena destacar, está relacionada ao dilema enfrentado pelos docentes ao selecionarem materiais de estudo sobre a natureza da ciência para utilização nas disciplinas que ministram. Os textos mais didatizados, quando muito simplificados, podem levar a uma discussão de pouca qualidade e que não gere entendimento sobre as ideias centrais. Os materiais mais aprofundados, quando muito complexificados, podem demandar uma maior sofisticação nas discussões em torno das ideias centrais, e que, talvez, os estudantes não tenham amadurecimento suficiente para participar das discussões.

Os docentes universitários acreditam e consideram como conteúdos importantes para se ensinar sobre natureza da ciência, a História da Ciência e a Filosofia da Ciência, entre outros temas que contribuam para a compreensão da produção do conhecimento científico.

Com relação à História da Ciência, sugerem uma abordagem internalista, a partir da qual é possível fazer interpretações filosóficas pertinentes aos períodos e contextos históricos. Alguns docentes fazem menção a estes temas como constituindo o que entendem como ‘arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da ciência’. Na análise documental realizada no capítulo 4, identificamos que a maior frequência de menções nas ementas das disciplinas que sugerem o debate sobre a natureza da ciência consiste em termos relacionados a temas de História da(s) Ciência(s)/Física. Logo, para além do nível propositivo de ementas de disciplinas dos cursos de Licenciatura em Física que sugerem o debate sobre a natureza da ciência por meio da História da Ciência e da Física, ao que parece, os docentes universitários também sustentam a crença de que seja estabelecido um debate sobre História da Ciência, e que este debate esteja articulado às considerações e análises epistemológicas, filosóficas e culturais da ciência.

Esta ponderação com relação à articulação histórica, filosófica, epistemológica e cultural da ciência, é importante, tendo em vista os principais problemas apontados pela literatura da área com relação às abordagens históricas, entre os quais estão anacronismos na interpretação descontextualizada, equivocada, tendenciosa, autoritária, romantizada e de reconstrução linear da História da Ciência (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; MARTINS, 2015). Ainda que alguns docentes tenham sustentado crenças aparentemente mais refinadas sobre a importância e adequação do uso da História da Ciência, reconhecemos a impossibilidade de que todos os docentes dominem e apliquem concepções bem articuladas sobre a história e historiografia contemporânea da ciência, que possam auxiliar na construção de uma concepção mais adequada/atualizada/renovada/informada sobre a natureza da ciência. Como já evidenciado em outras investigações, em grande parte das licenciaturas, a História da Ciência não se apresenta de maneira articulada ao debate filosófico e epistemológico, ou ainda, o debate filosófico não tem conexão com aspectos históricos (PEREIRA; MARTINS, 2011; ROSA; MARTINS, 2012; TENFEN, 2011, LONDERO, 2015).

Com relação à Filosofia da Ciência, os docentes mencionam a importância de abordar uma perspectiva ‘academicista’ baseada nos pensamentos de Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, Karl Popper e Imre Lakatos, ou ainda em outros epistemólogos e filósofos da ciência mais contemporâneos. Na análise documental realizada no capítulo 4, identificamos a maior frequência de menções nas ementas das disciplinas que sugerem o debate sobre a natureza da ciência é justamente a estes quatro filósofos e epistemólogos da ciência. Logo, para além do nível propositivo de ementas de disciplinas dos cursos de Licenciatura em Física que sugerem o debate sobre a natureza da ciência por meio da Filosofia da Ciência, ao que parece, os docentes universitários também sustentam a crença de que as ideias da Filosofia da Ciência contribuem para uma descrição, explicação e reflexão sobre o processo de construção de conhecimento em ciências e da atividade científica, e, conseqüentemente, para o entendimento de como os estudantes, em diferentes níveis, compreendem a ciência. Conforme considerações sobre aspectos da Filosofia e Epistemologia da Ciência na literatura da área da Educação Científica, há um esforço considerável para a compreensão das ideias destes filósofos, epistemólogos, sociólogos da(s) ciência(s) no ensino de física e suas implicações para o ensino de ciências e de física, seja nas aulas da educação básica ou superior.

Os docentes universitários também sugerem explorar as imagens e visões distorcidas sobre a natureza da ciência com estudantes. Na análise documental realizada no capítulo 4, identificamos nas ementas das disciplinas que sugerem o debate sobre a natureza da ciência a menção a visões e concepções sobre a natureza da ciência no ensino. Logo, para além do nível propositivo de ementas de disciplinas dos cursos de Licenciatura em Física que sugerem o debate sobre a natureza da ciência, ao que parece, os docentes universitários também sustentam a crença sobre a importância de se problematizar visões, concepções e imagens sobre ciências, classificadas como inadequadas por alguns pesquisadores e professores. Na literatura da área na educação científica há um conjunto de recomendações de como mapear e avaliar as visões de estudantes e professores (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000b; LEDERMAN *et al.*, 2001; SCHWARTZ; LEDERMAN; CRAWFORD, 2000; GATTI; NARDI; SILVA; 2004; ADÚRIZ-BRAVO, 2007; FERREIRA; MARTINS, 2012; MARTINS, 2015), bem como de quais visões sobre ciências são adequadas de serem construídas (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). Alguns destes instrumentos e mapeamentos foram mencionados pelos docentes universitários, que afirmam utilizá-los em aula.

O ensino e as articulações da natureza da ciência

Ademais das articulações mencionadas até aqui, os docentes universitários consideram importante e fundamental a articulação entre temas da natureza da ciência e temas de ensino e a articulação entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física. Entre as justificativas apresentadas pelos docentes para sustentar as crenças em torno da importância destas articulações, mencionam não ser possível dissociar temas da natureza da ciência e do ensino da Física, bem como temas da natureza da ciência e conteúdos de Física, justificando que crenças sobre natureza da ciência perpassam, explicitamente ou implicitamente, o discurso de professores e pesquisadores, e que estes discursos ou narrativa guardam um viés epistemológico, inclusive no contexto da produção científica e da história desta ciência. Os docentes acreditam também que estas articulações contribuem para a identificação e reflexão sobre as implicações de visões distorcidas sobre ciência, para a prática docente por possibilitar que o futuro professor compreenda como ocorre a construção do conhecimento escolar pelos estudantes da educação básica, bem como para a superação de obstáculos de aprendizagem de ciências.

Apesar da unanimidade em considerar importante tais articulações, parte dos docentes universitários afirma promovê-las em sala de aula, e

outra parte reconhece dificuldades em fazê-lo, especialmente no que se refere às articulações entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física. Estes docentes associam a dificuldade aos percursos formativos, à tradição e engessamento dos currículos para formação de professores de Física, e outros obstáculos que enfrentam ao tentarem incorporar discussões atualizadas sobre a natureza da ciência nas aulas de Física. Na análise documental realizada no capítulo 4, identificamos nas ementas das disciplinas que sugerem o debate sobre a natureza da ciência a baixa frequência de disciplinas classificadas como pertencentes aos Saberes Disciplinares de Física – apenas 0,4% da carga horária média dos cursos – que abordam conteúdos que se referem aos saberes sociais emergentes da tradição dos estudos da Física selecionados e presentes na instrução universitária.

Neste contexto, os docentes universitários sustentam a crença de que as articulações entre temas da natureza da ciência e temas de ensino e a articulação entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física nas aulas e disciplinas dos cursos de Licenciatura em Física dependem da formação, bem como do interesse, visão e posicionamento epistemológico de cada professor, e por isso, improvável na formação de professores de Física em um formato tradicional. No caso particular deste grupo de docentes universitários, que considera compatível a formação recebida com as atividades que desenvolve, inclusive para o ensino da natureza da ciência, há um reconhecimento da formação de pós-graduação neste sentido. Assim, percebemos que os docentes universitários expressam crenças muito semelhantes para sustentar a justificativa para a importância da aprendizagem sobre natureza da ciência e para a importância da articulação entre temas da natureza da ciência ao debate metodológico, e entre temas da natureza da ciência e conteúdos de Física.

Estas crenças revelam a influência da cultura acadêmica de origem na atuação destes docentes no que diz respeito a provocar mudanças em suas práticas pedagógicas com vistas, por exemplo, à integração e articulação de discussões sobre a natureza da ciência com conteúdos da tradição universitária, naquelas disciplinas que denominamos Saberes Disciplinares de Física, as quais referem-se aos saberes sociais emergentes da tradição dos estudos da Física selecionados e presentes na instrução universitária. Os docentes reconhecem dificuldades em exercer mudanças em suas práticas e de incorporar discussões que rompam com o engessamento da cultura acadêmica própria da Física. Embora os docentes sejam capazes de interagirem com diferentes culturas

acadêmicas e contextos, a cultura de origem muitas vezes condiciona suas concepções epistemológicas, profissionais e didáticas, bem como seus critérios de atuação, podendo gerar, assim, tensões na atuação dos docentes no contexto de destino (MILICIC *et al.*, 2007). Ainda que grande parte dos docentes universitários entrevistados reconheça sua formação para atuarem em disciplinas que contemplem a temática da natureza da ciência, isto é, tiveram experiência formativa em ambos contextos, há um ‘núcleo duro’ de crenças de aspectos próprios da cultura dos físicos docentes universitários, associado, em grande medida, com a identidade profissional, resistentes a mudanças e com uma grande influência nos modos de ação nas aulas (MILICIC *et al.*, 2007).

O ‘itinerário formativo’ e o reconhecimento do papel da formação de pós-graduação em ensino no estímulo à promoção de articulações entre a temática da natureza da ciência e temas de ensino, e entre a temática da natureza da ciência e conteúdos de Física, guarda certa relação com as discussões sobre cultura acadêmica de origem e de destino dos docentes universitários, isto é, o contexto e cultura da qual se originam, e o percurso da formação inicial à formação de pós-graduação, e o contexto e cultura no qual atuam. Com frequência os docentes precisam superar obstáculos, tensões e dilemas decorrentes do processo de decisão e de inserção de discussões sobre a natureza da ciência no ensino de ciências e de Física (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011), o que contribui para o reconhecimento de que estas articulações, incentivadas pela literatura da área da educação científica, sejam muito improváveis na formação de professores de Física.

