



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JOÃO PEDRO SUSSEL BERTOGNA

O BACHARELADO EM FÍSICA NO BRASIL:

Uma discussão de noções de docentes a respeito da Natureza
da Ciência

Londrina
2020

JOÃO PEDRO SUSSEL BERTOOGNA

O BACHARELADO EM FÍSICA NO BRASIL:

Uma discussão de noções de docentes a respeito da Natureza
da Ciência

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de mestre no Programa
de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Educação Matemática do Centro de Ciências
Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Irinéa de Lourdes Batista

Londrina
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Bertogna, João Pedro Sussel.

O BACHARELADO EM FÍSICA NO BRASIL: Uma discussão de noções de docentes a respeito da Natureza da Ciência / João Pedro Sussel Bertogna. - Londrina, 2020.
152 f. : il.

Orientador: Irinéa de Lourdes Batista.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2020.

Inclui bibliografia.

1. Bacharelado em Física - Tese. 2. História, Filosofia e Sociologia da Ciência - Tese. 3. Epistemologia da Física - Tese. 4. Formação de Pesquisadores em Física - Tese. I. Batista, Irinéa de Lourdes. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.

CDU 53

JOÃO PEDRO SUSSEL BERTOOGNA

**O BACHARELADO EM FÍSICA NO BRASIL:
UMA DISCUSSÃO DE NOÇÕES DE DOCENTES A RESPEITO DA
NATUREZA DA CIÊNCIA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Irinéa de Lourdes Batista
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a. Dr^a. Mariana Aparecida Bologna Soares
de Andrade
Universidade Estadual de Londrina - UEL

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

Londrina, 21 de novembro de 2020.

Dedico este trabalho a minha esposa
Yasmin e minha filha Livia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha esposa Yasmin por ser a pessoa que esteve ao meu lado durante todo esse processo, que mais me incentivou a concluí-lo e por ser o amor da vida hoje e sempre. Agradeço também a minha filha Livia, principalmente por ter esperado o papai terminar de ler e escrever para poder brincar com ela.

Agradeço também aos meus pais e avós por terem me possibilitado toda condição material e emocional, contribuindo para o meu sucesso nessa etapa da minha vida, e também por toda criação que me propiciaram e por estarem sempre ao meu lado.

Agradeço à minha orientadora Irinéa de Lourdes Batista por todos os ensinamentos, ajudas, orientações, por me mostrar os caminhos necessários da ética e da responsabilidade com o trabalho científico, além do apoio em todo o processo.

Agradeço a todos os colegas do grupo de pesquisa IFHIECEM pelos frutíferos encontros, pela ajuda com as decodificações intersubjetivas e por todas as ideias que dividiram comigo. Nesse agradecimento, incluo a amiga e colega de trabalho Gabriela Helena Geraldo Issa Mendes, a qual também fez parte do IFHIECEM.

Agradeço também ao meu colega Douglas Rodrigues Aguiar de Oliveira, cujo blog Universo Racionalista foi decisivo no desenvolvimento do meu interesse pela Ciência e pela Filosofia da Ciência, bem como por ter me emprestado alguns dos livros que utilizei para fundamentar esse trabalho.

Uma visita ao hospício mostra que a fé não
prova nada.
Friedrich Wilhelm Nietzsche

BERTOIGNA, João Pedro Sussel. **Problematizando o Bacharelado em Física**: uma discussão da noção de docentes a respeito da Natureza da Ciência. 2020. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

Este trabalho tem a intenção de investigar a formação de bacharéis em Física no Brasil, principalmente com relação à História, Filosofia e Sociologia da Ciência e as discussões a respeito da Natureza da Ciência. Nossos referenciais teóricos são utilizados para sustentar a ideia de que o estudo da epistemologia da Física pode auxiliar docentes de Física do Ensino Superior, tanto no seu trabalho de docente quanto na sua pesquisa. Além disso, defenderemos a História, Filosofia e Sociologia da Ciência como forma de tornar as aulas das disciplinas do núcleo específico de formação do bacharel mais críticas e significativas, e também a necessidade dos docentes terem noções adequadas a respeito da Natureza da Ciência para que possam discutir historicamente e epistemologicamente suas disciplinas. Para isso, torna-se importante conhecer as noções desses docentes com relação a Natureza da Ciência. Levantamos os artigos em algumas das principais revistas científicas no Brasil acerca do assunto e também analisamos 47 cursos de Bacharelado em Física em todo o Brasil, bem como as Diretrizes Nacionais Curriculares dos Cursos de Física quanto a presença de História, Filosofia e Sociologia da Ciência. Concluímos que os estudos são escassos e algumas grades curriculares não estão adequadas a esse aspecto. Construímos um questionário para conhecer as noções de docentes das disciplinas do núcleo específico do Bacharelado em Física a respeito da Natureza da Ciência e elegemos a *Análise de Conteúdo* segundo Bardin (2016) como nosso referencial metodológico para analisar esses dados.

Palavras-chave: Bacharelado em Física. História, Filosofia e Sociologia da Ciência. Epistemologia da Física. Formação de Pesquisadores em Física.

BERTOONA, João Pedro Sussel. **Problematizando o Bacharelado em Física**: uma discussão da noção de docentes a respeito da Natureza da Ciência. 2020. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

This work intends to investigate the formation of the bachelor's degrees in Physics in Brazil, mainly with the relation History, Philosophy and Sociology of Science and discussions about the Nature of Science. Our theoretical frameworks are used to support an idea that the study of the epistemology of physics can assist or teach physics in higher education both in their teaching and research work. In addition, we will defend the History, Philosophy and Sociology of Science as a way of making classes in the disciplines of the specific core of bachelor's degree more critical and meaningful and also the need for teachers to have adequate notions about the Nature of Science so that they can discuss historically and epistemologically their disciplines. Therefore, it is important to recognize the notions of these teachers in relation to the Nature of Science. We collected the articles in some of the main scientific journals in Brazil and respected the subject and we also analyzed 47 Bachelor courses in Physics throughout Brazil, as well as the National Curricular Guidelines for Physics Courses regarding the presence of History, Philosophy and Sociology of Science, we conclude that studies are scarce and many curriculum notes are not included in this aspect. We built a questionnaire to learn about the notions of professors in the disciplines of the specific core of the Bachelor of Physics regarding the Nature of Science and we chose Content Analysis according to Bardin (2016) as our methodological framework to analyze these data.

Key words: Bachelor of Physics. History, Philosophy and Sociology of Science. Epistemology of Physics. Formation of Physics Researchers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Gráfico com a distribuição dos artigos nas nove unidades temáticas.....	51
Figura 2	– Percentual de sujeitos em cada universidade.....	100
Figura 3	– Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 1 ...	103
Figura 4	– Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 2 ...	106
Figura 5	– Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 3 ...	110
Figura 6	– Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 4 ...	114
Figura 7	– Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 5 ...	117
Figura 8	– Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 6 ...	120
Figura 9	– Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 7 ...	123
Figura 10	– Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 8 .	127
Figura 11	– Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 9 .	132

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Os saberes dos professores.....	47
Quadro 2 – Unidades temáticas para a classificação dos artigos.....	49
Quadro 3 – Frequências absoluta e relativa da aparição de cada unidade temática	50
Quadro 4 – Perfis específicos na formação de físicos no Brasil	62
Quadro 5 – Distribuição dos cursos de física quanto a disciplinas de HFSC.....	71
Quadro 6 – Nomes das disciplinas de HFSC nas grades de Física.....	73
Quadro 7 – Perguntas do questionário.....	84
Quadro 8 – Síntese da formação dos sujeitos de pesquisa	97
Quadro 9 – Ocorrência das universidades nas quais os sujeitos de pesquisa trabalham.....	99
Quadro 10 – Respostas das UR referentes a questão 1.....	102
Quadro 11 – Respostas das UR referentes a questão 2.....	105
Quadro 12 – Respostas das UR referentes a questão 3.....	109
Quadro 13 – Respostas das UR referentes a questão 4.....	112
Quadro 14 – Respostas das UR referentes a questão 5.....	116
Quadro 15 – Respostas das UR referentes a questão 6.....	118
Quadro 16 – Respostas das UR referentes a questão 7.....	122
Quadro 17 – Respostas das UR referentes a questão 8.....	125
Quadro 18 – Respostas das UR referentes a questão 9.....	130

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
1.1 HISTÓRIA, FILOSOFIA E SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA	16
1.2 NATUREZA DA CIÊNCIA.....	18
1.2.1 Empiricismo, indutivismo e falsificacionismo	21
1.2.2 Existe um “Método Científico”?	29
1.2.3 Senso Comum e Ciência	31
1.2.4 A ciência está sujeita a uma explicação social?	32
1.2.5 A “objetividade” da Ciência	36
1.3 NATUREZA DA CIÊNCIA FÍSICA	38
1.4 HFSC E FORMAÇÃO DE PESQUISADORES EM FÍSICA.....	41
1.5 SABERES DOCENTES	46
2 REVISÃO DE ARTIGOS	48
2.1 LEVANTAMENTO DOS ARTIGOS	48
2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ARTIGOS.....	49
2.3 DISCUSSÃO DE CADA UNIDADE TEMÁTICA.....	50
2.3.1 Fundamentação teórica, discussão matemática ou aprofundamento de assuntos estudados na graduação	51
2.3.2 Discussões de conceitos com enfoque histórico, filosófico ou sociológico.....	54
2.3.3 Proposta ou execução de experimento.....	54
2.3.4 Construção de aparato tecnológico	56
2.3.5 Discussão da formação de bacharéis em Física	57
2.3.6 Investigações em ensino, aprendizagem ou didática	58
2.3.7 Análise de livros-texto	59
2.3.8 Noções de professores ou estudantes.....	60
2.3.9 Evasão nos cursos de física	60
3 O BACHARELADO EM FÍSICA NO BRASIL	61
3.1 DIRETRIZES NACIONAIS CURRICULARES PARA OS CURSOS DE FÍSICA	

	(DNCCF).....	62
3.1.1	Perfil dos Formados	62
3.1.2	Competências e Habilidades	63
3.1.3	Estrutura dos Cursos	65
3.1.4	Conteúdos Curriculares	66
3.2	LEVANTAMENTO DOS CURSOS DE BACHARELADO EM FÍSICA NO BRASIL	67
3.2.1	Realização do Levantamento e Primeiras Impressões.....	67
3.2.2	Discussão dos Projetos Político-Pedagógicos e das Grades Curriculares.....	69
3.2.3	Discussão do Conteúdo Programático das disciplinas obrigatórias relacionadas a HFSC	72
3.3	INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TCC: O CASO DA UNIR	74
3.4	O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (UFBA)	76
3.5	O CASO DA ÉCOLE POLYTECHNIQUE (FRANÇA).....	79
4	METODOLOGIA	81
4.1	PESQUISA QUALITATIVA	82
4.2	OBJETIVOS.....	83
4.3	CONSTRUÇÃO DO QUESTIONÁRIO	83
4.4	ANÁLISE DE CONTEÚDO	85
5	ANÁLISE DOS DADOS	96
5.1	PERFIL DOS SUJEITOS DE PESQUISA	96
5.2	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS	100
5.2.1	Unidade Temática de Contexto 1.....	101
5.2.2	Unidade Temática de Contexto 2.....	104
5.2.3	Unidade Temática de Contexto 3.....	108
5.2.4	Unidade Temática de Contexto 4.....	112
5.2.5	Unidade Temática de Contexto 5.....	115
5.2.6	Unidade Temática de Contexto 6.....	118
5.2.7	Unidade Temática de Contexto 7.....	122
5.2.8	Unidade Temática de Contexto 8.....	125
5.2.9	Unidade Temática de Contexto 9.....	129
5.3	COMENTÁRIOS GERAIS	134

6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134
	REFERÊNCIAS.....	138
	APÊNDICES.....	150
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	151
	APÊNDICE B – Unitarização das unidades de contexto.....	152

INTRODUÇÃO

Ao longo de toda minha graduação, percebi a falta de discussão metodológica, conceitual e filosófica nas disciplinas obrigatórias do curso de Física. Nesse sentido, ao me formar, observei que meu domínio conceitual da Física e de seus métodos para construir o conhecimento não era sólido. Ao contrário, minha formação, assim como a de meus colegas, havia sido pertinente apenas em aspectos matemáticos e técnicos, sempre me senti muito distante da pesquisa e me formei com a ideia fixa de que apenas pessoas muito geniais são capazes de fazer ciência. Estava convencido de que a carreira acadêmica não era uma pretensão realista, tal perspectiva só foi superado ao fim dessa dissertação. Como consequência disso, me questionava: como poderia ser um curso de Física mais investigativo, com discussão dos valores, métodos e pressupostos filosóficos do conhecimento científico e também que aproximasse o estudante da pesquisa?

Prestes a me formar, conheci o trabalho da professora prof^a. Dr^a. Irinéa de Lourdes Batista e o Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina. Ingressei no programa no início de 2018 e iniciei meus estudos a respeito de como são organizados os cursos de Bacharelado em Física no país, e como esses cursos abordam questões em Natureza da Ciência.

Partindo da hipótese de que conhecer os aspectos formais de um curso não diz muito a respeito do currículo, percebi que um bom começo para pesquisar as formações em bacharelado era investigar as noções que os docentes desses cursos possuem a respeito de aspectos da Natureza da Ciência (NdC). Assim sendo, realizei esse trabalho a fim de conhecer um pouco dessas noções.