Como possibilidades de articulação entre temas da natureza da ciência e conteúdos de física, os docentes universitários sugerem abordar a historicidade e temporalidade dos conceitos, leis e teorias, discutir do papel de experimentos científicos e das controvérsias e problemas na construção do conhecimento físico na tentativa de desmistificar uma versão ‘asséptica’ sobre ciência, bem como o papel das atividades experimentais na ciência e no ensino escolar, e também as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Como possibilidade de articulação entre temas da natureza da ciência e temas de ensino, os docentes universitários sugerem discutir visões de educação e de ciência implícitas nas escolhas e decisões metodológicas relacionadas às estratégias utilizadas para ensinar física, sejam elas experimentação, história e filosofia da ciência, ciência, tecnologia e sociedade, arte e ciência, analisar materiais didáticos em busca da identificação de visões distorcidas sobre a natureza da ciência, e incorporar estas discussões nos

planos de aula e atividades desenvolvidas nos estágios supervisionados de docência do curso de Licenciatura em Física, promovendo uma visão sobre ciência fundamentada filosoficamente e historicamente. Todas estas sugestões têm alguma aproximação, em maior ou menor grau, com as recomendações da abordagem da natureza da ciência na literatura da área da Educação Científica (MARTINS, 1999; ALMEIDA; FARIAS, 2011; HÖTTECKE; SILVA, 2011; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012; RUDGE *et al.*; 2014; GARCÍA-CARMONA; ACEVEDO-DÍAZ, 2016, 2017, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nestas considerações finais tecemos algumas reflexões decorrentes da investigação realizada lembrando do trajeto que percorremos. Neste trajeto, apresentamos as principais contribuições deste trabalho, bem como suas limitações, os encaminhamentos para pesquisas futuras e recomendações para a pesquisa na área.

O 'TRAJETO' DA PESQUISA

Neste trabalho tínhamos algumas questões de pesquisa norteadoras que versavam sobre a dimensão das reflexões sobre natureza da ciência na formação de professores de Física, as crenças sobre natureza da ciência dos docentes universitários formadores de professores de Física, a incorporação e influência destas crenças nas ações destes docentes universitários. Estas questões contribuíram para a formulação do objetivo geral desta investigação que consistiu em **caracterizar a influência das crenças sobre natureza da ciência de docentes universitários que atuam nos cursos de Licenciatura em Física**, cujos objetivos específicos foram explorados em cada um dos cinco capítulos apresentados.

No primeiro capítulo, intitulado “*A Natureza da Ciência na Educação Científica*”, tínhamos o objetivo específico de desenvolver uma discussão atualizada sobre a temática da natureza da ciência a fim de compreender a importância associada a esse tipo de discussão para a educação científica. Neste capítulo, identificamos e sistematizamos contrastes e aproximações entre perspectivas teórico-metodológicas clássicas e tendências renovadas para a natureza da ciência na educação científica, com base na literatura da área. Evidenciamos que tendências e perspectivas teórico-metodológicas ditas renovadas não superaram parte das críticas tecidas à visão clássica do debate da natureza da ciência na educação científica.

No segundo capítulo, intitulado “*Crenças de Professores e a Educação Científica*”, tínhamos o objetivo específico de caracterizar a influência das crenças dos professores sobre a ação docente, em particular as crenças epistemológicas pessoais da natureza da ciência. Neste capítulo, apresentamos a noção de saberes docentes, cultura profissional e cultura acadêmica, uma revisão de literatura sobre o tema das crenças de professores, situando a importância das crenças epistemológicas pessoais, que se referem as crenças sobre o conhecimento e sobre o

conhecer, bem como a ação dessas crenças na ação docente. Finalizamos buscando estabelecer uma conexão entre crenças epistemológicas pessoais e a natureza da ciência para sustentar a investigação realizada.

Estes dois primeiros capítulos foram construídos com a finalidade de sustentar teoricamente os capítulos seguintes.

No terceiro e quarto capítulos, intitulados “*A Natureza da Ciência nos Cursos de Licenciatura em Física no Brasil: intenções declaradas nos documentos reguladores e orientadores e tendências das pesquisas em Educação Científica*” e “*Cenários do Debate Sobre Natureza da Ciência nos Cursos de Licenciatura em Física no Brasil*”, respectivamente, tínhamos como objetivo específico mapear a oferta de disciplinas com discussões sobre a natureza da ciência em cursos de Licenciatura em Física no Brasil. No terceiro capítulo apresentamos um breve apanhado sobre origens dos cursos de Física no Brasil e as diretrizes e legislações para os cursos de Física e para a formação de professores, buscando identificar a presença de discussões sobre natureza da ciência no contexto propositivo, bem como apresentamos estudos que se propuseram à tais investigações em contextos específicos.

No quarto capítulo, sistematizamos o mapeamento em torno da oferta de disciplinas com discussões sobre natureza da ciência em 145 cursos de Licenciatura em Física do Brasil (78% de cursos oferecidos) de 90 instituições públicas de ensino superior (81% do total que ofertam o curso) no Brasil, com base na análise documental dos Projeto Pedagógico de Curso e Matriz Curricular. Deste mapeamento, selecionamos 390 disciplinas, de caráter obrigatório e optativo, com discussões referentes à temática da natureza da ciência, com uma carga horária semestral média de 52 horas que representam cerca de 4,7% da carga horária total dos cursos com disciplinas que, entre outros assuntos propostos em suas ementas, também tratam de discussões sobre a natureza da ciência. Classificamos essas disciplinas em três grupos, os quais: **Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física**. As disciplinas de Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, mais numerosos, são aquelas que se referem aos saberes sociais emergentes da tradição dos estudos em História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência selecionados e presentes na instrução universitária com carga horária que representa 3,2% da carga horária média dos cursos. As disciplinas de Saberes Pedagógicos se referem aos saberes de formação profissional geradores e provenientes de reflexões sobre a prática educativa com a

intenção de serem incorporados à atividade docente com carga horária que representa 1,0% da carga horária média dos cursos. As disciplinas de Saberes Disciplinares de Física se referem aos saberes sociais emergentes da tradição dos estudos da Física selecionados e presentes na instrução universitária com carga horária que representa 0,4% da carga horária média dos cursos.

No quinto capítulo, intitulado “*Crenças Epistemológicas de Docentes Universitários Formadores De Professores De Física*”, tínhamos como objetivo específico identificar as as crenças epistemológicas compartilhadas por docentes universitários formadores de professores de Física, e, a partir disso, analisar as imagens sobre natureza da ciência compartilhadas nas relações que estes formadores estabelecem com os licenciandos e com o conhecimento nas disciplinas que lecionam nos cursos de Licenciatura em Física. Neste capítulo, caracterizamos a maneira como os docentes universitários pensam como pensam, fazem o que fazem e implementam suas aulas nos cursos de formação de professores de um modo ou de outro, com base em entrevistas com 20 docentes universitários que atuam em cursos de Licenciatura em Física em instituições públicas de ensino superior no Brasil. Analisamos as entrevistas em termos da formação acadêmica e atuação profissional dos docentes, e das crenças dos docentes sobre a natureza da ciência, a aprendizagem da natureza da ciências pelos estudantes, o ensino da natureza da ciência, a importância atribuída à natureza da ciência, a motivação para ensinar sobre a natureza da ciência e sobre sua prática pedagógica.

Acreditamos que, o conjunto dos cinco capítulos apresentados tenham contribuído para alcançar cada um dos objetivos propostos e cada uma das questões de pesquisa apresentadas no início do trabalho.

E enfim, propor elementos que auxiliem na construção de uma visão adequada/atualizada/renovada/informada sobre natureza da ciência junto a formadores de professores e futuros professores.

PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

Entre as contribuições do trabalho desenvolvido, evidenciamos três pontos principais que elencaremos na sequência.

1. Baixa frequência de discussões sobre a natureza da ciência e falta de articulação do ensino sobre natureza da ciência com os saberes docentes disciplinares e pedagógicos

As primeiras contribuições trazidas por essa investigação, evidenciadas tanto pelo número de disciplinas obrigatórias com discussões sobre natureza da ciência, pela relação entre carga horária destas disciplinas e carga horária total dos cursos, pela análise das ementas, e pelas crenças dos docentes universitários sobre a natureza da ciência, sobre seu ensino e sua aprendizagem, se referem a (i) baixa frequência de discussões sobre a natureza da ciência e a (ii) falta de articulação do ensino sobre natureza da ciência nos grupos de disciplinas com relação aos Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física.

Com a análise das disciplinas e das ementas dos cursos de Licenciatura em Física das instituições públicas de ensino superior, demonstramos que o grupo de disciplinas menos favorecido, no que diz respeito à presença de discussões sobre o tema da natureza da ciência, consiste naquele que aborda as disciplinas classificadas como sendo do tipo Saberes Disciplinares de Física. Isso também é evidenciado nas entrevistas quando os docentes universitários expressam crenças sobre a falta de disposição, e mencionam até mesmo certa indisposição, por parte de outros docentes em refletir sobre esse tipo de questão, bem como em incorporá-las nas disciplinas que ministram nos cursos de formação de professores de Física (ROSA; MARTINS, 2007; TENFEN, 2011; FERREIRA; MARTINS, 2012).

A análise das crenças dos docentes evidencia que mesmo aqueles que trabalham com a temática da natureza da ciência em disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, enfrentam dificuldades em promover estas articulações quando ministram disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de Física. Nesse contexto, o reconhecimento pelos docentes das dificuldades e obstáculos, de ensino e de aprendizagem, em fazer transições entre alguma abordagem de conteúdos de Física a partir de uma perspectiva mais tradicional, para uma abordagem mais inovadora, que promova, também, uma compreensão mais rica e honesta com relação a construção e desenvolvimento da ciência e do conhecimento científico, acenam para esta falta de articulação.