O trabalho será iniciado pela discussão do referencial teórico adotado, com o qual buscamos entender o debate a respeito da NdC, as potencialidades da História, Filosofia e Sociologia da Ciência para o ensino da Física, possíveis contribuições da HFSC para a formação de pesquisadores e também os Saberes Docentes. Entendemos que formar bacharéis em Física é formar pesquisadores e também professores, visto que institucionalmente a carreira de docente de universidade pública no Brasil pressupõe múltiplas atividades: pesquisa, ensino e gestão.

Após isso, será discutido um levantamento a respeito da composição

dos cursos de Bacharelado em Física no Brasil, principalmente com relação a presença de disciplinas que visam uma formação conceitual, histórica, filosófica ou sociológica. Haverá também uma discussão acerca do levantamento de artigos em revistas brasileiras nos últimos dois anos, o que nos possibilitou observar o que vem sendo estudado a respeito dos cursos de Bacharelado em Física no Brasil.

Com relação à parte empírica, construímos um questionário para analisar as noções de docentes das disciplinas específicas de cursos de Bacharelado em Física a respeito da NdC. O trabalho se fundamentou na Análise de Conteúdo segundo Bardin (2016) para construir Unidades Temáticas de Contexto (uma para cada pergunta) e Unidades Temáticas de Registro para realizar a contagem frequencial das respostas. O questionário foi então enviado por meio da plataforma *google forms* para cerca de 300 docentes de diversas universidades, obtivemos 18 respostas que puderam ser aproveitadas.

Por fim, apresentaremos e discutiremos os resultados obtidos, além de levantarmos hipóteses para tentar explicá-los, gerando assim, novos problemas de pesquisa com o intuito de demonstrar que a investigação desse tema é frutífera.

Defendemos que essa pesquisa é de interesse da área de Ensino de Física uma vez que trata da formação de profissionais que serão também professores de Física no Ensino Superior. Além disso, argumentamos que a formação de pesquisadores também deve ser de interesse para pesquisas em Ensino de Física pois um(a) pesquisador(a) não surge espontaneamente pela genialidade rara de uma mente privilegiada, logo, as competências e habilidades de pesquisadores devem ser construídas por meio do ensino.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Iniciamos essa pesquisa explicitando nossa intenção em problematizar a formação de bacharéis em Física no Brasil, entendemos que formar bacharéis é formar pesquisadores e também formar professores de Ensino Superior. Assim, justificamos que a presente pesquisa é relevante para a área de Ensino de Física uma vez que lida com a formação de profissionais que serão também professores, pois no Brasil a carreira de docente e a de pesquisador estão geralmente associadas.

Além disso, argumentamos também que, sob uma perspectiva construtivista de educação, professores e pesquisadores não surgem de forma espontânea por consequência de pura genialidade individual de raras mentes brilhantes, ao contrário, os trabalhos de docência e pesquisa estão intimamente ligados (BIANCHETTI, 2012; ANDRADE, 2011) e as competências e habilidades exigidas para esses trabalhos devem ser construídas por meio da formação inicial e continuada. Portanto, entendemos que nossa pesquisa versa a respeito do Ensino Superior em Física, cujas funções são o ensino da própria Física e a formação de pesquisadores em Física.

Entendemos, assim como Bianchetti (2012), que os educadores (professores e pesquisadores) formam e orientam estudantes a partir de uma formação que não receberam e protagonizam uma formação inadequada com relação às demandas sociais e desafios os quais serão enfrentados pelas próximas gerações de professores e pesquisadores. Essa reflexão, somada à ausência de sentido em um processo educacional pautado pelo ensino de conteúdos que podem logo perder a validade¹, fazem Bianchetti (2012, p. 278) concluir que é necessário “efetivamente aprender e procurar transformar em práxis a indissociabilidade entre ensino e pesquisa”.

Contudo, entendemos que nossa pesquisa é um pouco atípica para a área de ensino, por se tratar de uma investigação a respeito da formação de pesquisadores e das noções dos respectivos formadores a respeito da Natureza da Ciência, nesse caso, propomos uma reflexão. Brando e Caldeira (2005) relatam estudantes de cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas que tendiam a

¹ Bianchetti (2012) argumenta que a característica líquida da Modernidade, segundo Zygmund Bauman, faz com que tudo esteja em constante mudança, fazendo com que a formação seja permanente, sendo necessário apropriar-se de técnicas, métodos e estratégias mas do que de conteúdos.

perceber pesquisadores somente como profissionais que desenvolvem pesquisas em laboratórios ou ambiente natural, não atribuindo esse título a quem desenvolve pesquisas em Ensino de Ciências, evidenciando uma noção demasiadamente empiricista. Observando esse problema, Andrade (2011) realiza uma investigação com enfoque na formação de pesquisadores em Ensino de Biologia. O que faremos nesta dissertação é discutir um problema semelhante, pesquisadores da área de Ensino de Física não vem estudando a formação nos cursos de bacharelado, grau comumente relacionado a pesquisas em Física Teórica ou Experimental. Da mesma forma que é necessário mostrar aos estudantes de graduação que é possível ser pesquisador em Ensino de Ciências, é necessário mostrar aos pesquisadores em Ensino de Ciências que é possível investigar a formação de pesquisadores, assim como já se investiga a formação de professores.

Concluimos que cabe a área de Ensino de Física estudar as possibilidades para a formação de *Físicos-pesquisadores*, assim como já lida com a formação de *Físicos-educadores*, até pelo fato do processo de formação de um pesquisador ser, em essência, um processo educacional que não é dissociável do processo de formação de professores, visto que bacharéis que seguirem carreira acadêmica em universidades também serão professores. A parte empírica deste estudo será feita com docentes que trabalham com disciplinas dos anos finais de cursos de Bacharelado em Física, pois nossos sujeitos de pesquisa serão entendidos como formadores de pesquisadores e docentes de Ensino Superior em Física.

Argumentamos também, que nossa pesquisa tem sua importância, visto que levantamos informações relevantes com relação a como o Bacharelado em Física vem sendo pensado segundo os Projetos Político-Pedagógicos, bem como as noções dos docentes das disciplinas do núcleo específico do Bacharelado em Física, pois são esses os professores que influenciam a última etapa na construção do perfil do egresso. E, além disso, demonstraremos a escassez de estudos nos últimos anos, evidenciando o caráter inédito da nossa pesquisa, a qual pode contribuir para iniciarmos um debate mais amplo e frequente acerca da formação de pesquisadores em Física no Brasil.

Neste primeiro capítulo iremos abordar nossos referenciais teóricos, os quais nortearam nossa análise ao longo do trabalho. Para isso, dividiremos o capítulo em quatro seções, sendo a primeira para analisar a História e Filosofia da

Ciência no Ensino de Física, em seguida, discutiremos a Natureza da Ciência, seção essa que será dividida em cinco subseções para aprofundar alguns tópicos. Já na terceira seção, iremos discutir a relação desses aspectos com a Formação do Bacharel em Física, por fim, discutiremos os Saberes Docentes, pelo fato da parte empírica da pesquisa desenvolver-se com docentes de Física.

1.1 HISTÓRIA, FILOSOFIA E SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

Alguns dos problemas enfrentados no ensino da Física são o tecnicismo e uma abordagem “calculista” (nega-se a chamar de abordagem matemática), tanto no Ensino Superior quanto na educação básica. Nesse sentido, concordamos com Mendes e Batista (2016, p. 758):

Diariamente, professores que lecionam a disciplina de Física, tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior, utilizam a Matemática para definir leis, conceitos e resolver exercícios. [...] Entretanto, temos visto uma crise no ensino de Física devido ao mau uso da linguagem matemática.

De forma alguma estamos discordando do papel da Matemática tanto na construção do conhecimento quanto no ensino da Física. De acordo com Mendes e Batista (2016, p. 758) “a Matemática é uma linguagem e um processo epistemológico escolhidos pela Física para melhor e mais precisamente expressá-la”. Já Pietrocola (2002) enfatiza alguns papéis da matemática na estruturação do conhecimento físico, não apenas para a quantificação mas também para a formulação da teoria, bem como deduzir novos enunciados e até mesmo para procurar inconsistências em teorias. Portanto, o ensino puramente calculista e tecnicista não contempla esse debate conceitual a respeito da matematização, além de não compreender a origem das discussões.

A redução da Física à pura técnica, em certos casos: à técnica experimental e, em outros, à técnica matemática para a dedução lógica de consequências dos axiomas da teoria, evita questionamentos conceituais no seu ensino e gera uma formação limitada, estreita e acrítica. Assim, a investigação e o ensino da Física não devem ignorar simetricamente os avanços e os contrastes históricos que deram origem às ideias científicas atuais (BATISTA, 2004, p. 463).

Dessa forma, defendemos a História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC) como forma de construir abordagens de ensino menos tecnicistas,

calculistas e acríticas. Para isso, os futuros professores, seja no Ensino Superior ou na Educação Básica, precisam de formação adequada para poder dominar as discussões históricas, filosóficas e conceituais. Contudo, temos que tomar cuidado também em não transformar a HFSC como solução final para todos os problemas de ensino.

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

Entendemos então que a HFSC da ciência pode contribuir para tornar as aulas no curso de Bacharelado em Física mais críticas, uma vez que a contextualização histórica, filosófica e sociológica faz com que o estudante tenha que refletir acerca dos problemas que originaram as investigações científicas e as razões pelas quais algumas explicações foram aceitas e outras não. A HFSC possibilita, também, que as aulas sejam menos focadas na realização de cálculos, o que as deixam desestimulantes, de acordo com os próprios alunos que se frustram ao não conseguir resolver os problemas por não compreenderem quais cálculos devem ser feitos (ARRUDA; UENO, 2003). Nesse sentido,

[..] uma discussão com abordagem histórico-filosófica recria o ambiente contextualizados que permite entender a origem da problemática, do desafio conceitual e/ou empírico – como se apresentaram as questões, as hipóteses, os elementos conflitantes – e os desenvolvimentos subsequentes, atingindo os conhecimentos procedimentais (os *comos*) além dos declarativos (o *quê*), para uma reestruturação fundamental, no sentido de ruptura com as bases conceituais e empíricas originais (BATISTA, 2004, p. 473).

Outro argumento que utilizaremos é a capacidade de abordagens fundamentadas na HFSC auxiliar na construção de visões mais adequadas a respeito da Natureza da Ciência. Esse tópico será discutido a seguir.

1.2 NATUREZA DA CIÊNCIA

Um termo que vem sendo usado, pelo menos nos últimos 20 anos, dentro do Ensino de Ciências é a Natureza da Ciência (NdC). Não há um consenso quanto a definição desse termo, mas parece haver convergência em alguns aspectos básicos, segundo Lederman et al. (2002), a NdC pode ser entendida como as discussões epistemológicas e sociológicas a respeito do conhecimento científico. Mas o que vem a ser epistemologia? De acordo com Chauí (2000, p. 66), epistemologia é a

análise crítica das ciências, tanto as ciências exatas ou matemáticas, quanto as naturais e as humanas; avaliação dos métodos e dos resultados das ciências; compatibilidade e incompatibilidades entre as ciências; formas de relações entre as ciências, etc.

Já de acordo com Steup (2005, tradução nossa):

O termo “epistemologia” vem do Grego “episteme” e “logos”. “Episteme” pode ser traduzido como “conhecimento”, “entendimento” ou “conhecido”, enquanto “logos” pode ser traduzido como “descrição”, “argumento” ou “razão”. [...] a epistemologia está preocupada com as seguintes questões: Quais as condições necessárias e suficientes para o conhecimento? Quais são suas fontes? Qual a sua estrutura e seus limites?

Por outro lado, Bunge (2005, p. 62, tradução nossa) entende epistemologia como o “estudo da cognição e do conhecimento”. Sintetizando essas visões, definiremos a epistemologia como o Estudo do Conhecimento. E dessa forma, entendemos que a NdC está relacionada ao estudo do próprio conhecimento científico: Em que consiste esse conhecimento? Quais são as fontes confiáveis para construção do conhecimento científico? Quais as influências sociais e culturais na construção desse conhecimento? Questionamentos semelhantes são levantados por Alonso et al. (2007, p. 128):

Que é Ciência? Qual o seu funcionamento interno e externo? Como se constrói e desenvolve o conhecimento produzido pela Ciência? Que métodos são usados para validar este conhecimento? Quais os valores implícitos nas atividades científicas? Qual é a natureza da comunidade científica? Quais foram e são as relações da Ciência com a tecnologia até se constituir o atual sistema tecnocientífico? Quais são as relações da sociedade com este sistema? Quais são as contribuições para a cultura e o progresso da

sociedade?

Seguindo a questão, podemos nos perguntar qual é essa Natureza da Ciência? Como uma tentativa de consenso Almeida e Farias (2011, p. 482) afirmam os seguintes princípios:

- 1) As teorias científicas são provisórias²;
- 2) As teorias não se convertem em leis ainda com evidência empírica adicional;
- 3) Não há um método científico universal que indique os passos a seguir;
- 4) As observações são carregadas de teorias;
- 5) O conhecimento científico implica na observação, argumentos racionais, criatividade e ceticismo;
- 6) O progresso científico é caracterizado pela competição entre teorias rivais;
- 7) Os cientistas podem interpretar os mesmos dados experimentais de forma diferente;
- 8) O desenvolvimento das teorias científicas, às vezes, está baseado em fundamentos inconsistentes;
- 9) As ideias científicas são afetadas pelo meio social e histórico.