Nesse sentido, dois pontos são extremamente relevantes. Primeiro que não apenas os docentes com formação na Licenciatura em Física, mas também docentes com formação no Bacharelado em Física, entre outros que venham a atuar nos cursos de Física, tenham acesso a uma formação

que desenvolva discussões em torno da construção de uma visão de ciência e do conhecimento científico mais refinada e sofisticada (ROSA; MARTINS, 2007; TENFEN, 2011; FERREIRA; MARTINS, 2012). Segundo que não basta apenas garantir que licenciados e bacharéis, que atuam ou não na formação de professores de Física, participem de discussões desta natureza, mas também se faz necessário buscar alternativas e mecanismos com o objetivo de perturbar ou até mesmo romper com essa cultura acadêmica da não articulação do ensino sobre natureza da ciência em disciplinas que contemplem, principalmente, Saberes Disciplinares de Física. Parece necessário, assim, uma reflexão mais aprofundada sobre estas questões nos cursos de Física com vistas a um rompimento com a cultura acadêmica associada ao ensino dos Saberes Disciplinares de Física (MILICIC *et al.*, 2007)

Demonstramos também que, nas disciplinas classificadas como sendo do tipo Saberes Pedagógicos, discussões sobre o tema da natureza da ciência são mais presentes que nas disciplinas do tipo Saberes Disciplinares de Física, e estão, geralmente, articuladas às discussões sobre o uso da História e Filosofia da Ciência para o ensino da Física. No entanto, tendo em vista as crenças dos docentes universitários evidenciadas nas entrevistas, essas discussões parecem não estar resultando na incorporação efetiva e adequada da temática nas aulas (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000b; LEDERMAN *et al.*, 2001; SCHWARTZ; LEDERMAN; CRAWFORD, 2000; GATTI; NARDI; SILVA, 2004; ADÚRIZ-BRAVO, 2007; FERREIRA; MARTINS, 2012; MARTINS, 2007, 2015). Nestas disciplinas classificadas como sendo do tipo Saberes Pedagógicos, o problema pode estar associado à uma excessiva didatização destas discussões, de maneira descomprometida, sem levar em consideração os cuidados de uma transposição didática adequada (CHEVALLARD, 1998), bem como as recomendações da área para o ensino da natureza da ciência (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; PEREIRA; MARTINS, 2011; MARTINS, 2015).

Além disso, a fraca presença deste tipo de discussão e a lacuna de um debate mais qualificado sobre a temática da natureza da ciência, especialmente na intersecção entre os três saberes, deixa espaço para que as crenças epistemológicas dos licenciandos e dos professores formadores, sejam mais valorizadas do que os Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciências(s) e da Física, fortalecendo uma concepção ingênua sobre a natureza da ciência, como vem sendo amplamente criticado por pesquisadores da área da educação em ciências e professores de ciências (AKERSON; AB-DEL-

KHALICK; LEDERMAN, 2000; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; PEREIRA; MARTINS, 2011; FERREIRA; MARTINS, 2012; ABD-EL-KHALICK, 2013; LEDERMAN; ANTINK; BARTOS, 2014a; MASSONI; MOREIRA, 2014; VITAL; GUERRA, 2014; GARCÍA-CARMONA; ACEVEDO-DÍAZ, 2016, 2017; HERMAN; CLOUGH, 2016; HERMAN; CLOUGH; OLSON, 2013a, 2013b, 2017; WAN; ZHANG; WEI, 2018).

Em síntese, parece necessário e prudente que se incentive e valorize a presença de discussões sobre a natureza da ciência nas disciplinas dos três tipos: (i) aumentando o número de disciplinas classificadas como sendo do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, (ii) discussões mais aprofundadas nas disciplinas classificadas como sendo do tipo Saberes Pedagógicos e a (iii) proposição de perturbações ou até mesmo o rompimento com a cultura acadêmica dos cursos de Licenciatura em Física introduzindo discussões sobre natureza da ciência nas disciplinas classificadas como sendo do tipo Saberes Disciplinares de Física.

2. Falta de homogeneidade e de consenso sobre o que ensinar sobre natureza da ciência

A segunda contribuição trazida por essa investigação, evidenciada tanto pela análise das ementas e pelas crenças dos docentes universitários sobre a natureza da ciência e sobre seu ensino, se refere ao fato de não haver homogeneidade e consenso sobre o que ensinar sobre natureza da ciência. No limite da análise, entre os docentes universitários não é possível eleger uma visão consensual, embora haja um predomínio de temas como: observação, neutralidade, verdade, coletividade e provisoriade do conhecimento científico produzido, conforme listado pelos docentes nas entrevistas. Ao que parece, não há uma clareza sobre o que se ensinar a respeito da natureza da ciência e mesmo entre aqueles que optam por uma perspectiva de visão consensuada de natureza da ciência, é possível identificar divergências. Alguns docentes elegem como indispensáveis ao ensino e à aprendizagem a abordagem de temas da natureza da ciência, outros docentes elegem como indispensáveis a abordagem das ideias apresentadas por epistemólogos da ciência.

A análise das crenças dos docentes evidencia a complexidade em se buscar um consenso e que há um amálgama de concepções e crenças filtrado pela formação que os docentes tiveram, de maneira geral ou

mesmo sobre a temática da natureza da ciência, principalmente na pós-graduação. No entanto, há uma aparente concentração, como demonstramos tanto nas análises das ementas das disciplinas como das crenças dos docentes, em considerar importante abordar as ideias associadas aos epistemólogos da ciência clássicos. Embora alguns docentes citem epistemólogos e filósofos da ciência mais contemporâneos, parece que há uma necessidade, quase que uma obrigação, de apresentar as ideias de Thomas Kuhn, Karl Popper, Imre Lakatos, Paul Feyerabend e Gaston Bachelard que, de certa forma, são importantes, mas cujas epistemologias tem sido exaustivamente debatidas e algumas ideias, até mesmo, superadas ou complementados por uma literatura mais recente.

Neste ponto, a influência de trabalhos na área da educação científica que apresentam tentativas da didatização das discussões sobre estes epistemólogos e filósofos da natureza da ciência, parece influenciar a opção por explorar estas ideias em detrimento de outras. Na área da pesquisa em ensino da física, um conjunto de artigos publicados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física em 1996 (volume 13, número 3), com a intenção de contribuir para a divulgação e reflexão epistemológica contemporânea por meio das ideias e posicionamentos destes cinco pensadores, contribuíram e contribuem determinadamente até hoje para as discussões na formação de professores de Física (OSTERMANN, 1996; SILVEIRA, 1996a, 1996b; REGNER, 1996; LOPES, 1996).

3. Necessidade de atualização/renovação no debate sobre natureza da ciência na formação de professores de Física

A terceira contribuição trazida por essa investigação, evidenciada tanto pela análise das ementas e pelas crenças dos docentes universitários sobre a natureza da ciência e sobre seu ensino, se refere necessidade de atualização/renovação no debate sobre natureza da ciência na formação de professores de Física.

A análise das crenças dos docentes evidencia que as perspectivas renovadas sobre natureza da ciência são pouco citadas pelos docentes universitários quando questionados com relação às suas crenças sobre a natureza da ciência e sobre seu ensino. Por esse motivo, é perceptível um predomínio dos trabalhos associados à visão consensuada da natureza da ciência, expressos nos trabalhos de Gil-Pérez *et al.* (2001) e Lederman *et al.* (2001, 2002), ainda que existam críticas muito bem articuladas sobre estes trabalhos (CLOUGH, 2006, 2007; ALLCHIN, 2011; IRZIK;

NOLA, 2011; VAN DIJK, 2011; MATTHEWS, 2012; DUSCHL; GRANDY, 2013; MARTINS, 2015; FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017; RODRÍGUEZ; ADÚRIZ-BRAVO, 2017). Nesse contexto, alguns docentes demonstram ter avançado com relação à visão consensuada, promovendo a incorporação de outras perspectivas e tendências ditas renovadas sobre a natureza da ciência em suas aulas, embora outros docentes ainda não, seja por desconhecimento de novas abordagens, desconhecimento das críticas, ou mesmo por acreditarem que a visão consensuada é compatível e suficiente para uma reflexão adequada da natureza da ciência. Ao que parece, os docentes universitários que desenvolvem pesquisa na área de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência na Educação Científica e Tecnológica, são mais dinâmicos e atualizados no desenvolvimento de estratégias para o ensino da natureza da ciência evidenciando, também, a importância da integração entre pesquisa e ensino.

Nesse sentido, parece relevante e necessário uma atualização/renovação no debate sobre natureza da ciência na formação de professores de física, bem como na formação, talvez em nível de pós-graduação, dos docentes universitários que lecionem/lecionarão especialmente disciplinas classificadas como sendo do tipo Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física nos cursos de formação de professores, inclusive para conhecer as próprias proposições de como ensinar sobre a natureza da ciência.

LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO

Convém destacar as limitações da investigação realizada, entre as quais o problema da generalização, a limitação da amostra e dos instrumentos utilizados. A dificuldade de generalização é recorrente nas pesquisas em educação por envolverem contextos muito específicos e também complexos, além do fato de, em grande parte, envolverem sujeitos com suas próprias crenças que, inclusive, orientam suas ações. Apesar disso, nesta investigação buscamos promover o debate e reflexão sobre os objetivos particulares, e fornecer elementos que enriquecessem o conhecimento mais amplo e coletivo com relação a estes problemas e fenômenos. Apresentamos, portanto, duas dimensões e possibilidades da generalização: a dimensão da comparação entre processos internos e externos, e a dimensão da transição entre contextos locais e globais, enfocando propriedades relacionais, conceituais e estruturais.

Nos parece que o panorama desenhado e mapeado a partir dos documentos analisados e das entrevistas realizadas, já fornece uma boa ideia de como as discussões sobre natureza da ciência estão se desenvolvendo em alguns cursos de Licenciatura em Física de instituições públicas de ensino superior no Brasil. Ainda assim, a abrangência desta investigação é uma limitação em nossa pesquisa, tendo em vista o universo de cursos de Licenciatura em Física no Brasil e o fato de que a amostra para a realização de entrevistas tenha contemplado apenas 20 docentes universitários.

Também é importante destacar as limitações dos próprios instrumentos utilizados. Já mencionamos que os Projetos Pedagógicos de Curso e Matrizes Curriculares, por não representarem necessariamente a realidade acadêmico-escolar dos cursos ao qual se referem, cumprem um papel orientador e propositivo, podendo ser compreendidos e implementados à maneira de seus atores. Conforme evidenciado em nossa investigação, as crenças e expectativas dos docentes sobre os conteúdos, conhecimentos e disciplinas em que atuam, e o compromisso com uma concepção de natureza da ciência ou outra, influenciam fortemente esta implementação. Foi com a intenção de buscarmos superar parte destas limitações, e buscar explicar dinâmicas e relações entre o contexto propositivo dos documentos que orientam estes cursos de graduação e o contexto em que atuam os docentes universitários nestes cursos que realizamos as entrevistas semi-estruturadas com os formadores de professores de Física.

Podemos citar ainda a impossibilidade de comparar este estudo com outros realizados por pesquisadores da área da educação científica e tecnológica, tendo em vista a quantidade reduzida de investigações sobre o tema da natureza da ciência em debates e discussões no ensino superior e, considerando os limites da revisão por nós realizada, a ausência de investigações sobre crenças epistemológicas pessoais de professores e a natureza da ciência, no âmbito da área da educação científica.