Concordamos também com um ponto que não foi abordado dentro desses princípios mas que é citado por Abd-El-Khalick (1998), a replicabilidade, ou seja, os trabalhos científicos podem ser replicáveis por outros pesquisadores. Enfatizamos a importância dessa característica pois a ciência é feita por pessoas e elas podem se equivocar ou não perceberem algum aspecto fundamental dentro de um experimento ou estudo teórico.

Além de princípios que possam nortear esse trabalho a respeito do que vem a ser uma visão adequada a respeito da NdC, precisamos também discutir quais são as visões inadequadas que são comumente percebidas. Nesse sentido, Gil Perez et al. (2001) externam algumas dessas visões. De acordo com esses autores, embora existam muitos debates epistemológicos, também existem várias ideias comumente recusadas por diversos autores. Dessa maneira, para obter uma imagem adequada do trabalho científico podemos procurar os pontos comuns de diversas teses epistemológicas extraíndo, assim, proposições básicas a respeito da atividade científica. A intenção dos estudos a respeito da NdC não é encerrar o debate ou encontrar uma teoria final do conhecimento científico, o objetivo de estabelecer os princípios de uma visão adequada a respeito da NdC é “orientar a

² O artigo original utiliza o termo “tentativas”, provavelmente isso se deu pela tradução de *tentativeness*, contudo, acredita-se que o termo “provisório” é mais adequado, nesse caso.

atividade dos que têm a responsabilidade, tanto da alfabetização científica dos futuros cidadãos e cidadãs, como da formação inicial dos futuros cientistas” (GIL PEREZ, et al., 2001, p. 127).

Dentre essas ideias comumente recusadas Gil Perez et al. (2001) citam algumas, as quais sintetizamos abaixo:

- 1) Visão empírico-indutivista;
- 2) Visão rígida (algorítmica, exata e infalível);
- 3) Visão aproblemática e ahistórica;
- 4) Visão puramente analítica (destaca a necessidade de dividir os estudos em parcelas mas ignora processos de revisão, unificação e reconstrução das teorias);
- 5) Visão acumulativa de crescimento linear do conhecimento científico;
- 6) Visão individualista e elitista da ciência;
- 7) Visão descontextualizada e socialmente neutra da ciência;

Vale ressaltar que essas visões não são autônomas, ou seja, não são preconceitos singulares e pontuais, na realidade, essas visões “formarão um esquema conceptual relativamente integrado” (GIL PEREZ; et al., 2001, p. 134). Nesse sentido, algumas dessas visões podem estar correlacionadas:

Parece razoável, por exemplo, que uma visão individualista e elitista da ciência apóie implicitamente a ideia empirista de “descoberta” e contribua, além do mais, para uma leitura descontextualizada e socialmente neutra da atividade científica (realizada por “gênios” solitários). Do mesmo modo, para citar outro exemplo, uma visão rígida, algorítmica e exata da ciência pode reforçar uma interpretação acumulativa e linear do desenvolvimento científico, ignorando as crises, as controvérsias e as revoluções científicas. (GIL PEREZ; et al., 2001, p. 134)

Logo, as visões inadequadas que citamos podem estar associadas entre si formando uma visão global e demasiadamente ingênua a respeito da ciência. Esse fato pode nos auxiliar na identificação das visões de algum sujeito de pesquisa, pois se algum sujeito demonstrar uma visão empírico-indutivista podemos utilizar esse fato para guiar a análise de outras respostas, auxiliando inclusive no processo de unitarização de respostas.

Nas subseções abaixo abordaremos alguns debates filosóficos da ciência que podem nos auxiliar na compreensão de alguns dos erros dessas visões inadequadas. Explicaremos ainda o debate lógico-epistemológico entre empirismo-indutivismo e falsificacionismo, e em seguida discutiremos a inexistência de um Método Científico algorítmico, exato e infalível. Discutiremos também a relação entre senso comum e ciência, as influências sociais na construção do conhecimento científico e a questão da sua objetividade.

1.2.1 Empiricismo, induativismo e falsificacionismo

Como foi mencionado anteriormente, uma visão comum da ciência dita inadequada é aquela puramente empiricista e induativista, mas em que se baseia essa visão? Será que ela tem precedente histórico e filosófico? A resposta à segunda pergunta é sim, contudo, responder a primeira pergunta não é fácil, nessa subseção tentaremos sintetizá-la, bem como superar essa visão dentro da lógica e da epistemologia da ciência.

Para compreender essa questão é necessário recuperarmos a noção Aristotélica de lógica e em seguida, descreveremos de forma breve a oposição de Francis Bacon a essa visão, e então, utilizarmos desse debate para explicar a base filosófica em que pode-se apoiar muitas noções empiricistas e induativistas do conhecimento científico.

Segundo Chauí (2000, p. 232): “o objeto da lógica é a **proposição**, que exprime através da linguagem, os **juízos** formulados pelo pensamento. A proposição é a atribuição de um predicado a um sujeito: S é P.”, ou seja, o método criado por Aristóteles para conhecer a natureza parte da linguagem, essa, deve expressar proposições que podem ser entendidas como atribuir um predicado a um sujeito, isto é, atribuir alguma característica ou propriedade a algo ou alguém. Por exemplo “Sócrates é homem”, estamos atribuindo o predicado “homem” ao sujeito “Sócrates”, entre o sujeito e o predicado temos a presença do verbo “ser”. Já o raciocínio, ou argumento, pode ser entendido como o encadeamento desses juízos e a conexão de proposições. É evidente que essas conexões seguem regras, segundo Chauí (2000, p. 234), a construção de argumentos na Filosofia Aristotélica segue três regras, ou princípios:

1. Princípio da identidade: um ser é sempre idêntico a si mesmo: A é A;
2. Princípio da não-contradição: é impossível que um ser seja e não seja idêntico a si mesmo ao mesmo tempo e na mesma relação. É impossível que A seja A e não-A;
3. Princípio do terceiro excluído: dadas duas proposições com o mesmo sujeito e o mesmo predicado, uma afirmativa e outra negativa, uma delas é necessariamente verdadeira e a outra necessariamente falsa. A é x ou não-x, não havendo terceira possibilidade

Podemos interpretar que o primeiro princípio é: algo é sempre igual a ele mesmo, $2 = 2$. O segundo princípio diz que algo não pode ser e não ser ao mesmo tempo, ou seja, que não pode haver contradições, não pode haver um “solteiro casado”, pois se é solteiro necessariamente é não-casado. Por fim, o terceiro princípio afirma não ser possível uma terceira opção, ou algo é ou algo não é, ou é verdadeiro ou falso, excluindo uma terceira opção, ou esse trabalho será aprovado pela banca ou esse trabalho não será aprovado pela banca.