Nesse sentido, parece essencial buscar formas mais amplas de também alcançar um maior número de docentes universitários de Física que atuam na formação de professores de Física em instituições públicas de ensino superior no Brasil, bem como desenvolver um instrumento mais compatível com uma possível expansão da amostra, que tenha um alcance horizontal e amplo, como a aplicação de um questionário, por exemplo. Ou ainda, buscar realizar observações das aulas para afirmações mais contundentes da relação entre estas crenças e a ação docente, focando nas

dinâmicas e relações entre o contexto propositivo e o contexto de atuação de docentes universitários nestes cursos.

ENCAMINHAMENTOS PARA PESQUISAS FUTURAS

Ao final de todo o trabalho e reflexão realizada vislumbramos alguns encaminhamentos a serem explorados em pesquisas futuras.

Um encaminhamento consiste em desenvolver propostas de investigação no contexto da sala de aula em cursos de Licenciatura em Física, em especial na busca de articulações entre temas da natureza da ciência e conteúdos de Física. As entrevistas com os docentes universitários já foram essenciais para evidenciar os contextos e momentos em que estas articulações poderiam ser promovidas – e por alguns são promovidas – nas aulas que ministram na graduação. Em investigações futuras, objetivaremos compreender melhor estas práticas e, com mais profundidade e fôlego, buscaremos construir um inventário de ‘boas práticas’ para um ensino da natureza da ciência que seja renovado e mais articulado aos Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física nos cursos de Licenciatura em Física. Os contextos que particularmente nos interessa consiste naqueles de docentes que atuam em instituições que possuam centros e institutos de pesquisa reconhecidos e de destaque por sua produção na área da Física, em âmbito nacional e internacional. Isso nos permitiria, além de caracterizar as crenças dos docentes, estabelecer relações importantes entre estas crenças, os contextos de produção científica, contextos da consolidação na cultura acadêmica, e implicações na atuação destes professores formadores nos cursos de graduação em Física.

Outro encaminhamento, um pouco bastante ousado e desafiador para a área de pesquisa e ensino sobre natureza da ciência na educação científica e tecnológica, consiste em negar, cuidadosamente, essas visões sobre natureza da ciência, renovadas e consensuadas, e propor outra concepção, que seja tão rica, frutífera e sofisticada quanto possível, mas também compatível com o contexto de atuação de docentes universitários nos cursos de formação de professores. Com o esforço coletivo de pesquisadores envolvidos na temática da natureza da ciência, o enfrentamento deste desafio parece possível.

RECOMENDAÇÕES PARA A ÁREA DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E DA NATUREZA DA CIÊNCIA

Ao final deste trabalho apontamos como recomendação para a área da educação científica, da natureza da ciência e das crenças de professores, a necessidade de proposição de mais investigações com formadores de professores. Há uma variedade de investigações sobre a temática no contexto da educação básica, especialmente com alunos e professores do ensino médio, sobre suas concepções e visões sobre a natureza da ciência, bem como recomendações sobre como ensinar sobre a temática. No entanto, ainda há poucas pesquisas sobre a docência universitária, especialmente com formadores de professores, e no nosso contexto ao qual se refere nosso trabalho, formadores de professores de Física.

Em nossa investigação, na tentativa de uma articulação entre a área da natureza da ciência, das crenças de professores, e da formação de professores de Física, encontramos poucos docentes, poucas pesquisas e trabalhos com os quais podemos ou conseguimos dialogar. O debate sobre as visões da natureza da ciência, consensuada e renovadas, bem como sobre crenças de professores, propõem um conjunto de pesquisas e investigações para o contexto da educação básica, e com raras exceções encontramos o mesmo número e esforço de investigações no contexto e ensino superior (FERREIRA; MARTINS, 2012) e da formação de professores (ADÚRIZ-BRAVO; IZQUIERDO; ESTANY, 2002; GATTI; NARDI; SILVA, 2004; PEREIRA; MARTINS, 2011; TENFEN, 2011). Por um lado, essa lacuna dificulta o estabelecimento de um diálogo mais intenso com a literatura neste momento; por outro lado, as várias questões em aberto nos motivam a contribuir com a construção e consolidação da área.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F. Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but... **Journal of Science Teacher Education**, 12, 2001. p. 215-233.
- ABD-EL-KHALICK, F. Examining the sources for our understandings about science: enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 3, p. 353-374, 2012a.
- ABD-EL-KHALICK, F. Nature of science in science education: toward a coherent framework for synergistic research and development. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K; McROBBIE, C. (Eds.). **Second international handbook of science education**. The Netherlands: Springer, 2012b, p. 1041-1060.
- ABD-EL-KHALICK, F. Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. **Science & Education**, v. 22, n. 9, p. 2087-2107, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2>
- ABD-EL-KHALICK, F. The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science. Doctoral dissertation, Oregon State University, Oregon, 1998.
- ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; LEDERMAN, N. The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. **Science Education**, v. 82, n. 4, 1998. p. 417-437.
- ABD-EL-KHALICK, F.; BOUJAOUDE, S. An exploratory study of the knowledge base for science teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 34, 1997. p. 673-699.
- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N.G. Improving science teachers' conceptions of the nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 7, 2000a. p. 665-701.
- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N.G. The influence of history of science courses on students' views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 10, 2000b. p. 1057-1095.
- ABELL, S.K.; SMITH, D.C. What is Science? Preservice elementary teacher's conceptions of the nature of science. **International Journal of Science Education**, v. 16, n. 4, 1994. p. 475-487.
- ABELSON, R.P. Differences between belief systems and knowledge systems. **Cognitive Science: A multidisciplinary journal**, 3, 4, 1979. p. 355-366.

- ABRAMS, E.; WANDERSEE, J.H. How to infuse actual scientific research practices into science classroom instruction. **International Journal of Science Education**, v. 17, n. 6, 1995. p. 683-694.
- ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSEROMAS, M.A.; ACEVEDO-ROMERO, P.A. Consensos sobre la Naturaleza de la Ciencia: Fundamentos de una investigación empírica. **Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien.**, v.4, n.1, 2007. p. 42-66.
- ADÚRIZ-BRAVO, A. A proposal to teach the nature of science (NOS) to science teachers: The ‘structuring theoretical fields’ of NOS. **Review of Science, Mathematics and ICT Education**, 1(2), 2007. p. 41-56.
- ADÚRIZ-BRAVO, A. **Una introducción a la naturaleza de la Ciencias. La Epistemología en la enseñanza de las Ciencias Naturales**, Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2005.
- ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, M.; ESTANY, A. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. **Enseñanza de las Ciencias**, v.20, n.3, 2002. p. 465-476.
- ADÚRIZ-BRAVO, A.; ROSALES, S. D. ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores que enseñamos ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. In: RO-SALES, S. F. D.; GATICA, M. R. Q. (Eds.). **La enseñanza de las ciencias naturales en las primeras edades: su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico (Volumen 5)**. Barrancabermeja: Libro digital, 2011.
- AIKENHEAD, G. The measurement of High School students’ knowledge about science and scientists. **Science Education**, v. 57, n. 4, 1973. p. 539-549.
- AIKENHEAD, G.; RYAN, A.; FLEMING, R. Views on science-technology-society (from CDN.mc.5). Saskatoon, Canada: Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan, 1989b.
- AKERSON, V.; ABD-EL-KHALICK, F. The influence of conceptual change teaching in improving preservice teachers’ conceptions of nature of science. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA., 2000.
- AKERSON, V.L.; ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N.G. Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers’ conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, 37, 2000, p. 295-317.
- ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (Whole) Science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

- ALMEIDA, A.V.; FARIAS, C.R.O. A Natureza da Ciência na Formação de Professores: Reflexões a partir de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.3, 2011. p. 473-488.
- ALONSO, Á.V.; MAS, M.A.M.; TALAVERA. M. Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 9, 2, 2010. p. 333-352. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec>. Acesso em: 22 set. 2015.
- ALPASLAN, M.M.; YALVAC, B.; LOVING, C. High School Physics Students' Personal Epistemologies and School Science Practice. **Science & Education**, v. 26, n. 7-9, p. 841-865, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9930-2>. Acesso em: 18 Jul. 2018.
- ALTERS, B. J. Whose nature of science? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 34, n. 1, p. 39-55, 1997.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. (1993). *Benchmarks for Scientific Literacy*. Washington: DC: AAAS.
- ARAÚJO, R.S.; VIANNA, D.M. A história da legislação dos cursos de Licenciatura em Física no Brasil: do colonial presencial ao digital a distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 2010. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/324403.pdf>. Acesso em: 17 set. 2015.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Edição revista e ampliada, São Paulo, Brasil: Edições 70, 2011.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, LDA, 1977.
- BARREIRO, A.C.M. Licenciatura em Física: uma proposta. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 14, n. 3, 1992. p. 125-128. Disponível em: <http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol14a20.pdf>. Acesso em: 17 set. 2015.
- BASTOS, H.F.B.N.; ALBUQUERQUE, E.S.C.; ALMEIDA, M.A.V.; MAYER, M. Formando os formadores: uma análise das concepções e das práticas de professores de conteúdos específicos das Licenciaturas em Ciências da Natureza da UFRPE, IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. In: **Atas do...**, 2003.
- BECHER, T. **Tribus y territorios académicos**. Barcelona : Ed. Gedisa, 2001.

- BELL, R.L. Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. Doctoral dissertation, Oregon State University, Oregon, 1999.
- BELL, R.L.; LEDERMAN, N.G.; ABD-EL-KHALICK, F. Developing and acting upon one's conceptions of the nature of science: A follow-up study. **Journal of Research in Science Teaching**, 37, 2000. p. 563-581.
- BENNETT, M.R.; HACKER, P.M.S. **Philosophical foundations of neuroscience**. Malden, MA: Blackwell, 2003.
- BILLEH, V.Y.; HASAN, O.E. Factors influencing teachers' gain in understanding the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, 12, 1975, p. 209-219.
- BONNEY, C.R.; KLEMPER, T.M.; ZUSHO, A.; COPPOLA, B.P.; PINTRICH, P.R. Student learning in science classrooms: What role does motivation play?. In: ALSOP, S. (Ed.), **Beyond Cartesian Dualism: Encountering Affect in the Teaching and Learning of Science**, Dordrecht: Springer, 2005. p. 83-97.
- BRASIL, **Decreto nº 1.190**, de 4 de abril, 1939.
- BRASIL, **Lei nº 5692**, de 11 de agosto, 1971.
- BRASIL. **Decreto nº 39 de 3 de setembro de 1934**. Aprova o Estatuto da Universidade de São Paulo. 1934. Disponível em: <http://www.leginf.usp.br/?historica=decreto-no-39-de-3-de-setembro-de-1934>. Acesso em: 29 de nov. 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CEA 1.301**, de 6 de novembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas, Bacharelado e Licenciatura. 2001b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>. Acesso em 29 de nov. 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CES 7**, de 11 de março de 2002. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas. 2002b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES07-2002.pdf>. Acesso em 29 de nov. 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação.. **Parecer CNE/CP 009**, de 8 de maio de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. 2001a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>. Acesso em 29 de nov. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior, **Parecer nº 1.304/01**, de 06 de novembro, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/Comissão Bicameral de Formação de Professores, **Parecer nº 2/2015**, de 09 de junho, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno, **Resolução nº 2**, de 01 de julho, 2015.