Além disso, a conexão das proposições recebe o nome de silogismo, um exemplo segundo Chauí (2000, p. 22) é:

Todos os homens são mortais.
Sócrates é homem.
Logo, Sócrates é mortal.

Essa seria a estrutura de um silogismo. Ele possui três proposições, as duas primeiras chamamos, respectivamente, de premissa maior e premissa menor e a terceira, de conclusão (Chauí, 2000). Uma das características do silogismo é a dedução, ou seja, partir de afirmações tidas como verdadeiras para chegar a conclusões também verdadeiras, portanto, as conclusões dependem daquilo que já se sabe.

Com isso, observamos um aspecto importante nessa breve descrição do método aristotélico: a linearidade (no sentido de assumir verdades e chegar sempre em conclusões únicas em uma sequência linear de passos).

Percebemos então que para o método de Aristóteles chegar às verdades válidas é necessário partir de premissas verdadeiras, mas como saber se essas premissas são verdadeiras? Como partir de algo verdadeiro? Ao longo da história da filosofia houve respostas para essa indagação, podemos citar a Dúvida Metódica e o Racionalismo de René Descartes ou então o Empirismo de Francis Bacon. O primeiro, embora relevante, não é foco de nossa discussão, por isso,

vamos nos ater às ideias do segundo, as quais se opunham ao método aristotélico.

Como se sabe bem, as regras da inferência demonstrativa proposta por Aristóteles em seus Analíticos Posteriores exigem, como as condições iniciais para todo silogismo válido, que as premissas sejam caracterizadas por atender a três exigências: o predicado deve ser verdadeiro para o sujeito em todas as instâncias; deve ser parte da natureza essencial do sujeito; e deve ser universal. Ou seja, as proposições devem ser proposições essenciais, requerendo para sua legitimidade que atendam ao critério de universalidade e necessidade. De acordo com a avaliação de Bacon, a velha lógica foi infectada pelo silogismo e formalismo retórico e sua posição é a de oposição direta a esta situação. (MOTTA, 2015, p. 117)

Dessa forma, vemos que Bacon se opôs a “autoridade” de Aristóteles. A esse respeito, Chalmers (1993, p. 24) afirma que “Francis Bacon e muitos de seus contemporâneos sintetizaram a atitude científica da época ao insistirem que, se quisermos compreender a natureza, devemos consultar a natureza e não os escritos de Aristóteles”. Dessa forma, Bacon atacou as noções preconcebidas do ser humano, vícios de pensamento que atrapalham a mente humana e que são oriundos dela. Para Francis Bacon a causa mais significativa para os erros advindos do mau uso das demonstrações está na origem de todos os processos, ou seja, se assenta nas próprias características da natureza humana.

Um dos principais pontos da lógica Aristotélica atacados por Francis Bacon foi o fato das premissas serem verdades supostamente necessárias e universais, como poderíamos conceber tais verdades? A respeito disso Malherbe (1999 apud MOTTA, 2015, p. 119) afirma:

Tomada como um todo, a crítica de Bacon vem ser a seguinte: de um ponto de vista formal o silogismo aristotélico é essencialmente uma lógica composta por raciocínio dedutivo, que opera de princípios para consequências, de premissas para conclusões. E, é claro, neste tipo de raciocínio a verdade das conclusões são necessariamente derivadas da verdade das premissas. Assim, o conhecimento começa com verdades primárias que são supostamente necessárias e universais, ou seja, essenciais. Agora Bacon pergunta, como a mente adquire o conhecimento destas verdades primárias, uma vez que, segundo o próprio Aristóteles, todo conhecimento começa com a experiência e a experiência é sempre contingente e particular?

Entendemos então, que Bacon não discorda completamente dos estudos lógicos aristotélicos, mas sim, argumenta a limitação imposta pelo raciocínio dedutivo aristotélico e também advoga a necessidade do conhecimento ter substrato empírico. Os pensadores os quais defendiam que o conhecimento se iniciava na experiência ou observação foi dado o rótulo de Empirista, segundo Chauí (2000)

podemos citar como exemplos dessa escola John Locke, David Hume e o próprio Francis Bacon.

Além do *empirismo*, outra característica notória do pensamento de Bacon é o *indutivismo*. Para Bacon, apenas a experiência sensível não é capaz de nos fornecer verdades e essa visão se baseia em uma “crença metafísica que os sentidos informam à mente como as coisas realmente são, inclusive informando suas qualidades essenciais” (MOTTA, 2015, p. 120).

Dessa forma, não podemos realizar uma generalização ingênua excluindo o caráter de particularidade inerente a cada fenômeno empírico. Logo, Bacon assume uma posição de que a realidade deve ser conhecida pelo método indutivo, “por meio de dados empíricos, mas que esta não pode ser reduzida à experiência sensível apenas” (MOTTA, 2015, p. 120).

Nesse ponto, fazemos a ressalva de comumente Bacon ser inserido dentro de um paradigma técnico-científico e mecanicista (DOEUFF, 1990). Talvez, tal rótulo possa atrapalhar o entendimento do pensamento baconiano, que na verdade foi um crítico de uma noção empiricista ingênua de que aquilo que experimentamos é imediatamente generalizável. Da mesma forma que o rótulo de “Pai da experimentação” pode atrapalhar o estudo do pensamento de Galileu que já foi interpretado como neoplatonista e racionalista (MATTHEWS, 1995).

Contudo, essa descrição do pensamento de Francis Bacon que fizemos apoiada em Motta (2015) e Chauí (2000), obteve por trás o trabalho de muitos comentadores da obra desse autor, longas traduções, interpretações e classificações do pensamento em escolas. Entendemos que seja um trabalho complexo que exige filósofos, historiadores entre outros profissionais muito qualificados para termos acesso a materiais que explicam e sintetizam tais ideias. Dessa forma, não é nem um pouco óbvio que o pensamento do empirista Francis Bacon seja relativamente diferente que o rótulo impresso nele.

Para Chalmers (1993), uma concepção popular de ciência é de um conhecimento provado, cujas teorias são derivadas rigorosamente dos dados experimentais e que especulações não têm espaço na ciência. A fim de sintetizar essa imagem popular de ciência, Chalmers (1993) utiliza o termo *indutivismo ingênuo*. O *indutivismo* vem pelo fato de ser baseado em um raciocínio indutivo, e *ingênuo* porque para o autor é uma descrição apropriada para muitos indutivistas.

Ainda de acordo com Chalmers (1993), o indutivismo ingênuo como

tentativa de formalizar a equivocada imagem popular de ciência se assemelha à visão empírico-indutivista da ciência, expressa por Bacon e outros empiristas. No entanto, ressaltamos de antemão que a crítica feita não é especificamente a Bacon mas sim a ideia popular de ciência tendo como base um raciocínio indutivista associado ao pensamento desse autor.

Segundo essa visão indutivista ingênua, podemos formular proposições de observação pelo uso direto dos sentidos do observador não-preconceituoso, o que, por sua vez, evidencia uma visão neutra da ciência, como se fosse possível um observador transcender a todos os seus vieses e concepções pré-estabelecidas. Ainda dentro desse pensamento, “qualquer observador pode estabelecer ou conferir sua verdade pelo uso direto de seus sentidos” (CHALMERS, 1993, p. 26). Essas proposições de observação, por sua vez, seriam a base de todas as leis e teorias científicas.

As proposições de observação, por sua vez, podem ser do tipo *afirmações singulares* ou então *afirmações universais*, conceitos discutidos também por Popper (2013). As afirmações singulares dizem respeito a uma observação específica, em tempo e local únicos, por exemplo: “No dia 22/05/2020 a água que coloquei na minha panela começou a ferver e evaporar a 100°C”. Já uma afirmação universal, não dizem respeito a uma situação específica, ela independe do tempo e do espaço descrevendo adequadamente todos os eventos de um tipo específico, por exemplo: “Ao nível do mar, a água pura evapora a 100°C”.

A indução é, então, o método que permite generalizar afirmações singulares para as universais. Uma síntese desse método indutivo de acordo com Chalmers (1993, p. 27) pode ser descrita em três condições:

1. O número de proposições de observação que forma a base de uma generalização deve ser grande;
2. As observações devem ser repetidas sob uma ampla variedade de condições;
3. Nenhuma proposição de observação deve conflitar com a lei universal derivada.

Fazemos a ressalva de que não é intenção do autor sintetizar o pensamento indutivo de Francis Bacon e sim uma visão ingênua da ciência. Com essa condições, Chalmers (1993, p.28) resume a posição indutivista ingênua no seguinte princípio chamado de *Princípio da Indução*: “Se um grande número de As foi observado sob uma ampla variedade de condições, e se todos esses As

observados possuíam sem exceção a propriedade B, então todos os As têm a propriedade B". Ainda segundo Chalmers (1993, p. 29), essa visão indutivista ingênua implica em uma ciência cujo crescimento é "contínuo, para frente e para o alto, conforme o fundo de dados de observação aumenta", ou seja, uma visão acumulativa e linear do progresso científico.

As críticas a essas três condições bem como a visão indutivista ingênua podem ser variadas, no entanto, nessa seção apresentaremos uma crítica lógica-epistemológica. A primeira condição é problemática já que é impossível estabelecer o que seja um grande número, seria 10? 100? 1000? E se fizéssemos o experimento mil vezes corretamente e na milésima primeira encontrarmos algum erro? E se executarmos um milhão de vezes corretamente e na próxima vez desse errado? Quantas vezes precisamos repetir um experimento para saber que a proposição de observação é generalizável? Problema semelhante ocorre com a segunda condição, o que é uma grande variedade de condições?

De acordo com Popper (2013) e também Chalmers (1993), argumentos indutivos não são logicamente válidos, pois as premissas verdadeiras (afirmações singulares) não garantem que a conclusão seja verdade (afirmações universais), pois como foi dito, um grande número de experimentos (seja lá o quantidade entendida como grande) não garante que o resultado persista o mesmo na experiência seguinte.

Ora, está longe de ser óbvio, de um ponto de vista lógico, haver justificativa no inferir enunciados universais de enunciados singulares, independentemente de quão numerosos sejam estes; com efeito, qualquer conclusão colhida desse modo sempre pode revelar-se falsa: independentemente de quantos casos de cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos (POPPER, 2013, p. 27).

Outra crítica lógica-epistemológica conduzida por Popper (2013) é que se a indução e o empirismo ingênuo fossem a base de todo conhecimento dito verdadeiro chegaríamos em uma regressão infinita. Ora, o próprio princípio da indução é uma afirmação universal, dessa forma, deve ser generalizado por meio de inferências indutivas, essas tais, por sua vez, também precisam ser justificadas por inferências indutivas, exigindo um princípio indutivo de ordem elevada e assim por diante.

Como oposição a essa visão empírico-indutivista, segundo a qual as

verdades universais são reduzidas a verdades singulares passíveis de comprovação sensorial, Karl Popper formula uma metodologia alternativa, que não se fundamenta no princípio da indução como demarcação para o conhecimento científico, rejeitando assim o indutivismo ingênuo bem como uma visão exclusivamente empiricista da ciência.

Vale ressaltar que Popper (2013) não descarta o papel fundamental exercido pela experiência, ele apenas muda o papel dos experimentos. No indutivismo, os experimentos eram vistos como origem do conhecimento, a sustentação das afirmações singulares que eram generalizadas para as afirmações universais. Nessa teoria, ainda existe o método empírico, no entanto não como fonte do conhecimento científico e sim como um método de distinção entre sistemas teóricos.

Uma das distinções principais do pensamento de Popper (2013) em relação ao indutivismo criticado por ele é a adoção de um método dedutivo ao invés de um método indutivo. Segundo Popper (2013), um critério adequado para a ciência é a *falseabilidade* em contraposição ao *verificacionismo*. Dessa forma, um sistema científico empírico deve ser possível de refutação experimental e não de verificação experimental (como prega o dogma positivista), ou seja, o conhecimento científico precisa ser organizado de forma que possa ser questionado, revisado, readequado à novas experiências e desacreditado.

Uma constatação muito interessante da obra *A Lógica da Pesquisa Científica* de Karl Popper é a de o próprio autor reconhecer que seu princípio não é absoluto, além de afirmar ser necessária uma visão consensual e que, dependendo da inclinação, muitos não estão prontos para aceitar as suas ideias. Segundo Popper (2013, p. 36): “As pessoas que consideram ser o propósito da Ciência a obtenção de enunciados absolutamente certos, irrevogavelmente verdadeiros, rejeitarão, sem dúvida, as propostas que apresentarei”.

Além disso, o autor reconhece que suas ideias não estão livres de juízo de valor, em especial, sua aversão ao dogmatismo, característica que ele julga estar demasiadamente presente na escola Positivista.

Admito, com sinceridade que, ao formular minhas propostas, fui guiado por juízos de valor e por algumas predileções de ordem pessoal. Mas espero que as propostas se tornem aceitáveis para os que apreciam não só o rigor lógico, mas também a ausência de dogmatismos [...]. O fato de juízos de valor permearem minhas propostas não quer dizer que estou inclinado no erro de

que acusei os positivistas – o de procurar matar a Metafísica, desconsiderando-a (POPPER, 2013, p. 36).