BRICKHOUSE, N.W. Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. **Journal of Teacher Education**, Washington, v. 41, n. 3, 1990. p. 53-62.

BRICKHOUSE, N.W. The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: case studies of teachers' personal theories. **International Journal of Science Education**, London, v. 11, n. 4, 1989. p. 437-449.

BRICKHOUSE; N.W.; BODNER, G.M. The beginning science teacher: classroom narratives of convictions and constraints. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 5, 1992. p. 471-485.

BRISCOE, C. The dynamic interactions among beliefs, role metaphors, and teaching practices: A case study of teacher change. **Science Education**, 75, 2, 1991. p. 185-199.

BRYAN, L.A. Nestedness of Beliefs: Examining a Prospective Elementary Teacher's Belief System about Science Teaching and Learning. **Journal of Research In Science Teaching**, 40, 9, 2003. p. 835-868.

BURBULES, N.C.; LINN, M.C. Science education and philosophy of science: congruence or contradiction. **International Journal of Science Education**, London, 13(3): 227-241, 1991.

CARVALHO, A.M.P; VANNUCCHI, A.O currículo de física: inovações e tendências dos anos noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.X, n.X, 1995. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N1/1artigo.htm>. Acesso em: 16 set. 2015.

CAWTHON, E.R.; ROWELL, J.A. Epistemology and science education. **Studies in Science Education**, New York, 5: 31-59, 1978.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires : Aique, 1998.

CLEMINSON, A. Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science

- and of how children learn science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n. 5, 1990. p. 429-445.
- CLOUGH, M. P. Learners' responses to the demands of conceptual change: considerations for effective nature of science instruction. **Science & Education**, v. 15, n. 5, p. 463-494, 2006.
- CLOUGH, M.P. Teaching the nature of science to secondary and post-secondary students: Questions rather than tenets. **The Pantaneto Forum**. 25, 2007.
- COLL, C. Hacia la elaboración de un modelo de diseño curricular, **Cuadernos de Pedagogía**, 139, 1986. p. 8-10.
- COOLEY, W.; KLOPFER, L. **Test on understanding science** (Form W). Princeton, NJ: Educational Testing Service, 1961.
- COTHAM, J.; SMITH, E. Development and validation of the conceptions of scientific theories test. **Journal of Research in Science Teaching**, 18, 1981, p. 387-396.
- CUNHA, M.I. Ensino com Pesquisa: A prática do professor universitário. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, nº 97, p. 31-46, 1996.
- CUTRERA, G.E. La Actividad Científica y la Génesis del Conocimiento Científico en los Textos Escolares de Ciencias Naturales: Un análisis de clasificación. **Revista Iberoamericana De Educación**, 2003.
- DAGHER, Z.R.; ERDURAN, S. Reconceptualizing the nature of science for science education. Why does it matter? **Science & Education**, v. 25, n. 1-2, p. 147-164, 2016.
<https://doi.org/10.1007/s11191-015-9800-8>
- DELIZOICOV, D. Docência no ensino superior e a potencialização da pesquisa em Educação em Ciências. In: GARCIA, N.M.D *et al.* (org), **A pesquisa em Ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias**. São Paulo : Editora Livraria da Física, 2012. p. 215-226.
- DÍAZ, J.A.A.; ALONSO. Á.V.; MAS, M.A.M.; ROMERO, P.A. Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 1, 1, 2002. p. 1-27. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec>. Acesso em: 22 set. 2015.
- DONNELLY, J. Contested terrain or unified project? 'The nature of science' in the National Curriculum for England and Wales. **International Journal of Science Education**, 23(2), 2001. p. 181-195.
- DRIVER, R.H.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. **Young people's images of science**. Buckingham: Open University Press, 1996.

- DUARTE, M. C. A história da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 317-331, 2004.
- DUSCHL, R. A. **Restructuring Science Education**. New York: Teachers College Press, 1990.
- DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. Two views about explicitly teaching Nature of Science. **Science & Education**, v. 22, n. 9, p. 2109-2139, 2013.
- FERREIRA, J.M.H.; MARTINS, A.F.P. Avaliando a inserção da temática natureza da ciência na disciplina de história e filosofia da ciência para graduandos em Física da UFRN. In: PEDUZZI, L.Q.; MARTINS, A.F.P.; FERREIRA, J.M.H. (Orgs.) **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal : EDUFRN, 2012. p. 155-181.
- FEUCHT, F. **The nature of epistemic climates in elementary classrooms**. Las Vegas: Unpublished Doctoral Dissertation. University of Las Vegas, 2008.
- FEUCHT, F.; BENDIXEN, L.D. Personal epistemology in the classroom: A welcome and guide for the reader. In: L. Bendixen, & F. Feucht, (Eds). **Personal Epistemology in the Classroom**. New York : Cambridge University Press, 2010. p. 3-28.
- FEYERABEND, P. **Against method**. 3. ed. London: Verso, 1993.
- FLICK, L.; LEDERMAN, N. (eds). **Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education**, Dordrecht: Kluwer, 2004.
- FLORIO-RUANE, S.; LENSIRE, T.J. Transforming future teachers' ideas about writing instruction. **Journal of Curriculum Studies**, 22, 3, 1990. p. 277-289.
- FORATO, T.C.M.; BAGDONAS, A.; TESTONI, A. Episódios históricos e natureza da ciência na formação de professores. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extraordinário, p 3511-3516, 2017.
- FORATO, T.C.M.; MARTINS, R.A.; PIETROCOLA, M. History and nature of science in high school: building up parameters to guide educational materials and strategies'. **Science & Education**, v. 21, p. 657-682, 2012. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9419-3>
- FORATO, T.C.M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R.A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.28, n.1, 2011. p. 27-59.
- GALLAGHER, J.J. Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. **Science Education**, v. 75, n. 1, 1991. p. 121-133.

GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A. Learning about the nature of science using newspaper articles with scientific content: A study in initial primary teacher education. **Science & Education**, v. 25, n. 5-6, p. 523-546, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9831-9>.

GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A. Understanding the nature of science through a critical and reflective analysis of the controversy between Pasteur and Liebig on fermentation. **Science & Education**, v. 26, n. 1, p. 65-91, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9876-4>

GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A. The Nature of Scientific Practice and Science Education Rationale of a Set of Essential Pedagogical Principles. **Science & Education**, p. 1-21, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9984-9>.

GARCÍA-MARTÍNEZ, Á.; IZQUIERDO-AYMERICH, M. Contribución de la Historia de las Ciencias al desarrollo profesional de docentes universitarios. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 32, n. 1, p.265-281, 2014.

GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M.A. Estado actual y perspectivas de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 29, n. 3, p. 403-412, 2011. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n3.443>.

GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M.A. Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 30, n. 1, p. 23-34, 2012. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n1.442>.

GATTI, S.R.T; NARDI, R.; SILVA, D. A história da ciência na formação do professor de Física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente. **Ciências & Educação**, v. 10, n. 3, 2004. p. 491-500.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL-PÉREZ, D. La metodología y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, 4(2): 111-121, 1986.

GIL-PÉREZ, D.; CARASCOSA, J. Science learning as conceptual an methodological change. **European Journal of Science Education**, London, 7(3): 231-236, 1985.

- GOBARA, S.T.; GARCIA, J.R.B. As Licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.29, n.4. 2007. Disponível em : http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-47442007000400009&script=sci_arttext#nt06. Acesso em: 16 set. 2015.
- GOMES, W.B. Gnosiologia versus epistemologia: distinção entre os fundamentos psicológicos para o conhecimento individual e os fundamentos filosóficos para o conhecimento universal. **Temas psicol.**, Ribeirão Preto, v. 17, n. 1, p. 37-46, 2009. Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X2009000100005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 17 jul. 2017.
- GÓMEZ-CHACÓN, I.M.; OP'T EYNDE, P.; DE CORTE, E. Creencias de los estudiantes de matemáticas. La influencia del contexto de clase. *Enseñanza de las Ciencias*, 24, 3, 2006. p. 309–324.
- HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo : Editora Livraria da Física, 2006. cap. 1, p. 3-21.
- HARRES, J.B.S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, 1999. p. 197-211.
- HEMPEL, C.G. **Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science**. New York: Free Press, 1965.
- HERMAN, B.C.; CLOUGH, M.P.; OLSON, J.K. Pedagogical reflections by secondary science teachers at different NOS implementation levels. **Research in Science Education**, v. 47, n. 1, p, 161–184, 2017.
- HERMAN, B.C.; CLOUGH, M.P. Teachers longitudinal NOS understanding after having completed a science teacher education program. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 14, n. 1, p-207-227, 2016.
- HERMAN, B.C.; CLOUGH, M.P.; OLSON, J.K. Association between experienced teachers NOS implementation and reform-based practices. **Journal of Science Teacher Education**, v. 24, n. 7, p. 1077-1102, 2013a. <https://doi.org/10.1007/s10972-013-9353-0>.
- HERMAN, B.C.; CLOUGH, M.P.; OLSON, J.K. Teachers' nature of science implementation practices 2-5 years after having completed an intensive science education program. **Science Teacher Education**, v. 97, n. 2, p. 271-309, 2013b. <https://doi.org/10.1002/sce.21048>.

- HERMAN, B.C.; OLSON, J.K.; CLOUGH, M.P. Experienced science teachers' nature of science teaching practices and associated factors accounting for those practices. **Paper presented at the National Association of Research in Science Teaching (NARST) International Conference**, Orlando, Florida, April 3-6, 2011.
- HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. **Studies in Science Education**, New York, 12: 25-57, 1985.
- HOFER, B.K. Personal epistemology research: implications for learning and teaching. **Educational Psychology Review**, v. 13, n. 4, p. 353-383, 2001.
- HÖTTECKE, D. Was ist Naturwissenschaft? Physikunterricht über die Natur der Naturwissenschaften (What does science mean? The nature of science in physics education). **Naturwissenschaften im Unterricht Physik**, v. 19, issue 103, p. 4-11, 2008.
- HÖTTECKE, D.; SILVA, C.C. Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. **Science & Education**, v. 20, p.293-316, 2011.
<https://doi.org/10.1007/s11191-010-9285-4>.
- HULLING, M.D. **The Effect of Teachers' Epistemological Beliefs on Practice**. Graduate School Theses and Dissertations, University of South Florida, 2014. Disponível em <http://scholarcommons.usf.edu/etd/5044>. Acesso em: 03 de ago. 2017.
- IBANEZ, Nelson. Sobre a História da Ciência na USP. **Cadernos de História da Ciência**, São Paulo, v.6, n. 1, jul. 2010. Disponível em http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-76342010000100011&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 10 de abr. 2018.
- IRZIK, G.; NOLA, R. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. **Science & Education**, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011.
- IZQUIERDO, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Epistemological foundations of school science. **Science & Education**, v. 12, n. 1, p. 27-43, 2003.
- JONES, M.G.; CARTER, G. Science teacher attitudes and beliefs. In: S. K. Abell; N. G. Lederman (Eds.), **Handbook of research in science education**, New York, London: Routledge, 2007. p. 1067-1104.
- JORAM, E.; GABRIELE, A. Preservice teacher's prior beliefs: transforming obstacles into opportunities. **Teaching and Teacher Education**, 14, 2, 1998. p. 175-191.
- KAGAN, D.M. Ways of evaluating teacher cognition: Inferences concerning the Goldilocks principle. **Review of Educational Research**, 60, 3, 1990. p. 419-469.

- KAPLAN, R.G. Teacher beliefs and practices: A square peg in a square hole. **Proceedings of the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**, Blacksburg: VA, 1991.
- KING, B.B. Beginning teachers' knowledge of and attitude towards history and philosophy of science. **Science Education**, v. 75, n. 1, 1991. p. 135-141.
- KLÜBER, Tiago Emanuel. ATLAS.ti como instrumento de análise em pesquisa qualitativa de abordagem fenomenológica. **Educação temática digital**, v.16, n.1, Campinas, SP, jan./abr. 2014. p. 5-23. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/1326/1341>. Acesso em: 05 de dez. de 2017.
- KÖHNLEIN, J.F.K.; PEDUZZI, L.O.Q. Uma discussão sobre a Natureza da Ciência no Ensino Médio: um exemplo com a Teoria da Relatividade Restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, 36-70, 2005.
- KOMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, Número 15, 11-18, maio 2002.
- KUHN, T.S. Objectivity, value judgment, and theory choice. In: **The essential tension**. Chicago: University of Chicago Press. (1977). p. 320-339.
- LAKIN, S.; WELLINGTON, J. Who will teach the “Nature of Science”? Teachers' view of science and their implications for science education. **International Journal of Science Education**, v. 16, n. 2, 1994. p. 175-190.
- LEBLEBICIOGLU, G.; METIN, D.; CAPKINOGLU, E. et al. Changes in Students' Views about Nature of Scientific Inquiry at a Science Camp. **Science & Education**, v. 26, n. 7-9, p. 889-917, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9941-z>. Acesso em: 18 Jul. 2018.
- LEDERMAN, N.G. Research on Nature of Science: Reflections on the Past, Anticipations of the Future. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 7, n. 1, 1–11, 2006
- LEDERMAN, N.G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.
- LEDERMAN, N.G. Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship.

Journal of Research in Science Teaching, v. 36, n. 8, p. 916-929, 1999.

LEDERMAN, N.G.; ABD-EL-KHALICK, F. Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In W.F. McComas (Ed), **The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies**, Dordrecht: Kluwer, p. 83-126, 1998.

LEDERMAN, N.G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R.; SCHWARTZ, R.S. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n.6, 2002.

LEDERMAN, N.G.; ANTINK, A.; BARTOS, S. Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. **Science & Education**, v. 23, n. 2, p. 285-302, 2014a.

<https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3>

LEDERMAN, N.G.; BARTOS, S.A.; LEDERMAN, J.S. The development, use, and interpretation of Nature of Science assessments. In: MATTHEWS, M. R. (Ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. The Netherlands: Springer, p. 971-997, 2014.

LEDERMAN, N.G.; O'MALLEY, M. Student's perceptions of tentativeness in science: development, use and sources of change. **Science Education**, v. 74, n. 2, p. 225-239, 1990.

LEDERMAN, N.G.; SCHWARTZ, R.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R.L. Preservice teachers' understanding and teaching of nature of science: An intervention study. **Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education**, 1, p. 135-160, 2001.

LIANG, L.L.; CHEN, S.; CHEN, X.; KAYA, O.N.; ADAMS, A.D.; MACKLIN, M.; EBENEZER, J. Assessing preservice elementary teachers' views on the nature of scientific knowledge: a dual-response instrument. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, 2008.

LONDERO, Leandro. A História e a Filosofia da Ciência na formação de professores de Física: controvérsias curriculares. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 11, 2015.

LONGINO, H. Cognitive and non-cognitive values in science: Rethinking the dichotomy. In: L. H. Nelson & J. Nelson (Eds.), **Feminism, science, and the philosophy of science**. Dordrecht: Kluwer, 1997.

- LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 248-273, jan. 1996. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7049/6525>>. Acesso em: 22 nov. 2018. doi: <https://doi.org/10.5007/%x>.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MARKIC, S.; VALANIDES, N.; EILKS, I. Freshman science student teachers' beliefs on science teaching and learning—a mixed methods study. In: I. Eilks; B. Ralle (Eds.), **Towards research-based science teacher education**, Aachen: Shaker-Verlag, 2006. p. 29–40.
- MARTIN, B., BROWER, W.; KASS, H. Authentic science: a diversity of meanings. **Science Education**, New York, 74(5): 541-554, 1990.
- MARTINS, André Ferrer P. História e Filosofia da Ciência no Ensino: Há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, abril 2007.
- MARTINS, André Ferrer P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Cad. Bras. De Ens. De Fís.**, 32(3), 2015. p. 703-737.
- MARTINS, Roberto de Andrade. O que é a ciência do ponto de vista da epistemologia? **Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa**, v. 9, p. 5-20, 1999.
- MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, n. 9, p. 3-5, 1990.
- MASSONI, N. T. **Estudo de caso etnográfico sobre a contribuição de diferentes visões epistemológicas contemporâneas na formação de professores de física**. 2005. 275f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- MASSONI, Neusa Teresinha; MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de física: a influência de concepções sobre a natureza da ciência nas práticas didáticas. **Ciência & Educação (Bauru)**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 595-616, Set. 2014
- MATTHEWS, M.R. Changing the focus: from nature of science to features of science. In: KHINE, M. S. (Ed.). **Advances in nature of science research**. Dordrecht: Springer, 2012. p. 3-26.
- MATTHEWS, M.R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

- MATTHEWS, M.R. Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: la aproximación actual. **Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n.2, 1994. p. 255-277. Disponível em: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21364/93319>. Acesso em: 16 set. 2015.
- MATTHEWS, M.R. In defense of modest goals for teaching about the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, n. 2, p. 161–174, 1998.
- MATTHEWS, M.R. **Science teaching: the role of history and philosophy of science**. New York: Routledge, 1994.
- McCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, p. 249-263, 2008.
- McCOMAS, W.F. (ed.). **The nature of Science in Science Education. Rationales and strategies**, Dordrecht: Kluwer, 1998.
- McCOMAS, W.F. Understanding how science works: the nature of science as they foundation for science teaching and learning. **The School science review**, v. 98, p. 71-76, 2017.
- McCOMAS, W.F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. The Nature of Science in Science Education: an introduction. **Science & Education**, v. 7, n. 6, p. 11-532, 1998a.
- McCOMAS, W.F.; CLOUGH, M.; ALMAZROA, H. The role and character of the Nature of Science in Science Education. In: McCOMAS, W. F. (Ed.). **The Nature of Science in Science Education: rationales and strategies**. The Netherlands: Kluwer, 1998b, p. 3-39.
- McCOMAS, W.F.; OLSON, J.K. The Nature of Science in international science educational standards documents. In: McCOMAS, W. F. (Ed.). **The Nature of Science in Science Education: rationales and strategies**. The Netherlands: Kluwer, 1998. p. 41-52.
- MCLEOD, D.B. Research on affect in mathematics education: a reconceptualization. Em D. Grows (Ed.), **Handbook of research on mathematics teaching and learning**, Nova York: Macmillan, 1992. p. 575-596.
- MICHEL, H.; NEUMANN, I. Nature of science and science content learning. **Science & Education**, v. 25, n. 9-10, p. 951-975, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9860-4>
- MILICIC, B.; SANJOSÉ, V.; UTGES, G.; SALINAS, B. La cultura académica como condicionante del pensamiento y la acción de los

- professores universitários de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 263-284, 2007.
- MILLAR, R.; OSBORNE, J.F. (Eds.). **Beyond 2000: Science Education for the Future**. London: King's College London, 1998.
- MINAYO, Maria Cecília de Sousa (Org.), **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. Petrópolis, Vozes, 2001. p. 80.
- MOREIRA, M.A.; MASSONI, N.T.; OSTERMANN, F. “História e Epistemologia da Física” na Licenciatura em Física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a Natureza da Ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, 129-134, 2007.
- MOSS, D.M.; ABRAMS, E.D.; ROBB, J. Examining student conceptions of the nature of science. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 8, 2001. p. 771-790.
- MOURA, C.B.; GUERRA, A.; AMARAL, P.; OLIVEIRA, F. Entre o histórico e o contemporâneo: abordando as práticas científicas em um curso sobre história e filosofia das ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extraordinário, 2017. p. 3517-3523.
- NESPOR, J. The role of beliefs in the practice of teaching. **Journal of Curriculum Studies**, 19, 4, 1987, p. 317-328.
- NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **National science education standards**. Washington, DC: National Academic Press, 1996.
- NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. **International Journal of Science Education**, London, 11: 530-540, 1989.
- OGAN-BEKIROGLU, F.; AKKOÇ, H. Preservice teachers’ instructional beliefs and examination of consistency between beliefs and practices. **International Journal of Science and Mathematics Education**, 7, 6, 2009. p. 1173-1199.
- OSBORNE, J.F. Promoting Argument in the Science Classroom: A Rhetorical Perspective. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, 2001. p. 271-290.
- OSBORNE, J.F.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What “Ideas-about-Science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 7, p. 1-34, 2001.
- OSBORNE, J.F.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What “Ideas-about-Science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

- OSTERMANN, Fernanda. A epistemologia de Kuhn. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 184-196, jan. 1996. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7045>>. Acesso em: 22 nov. 2018. doi: <https://doi.org/10.5007/%x>.
- PAJARES, F.; KRANZLER, J. Self-efficacy beliefs and general mental ability in mathematical problem-solving. **Contemporary Educational Psychology**, 20, 4, 1995. p. 426-443.
- PAJARES, M.F. Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. **Review of Educational Research**, 62, 3, 1992. p. 307-332.
- PALMA, S.A.C. Creencias curriculares y creencias de actuación curricular de los profesores de ciencias chilenos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 8, 2, 2009. p. 505-526. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec>. Acesso em: 22 set. 2015.
- PATRICK, H.; PINTRICH, P. Conceptual Change in teachers' intuitive conceptions and epistemological beliefs. In: B.B. Torf, & Sternberg, (Eds.), **Understanding and teaching the intuitive minds**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2001. p. 117-143.
- PEHKONEN, E.; PIETILA, A. On Relationships Between Beliefs and Knowledge in Mathematics Education. **Proceedings of the Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education**. Bellaria, Italia, 2003.
- PENA, F.L.A.; TEIXEIRA, E.S. Concepções sobre a Natureza da ciência: a trajetória dos estudantes de uma disciplina sobre Evolução dos Conceitos da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, 152-175, 2017.
- PEPIN, B. Epistemologies, beliefs and conceptions of mathematics teaching and learning: the theory, and what is manifested in mathematics teachers' practices in England, France and Germany. In: B. HUDSON, B., BUCHBERGER, F.; KANSANEN, P.; SEEL, H., **Didaktik/Fachdidaktik as science(s) of the teaching profession**, TNTEE Publications, 1999. p. 127-146.
- PEREIRA, Giulliano José Segundo Alves; MARTINS, André Ferrer P. A inserção de conteúdo histórico-filosófico no currículo dos cursos de Licenciatura em Física e em Química da UFRN: Uma análise comparativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, abr. 2011. p. 229-258.
- PINTRICH, P.R.; MARX, R.W.; BOYLE, R.A. Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors

- in the process of conceptual change. **Review of educational research**, 63, 2, 1993. p. 167-200.
- POMEROY, D. Implications of teachers' beliefs about the nature of science: comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. **Science Education**, v. 77, n. 3, 1993. p. 261-278.
- POPPER, K.R. **Conjectures and refutations**. London: Routledge and Kegan Paul, 1963.
- POPPER, K.R. **Objective knowledge**. Oxford: Clarendon Press, 1975.
- PORLÁN, R. Formulación de los contenidos escolares. **Cuadernos de Pedagogía**, 276, 1999. p. 65–70.
- PRADO, Fernando Dagnoni. Experiências Curriculares com História e Filosofia da Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 6 (nº especial), jun. 1989. p. 9-17.
- PRADO, Fernando Dagnoni; HAMBURGER, Ernst Wolfgang. Estudos sobre o curso de Física da USP em São Paulo. In: NARDI, Roberto. **Pesquisas em ensino de Física**. São Paulo : Escrituras, 2004. Cap. 2, p. 31-46. (Educação para a ciência).
- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.
- REGNER, Ana Carolina Krebs Pereira. Feyerabend e o pluralismo metodológico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 231-247, jan. 1996. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7048/6524>>. Acesso em: 22 nov. 2018. doi: <https://doi.org/10.5007/%x>.
- REIS, P.; RODRIGUES, S.; SANTOS, F. Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. **Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, nº 1, 2006.
- RICHARDSON, V. The role of attitudes and beliefs in learning to teach. Em J. Sikula (Ed.), **Handbook of research on teacher education**, ed. 2, New York: Macmillan, p. 102-119, 1996.
- RODRÍGUEZ, R.Y.A.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Concepciones emergentes de naturaleza de la ciencia para la didáctica de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, nº extraordinário, p. 3499-3504, 2017.
- ROKEACH, M. **Beliefs, attitudes, and values: a theory of organization and change**. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1968.
- ROSA, K.; MARTINS, M.C. A inserção de História e Filosofia da Ciência no Currículo de Licenciatura em Física da Universidade Federal

- da Bahia: Uma visão de professores universitários. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n.3, p. 321-337, 2007.
- ROTH, W.M.; LUCAS, K.B. From “truth” to “invented reality”: a discourse analysis of high school physics students’ talk about scientific knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 34, n. 2, p. 145-179, 1997.
- ROTH, W.M.; ROYCHONDHURY, A. Students’ epistemologies and views about knowing and learning. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 31, n. 1, p. 5-30, 1994.
- RUDGE, D.W.; CASSIDY, D.P.; FULFORD, J.M.; HOWE, E.M. Changes observed in views of nature of science during a historically based unit. **Science & Education**, v. 23, n. 9, p. 1879-1909, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9572-3>
- RUDOLPH, J. L. Reconsidering the ‘nature of science’ as a curriculum component. **Journal of Curriculum Studies**, v. 32, n. 3, p. 403-419, 2000.
- RYAN, A.G.; AIKENHEAD, G.S. Students’ preconceptions about the epistemology of science. **Science Education**, v. 76, n. 6, 1992. p. 559-580.
- RYDER, J. Identifying science understanding for functional scientific literacy. **Studies in Science Education**, v. 36, n. 1, p. 1-44, 2001.
- RYDER, J. School science education for citizenship: strategies for teaching about the epistemology of science. **Journal of Curriculum Studies**, v. 34, n. 6, p. 637-658, 2002.
- SALINAS DE SANDOVAL, J.; COLOMBO DE CUDMANI, L. Epistemología e historia de la física en la formación de los profesores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 15, n. 1 a 4, p. 100-109, jul. 1993.
- SALMERON, R. A.. Gleb Wataghin. **Estudos Avançados** [online], vol.16, n.44, pp.310-315, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142002000100020>. Acesso em: 10 de abril de 2018.
- SCHRAW, G.; OLAFSON, L. Teacher’s epistemological worldviews and educational practices. **Issues in Education**, 8(2), 2002. p. 99-148.
- SCHWARTZ, R.S.; LEDERMAN, N.G.; CRAWFORD, B. Understanding the nature of science through scientific inquiry: An explicit approach to bridging the gap. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA, 2000.

- SCHWARTZ, R.S.; LEDERMAN, N.G.; CRAWFORD, B.A. Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. **Science Education**, Hoboken, v. 88, n. 4, 2004. p. 610-645.
- SEGURA, D. Una premisa para el cambio conceptual: el cambio metodológico. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, 9(2): 175-180, 1991.
- SERROW, R. Research and teaching at a research university. **Higher Education**, v. 40, 2000, p. 449-463.
- SHULMAN, L.S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching, **Educational Researcher**, 15(2), 1986. p. 4-14.
- SILVEIRA, F.L. A filosofia da ciência de Karl Popper e suas implicações no ensino da ciência. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 197-218, jan. 1996. ISSN 2175-7941. Disponível em:
<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7046/6522>>.
Acesso em: 22 nov. 2018. doi: <https://doi.org/10.5007/%x>.
- SILVEIRA, F.L. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 219-230, jan. 1996. ISSN 2175-7941. Disponível em:
<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7047/6523>>.
Acesso em: 22 nov. 2018. doi: <https://doi.org/10.5007/%x>.
- SILVEIRA, F.L. **Uma epistemologia racional-realista e o ensino da Física**. Tese de doutorado. Porto Alegre: PUCRS, 1992.
- SKOTT, J. The emerging practices of a novice teacher: The roles of his school mathematics images. **Journal of Mathematics Teacher Education**, 4, 1, 2001. p. 3–28.
- SOARES, G.; SCALFI, G. Adolescentes e o imaginário sobre cientistas: análise do teste “Desenhe um cientista” (DAST) aplicado com alunos do 2º ano do Ensino Médio. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. In: **Atas...**, 2014. Disponível em: <http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/562.pdf>. Acesso em: 14 de julho de 2015.
- SOLOMON, J.; DUVEEN, J.; SCOTT, L. Pupils’ images of scientific epistemology. **International Journal of Science Education**, v. 16, n. 3, 1994. p. 361-373.
- STAUB, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Diálogo entre história e filosofia da ciência em uma disciplina de evolução dos conceitos da física. In:

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciências, 4., 2003, Bauru. Atas... Porto Alegre: s. n., 2004.

STIPEK, D.J.; GIVVEN, K.B.; SALMON, J.M.; MACGYVERS, V.L. Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction.

Teaching and Teacher Education, 17, 2, 2001. p. 213–226.

TAFRESHI, D.; RANCINE, T.P. Conceptualizing personal epistemology as beliefs about knowledge and knowing. A grammatical investigation. **Theory & Psychology**, 2015. p. 1-18.

TARDIF, Maurice. Os professores diante do saber: esboço de uma problemática do saber docente. In: TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Petrópolis, Rio de Janeiro : Editora Vozes, 2014a. p. 31-55.

TARDIF, Maurice. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Petrópolis, Rio de Janeiro : Editora Vozes, 2014.

TARDIF, Maurice. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: Elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas conseqüências para a formação docente. In: TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Petrópolis, Rio de Janeiro : Editora Vozes, 2014b. p. 245-276.

TARDIF, Maurice; LESSARD, C.; LAHAYLE, L. Esboço de uma problemática do saber docente. **Teoria & Educação**, v. 1, n. 4, 1991. p. 215-233.

TARDIF, Maurice; RAYMOND, Danielle. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 21, n. 73, p. 209-244, dez. 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302000000400013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 05 fev. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-73302000000400013>.

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

TEIXEIRA, E.S.; FREIRE JR., O.; EL-HANI, C.N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções a cerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 13, p. 529-556, 2009.

TENFEN, Daniele Nicoladeli. **Mapas conceituais como ferramentas para a organização do conhecimento em uma disciplina sobre a história da física**. 206 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-

Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

THOMPSON, A.G. The relationship of teachers' conceptions of mathematics and mathematics teaching to instructional practice.

Educational Studies in Mathematics, 5, 2, 1984. p. 105–127.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. **Metodologia da Pesquisa**. 2ª edição. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2010.

TSAI, C.C. Nested epistemologies: Science teachers' beliefs of teaching, learning and science. **International Journal of Science Education**, 24, 2002. p. 771-783.

VAN DIJK, E. M. Portraying real science in science communication. **Science Education**, v. 95, n. 6, p. 1086-1100, 2011.

VAN FRAASSEN, B. **The scientific image**. Oxford: Clarendon Press, 1980.

VITAL, A.; GUERRA, A.A Natureza da ciência no ensino de Física: estratégias didáticas elaboradas por professores de egressos do mestrado profissional. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 31, n. 2, 225-257, 2014.

VON GLASERSFELD, E. **Cognition, construction of knowledge and teaching**. Synthese, 80, 1989. p. 121-140.

WAN, D.; ZHANG, H.; WEI, B. Impact of Chinese Culture on Pre-service Science Teachers' Views of the Nature of Science. **Science & Education**, v. 27, n. 3-4, p. 321-355, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s11191-018-9968-9>. Acesso em: 18 Jul. 2018.

WANG, H.; COX-PETERSON, A. A comparison of elementary, secondary and student teachers' perceptions and practices related to history of science instruction. **Science & Education**, v. 11, p. 69-81, 2002.

WANG, H.A.; MARSH, D.D. Science instruction with a humanistic twist teachers' perception and practice in using the history of science in their classrooms. **Science & Education**, v. 11, p. 169–189, 2002.

YERRICK, R.; PARKE, H.; NUGENT, J. Struggling to promote deeply rooted change: The “filtering effect” of teachers' beliefs on understanding transformational views of teaching science. **Science Education**, v. 81, p. 137-159, 1997.

ANEXO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Reflexões sobre a Natureza das Ciências: configurações e intenções na formação de professores de Física

Pesquisador: José Francisco Custódio Filho

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 85209918.5.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Santa Catarina

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.697.339

Apresentação do Projeto:

Tese de Doutorado de Gabriela Kaiana Ferreira sob orientação de José Francisco Custódio Filho, do programa de pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. Estudo prospectivo, com 25 participantes. Critérios de inclusão: Professores que atuam nos cursos de graduação que apresentam em suas estruturas curriculares disciplinas, que abordam a temática da natureza das ciências e do trabalho científico, classificadas como Saberes Disciplinares de História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da(s) Ciência(s) e da Física, Saberes Pedagógicos e Saberes Disciplinares de Física; Professores que desenvolvem pesquisa reconhecida e de destaque na área da Física em âmbito nacional e internacional. Critérios de exclusão: nada consta. Intervenções: entrevistas semi-estruturadas.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O objetivo geral deste trabalho consiste em caracterizar a influência das crenças sobre natureza das ciências e do fazer científico de físicos professores universitários de Física que atuam nos cursos de Licenciatura em Física.

Objetivos Secundários:

- Caracterizar a influência das crenças dos professores sobre a ação docente, em particular as crenças epistemológicas pessoais que sustentam sobre natureza das ciências e do fazer científico.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401

Bairro: Trindade

CEP: 88.040-400

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3721-6094

E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.697.339

- Identificar as crenças epistemológicas compartilhadas por físicos formadores de professores de Física, e, a partir disso, analisar as imagens sobre natureza das ciências e do trabalho científico transmitidas/propagadas nas relações que estes formadores estabelecem com os licenciandos e com o conhecimento nas disciplinas que lecionam nos cursos de Licenciatura em Física.
- Propor elementos que auxiliem na construção de uma visão adequada/atualizada/renovada/informada sobre natureza das ciências e do trabalho científico junto a formadores de professores e futuros professores.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Análise adequada dos riscos e benefícios.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Sem comentários adicionais.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto assinada pelo pesquisador responsável e pelo sub-coordenador do programa de pós-graduação ao qual o pesquisador responsável está vinculado. Cronograma, informando que a coleta de dados se dará a partir de maio de 2018. Orçamento, informando que as despesas serão custeadas pelos pesquisadores. Questionário(s) a ser(em) aplicado(s) aos participantes. TCLE para os participantes, em linguagem clara e adequada, atendendo todas as exigências da resolução 466/12.

Recomendações:

Sem recomendações adicionais.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pela aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1084964.pdf	29/04/2018 20:28:05		Aceito
Outros	Carta_resposta_ao_parecer_consubiado_CEP.pdf	29/04/2018 19:39:10	José Francisco Custódio Filho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	Termo_de_Consentimento_Livre_e_Esclarecido_Versao2.pdf	29/04/2018 19:37:01	José Francisco Custódio Filho	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.697.339

Ausência	Termo_de_Consentimento_Livre_e_Esclarecido_Versao2.pdf	29/04/2018 19:37:01	José Francisco Custódio Filho	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEPSH_Versao2.pdf	29/04/2018 19:35:29	José Francisco Custódio Filho	Aceito
Cronograma	Cronograma_de_Execucao_Versao2.pdf	29/04/2018 19:35:14	José Francisco Custódio Filho	Aceito
Outros	Protocolo_de_entrevista_CEPSH.pdf	13/03/2018 12:05:07	José Francisco Custódio Filho	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_CEPSH.pdf	13/03/2018 09:11:25	José Francisco Custódio Filho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 06 de Junho de 2018

Assinado por:
Maria Luiza Bazzo
(Coordenador)

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401

Bairro: Trindade

CEP: 88.040-400

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3721-6094

E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa como voluntário(a). Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento (duas páginas), que está em duas vias. Uma delas é sua, e a outra dos pesquisadores. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores relacionados abaixo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: **REFLEXÕES SOBRE A NATUREZA DAS CIÊNCIAS: CONFIGURAÇÕES E INTENÇÕES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA**

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – Universidade Federal de Santa Catarina

Contato: (48) 3721-6094 – cep.propesq@contato.ufsc.br

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401, Trindade, Florianópolis/SC, CEP 88040-400.

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho – Departamento de Física/UFSC

Contato: (48) 9 9128-8688 – j.custodio@fsc.ufsc.br

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Blocos Modulados – Corredor B, Sala 2, Campus Universitário Trindade, Florianópolis/SC, CEP 88040-900.

Pesquisador participante: Gabriela Kaiana Ferreira – Doutoranda do Programa de Pós-Graduação Educação Científica e Tecnológica

Contato: (48) 9 8832-9078 – gabikaiana@gmail.com

Endereço: Rua Castro, nº 60, Caiobá, Matinhos/PR, CEP 83260-000.

Descrição da pesquisa (conforme Res. CNS n.º 466/2012)

O objetivo dessa investigação consiste em caracterizar a influência das crenças sobre natureza das ciências e do fazer científico de físicos professores universitários de Física que atuam nos cursos de Licenciatura em Física. Para tanto, é importante que você tenha conhecimento das seguintes informações:

1. A participação na pesquisa é totalmente facultativa;
2. Investigações como esta, que preveem a entrevista de professores e que se baseiam, além dos referenciais teóricos, em conhecimentos declarativos dos docentes universitários, são relevantes e se justificam, uma vez que contribuem para uma caracterização mais adequada da influência das crenças sobre natureza da ciência dos docentes que atuam na formação de professores, bem como na proposição de elementos que auxiliem na construção de uma visão adequada/atualizada/renovada/informada sobre o tema.
3. Os pesquisadores declaram cumprir a resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde que versa sobre a ética em pesquisa com seres humanos.
4. Em nenhum momento serão divulgados os nomes dos participantes e todo o material coletado será utilizado apenas com o propósito da pesquisa. Portanto, nenhuma imagem ou voz será divulgada. Apenas os pesquisadores terão acesso ao material.
5. Nenhum dos participantes terá gastos financeiros com a pesquisa, mas caso alguma despesa extraordinária associada à pesquisa venha a ocorrer, você será ressarcido nos termos da Lei. Ressaltamos ainda que, caso você tenha algum prejuízo material ou imaterial em decorrência da pesquisa poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente e amplamente consubstanciada.
6. Essa pesquisa não oferece nenhum risco de ordem física aos participantes. Entretanto, pelo fato de solicitar informações e concepções pessoais, que serão registradas em áudio, poderão gerar constrangimentos e desconfortos. Para minimizar estes riscos, ressaltamos que os conteúdos das

gravações das entrevistas serão mantidos sob sigilo e privacidade de forma a preservar sua identidade pessoal, e, quando houver divulgação dos resultados da pesquisa, os nomes dos envolvidos não serão de forma alguma divulgados, recorrendo, quando necessário, a nomes fictícios. Ressaltamos ainda que é garantida ao participante da pesquisa a liberdade de recusar a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase desta investigação, sem penalização ou prejuízo algum.

7. A coleta de dados será feita por meio de uma entrevista semi-estruturada, coordenada pelo pesquisador assistente, que será gravada em áudio. As entrevistas poderão ocorrer de forma virtual (por meio de videoconferência) ou pessoalmente (com o deslocamento do pesquisador assistente), conforme opção do participante. Todas as questões do protocolo de entrevista foram revisadas criteriosamente e validadas junto ao grupo de pesquisa para que evitassem constrangimentos e desconforto aos envolvidos no estudo.

8. Após análise, a essência do material constituirá a tese de doutorado da pesquisadora Gabriela Kaiana Ferreira, que se compromete trazer nesse trabalho contribuições concretas em relação às crenças de docentes universitários sobre a natureza da ciência e à formação de professores de Física. O encerramento da pesquisa se dará após análise final do material coletado que será arquivado para possíveis análises futuras.

9. Caso necessite de maiores explicações, os pesquisadores estarão à disposição para esclarecer as dúvidas, pelo correio eletrônico ou pessoalmente. Este termo foi elaborado, assinado e rubricado em duas vias, sendo uma delas destinada à equipe de pesquisa e a outra ao participante da pesquisa.

Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho
Pesquisador Responsável

Gabriela Kaiana Ferreira
Pesquisadora Participante

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO (assinado pelo(a) participante)

Eu, _____, RG/ CPF _____, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa *Reflexões sobre a Natureza Das Ciências: configurações e intenções na formação de professores de Física*. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora Gabriela Kaiana Ferreira e por meio desse termo sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto me leve a qualquer penalidade ou prejuízo.

_____, ____ de _____ de 2018.

Assinatura