Para mais, aqui ocorre um evento muito interessante, pois Karl Popper está inserido em um contexto de valorização da lógica e da racionalidade já que alguns de seus professores eram membros do Circulo de Viena e expoentes do pensamento classificado como Positivismo Lógico. Esse retorno da lógica clássica (fundamentada em Aristóteles) não é meramente uma oposição a Francis Bacon, como já vimos, mas se opõe (em certo sentido) ao Positivismo Clássico. Popper (2013) argumenta, nesse sentido, que seu método não está sujeito a crítica que fizera ao indutivismo pois não incorre em uma regressão infinita. Isso acontece porque seu método é dedutivo, ancorado na lógica tradicional e, dessa forma, não tem necessidade de generalizar resultados. A refutação de afirmações universais com base na validade de enunciados singulares é um exercício puramente dedutivo, não estando sujeito aos equívocos do pensamento indutivista.

Essa subseção expôs de maneira sintetizada o debate a respeito de uma visão puramente empírico-indutivista, foi mostrado, de forma resumida, o contexto do desenvolvimento do pensamento indutivo com sua oposição não apenas a lógica aristotélica mas principalmente aos próprios intelectuais da época que supostamente se fundamentavam na “autoridade intelectual” de Aristóteles, bem como o fato das ideias de Francis Bacon não serem exatamente a visão popular de ciência (indutivismo ingênuo) descrita por Chalmers (1993). Além disso, vimos a crítica lógica-epistemológica da visão empírico-indutivista segundo Karl Popper em *A Lógica da Pesquisa Científica*. Acredita-se que dessa forma seja possível compreender aspectos básicos de alguns erros cometidos quando assumimos uma visão de ciência puramente apoiada em ideias empiricistas e indutivistas. Contudo, não negamos possíveis contribuições da indução e o papel das experimentações na Ciência, seja atualmente ou ao longo da história, apenas enfatizamos que a “experimentação não é uma categoria isolada (nem da teoria, nem da dinâmica social da comunidade científica)” (SILVA; MATTOS; MINIKOSKI, 2020, p. 33).

1.2.2 Existe um “Método Científico”?

Na subseção anterior, nós reconstruímos algumas das principais críticas ao *método científico* com base em princípios puramente empiricistas e indutivistas. Contudo, ainda não chegamos a questionar a existência propriamente dita de um método científico. Será que existe um conjunto universal de passos a serem seguidos que conduzem ao conhecimento válido?

Esse debate vem sendo travado dentro da Filosofia da Ciência desde o século XX tendo como um marco a obra *Contra o Método* de Paul Feyerabend. Esse autor questiona a existência de uma regra infalível para construção do conhecimento científico.

A ideia de conduzir os negócios da ciência com o auxílio de um método, que encerre princípios firmes, imutáveis e incondicionalmente obrigatórios, vê-se diante de considerável dificuldade quando posta em confronto com os resultados da pesquisa histórica. Verificamos, fazendo um confronto, que não há uma só regra, embora plausível e bem fundada na epistemologia, que deixe de ser violada em algum momento (FEYERABEND, 1977, p. 29).

Já de acordo com Lederman et al. (2002), os cientistas realizam um conjunto extenso de atividades durante suas investigações: medições, especulações, comparações, testes, dedução de hipóteses, ideias e conceitos, construção de teorias, explicações de fenômenos, entre outros. Além disso, Lederman et al. (2002) afirmam não haver uma sequência de atividades que levam ao conhecimento verdadeiro.

Além do argumento histórico, Feyerabend (1977) também se apoia em um argumento o qual chamaremos de prático. Segundo esse argumento, o excesso de regras e exigências formais inibe o progresso científico e a história da ciência mostra que muitos progressos são feitos adotando hipóteses *ad hoc* ou se apoiando em bases inconsistentes. Feyerabend (1977, p. 34) conclui então:

É claro, portanto, que a ideia de um método estático ou de uma teoria estática de racionalidade funda-se em uma concepção demasiado ingênua do homem e de sua circunstância social. O que tomam do rico material da história, sem a preocupação de empobrecê-lo para agradar a seus baixos instintos, a seu anseio de segurança intelectual (que se manifesta como desejo de clareza, precisão, objetividade, verdade), esses vêem claro que só há um princípio que pode ser defendido em *todas* as circunstâncias e em *todos* os estágios do desenvolvimento humano. É o princípio: *tudo vale*.

No entanto, tomemos cuidado para não interpretar de forma ingênua e inconsistente as ideias de Feyerabend. Ingênua no sentido de não olhar criticamente e profundamente seus escritos e inconsistentes por criticá-lo segundo ideias que o mesmo não defendeu.

Ao fazer uma análise a respeito do princípio proposto por Feyerabend (1997) com relação aos próprios conceitos do autor, vemos que ele não nega absolutamente a racionalidade, apenas refuta que ela seja única, universal e atemporal, pois ela é inserida em contexto histórico. Concluimos também que não há a pretensão de negar todo e qualquer método na construção da ciência, o que o autor critica é a existência de um único método nos padrões empírico-indutivistas.

De acordo com Leal (2002, p. 90), Feyerabend “não se apresenta como contrário a qualquer tipo de atitude racional, mas contrário ao racionalismo que inibe a imaginação, criatividade, emotividade e individualidade humanas”. Dessa forma, uma visão racionalista e intransigente faz com que o cientista siga os padrões impostos pelo método único e não consiga pensar além desse padrão. Logo, a crítica de Feyerabend (1977, p. 267) é: “Existindo a ciência, a razão não pode reinar universalmente, nem a sem-razão pode ver-se excluída”.

A filosofia de Paul Feyerabend ficou conhecida como *Anarquismo Metodológico*, contudo, o próprio admite que:

Ao escolher o termo ‘anarquismo’, simplesmente acompanhei o uso geral. Contudo, o anarquismo – tal como praticado no passado e como vem sendo hoje posto em prática por crescente número de pessoas – apresenta características que não me disponho a apoiar (FEYERABEND, 1977, p. 25).

Assim sendo, e também por reconhecer que existem críticas às ideias de Feyerabend, preferimos adotar o termo *Pluralismo Metodológico*. Ou seja, reconhecer que as ciências precisam dos seus métodos, regras e racionalidades. Não somente diferentes ciências demandam diferentes métodos mas também uma única ciência também pode demandar diferentes métodos. Dessa forma, o foco da ciência deve ser na resolução dos problemas e não na defesa dos aspectos metodológicos (FEYERABEND, 1977).

1.2.3 Senso Comum e Ciência

Um debate que não encontramos nos artigos consultados a respeito da NdC (ABD-EL-KHALICK, 1998; LEDERMAN et al., 2002; TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009; ALONSO et al., 2007; MENDES, 2018) foi a questão do senso comum, dessa forma, fomos investigar um pouco o tema.

Na Enciclopédia Filosófica de Stanford, Vanderschraaf e Sillari (2014) definem “conhecimento comum” (entendemos como sinônimo de senso comum) como um conhecimento coletivamente compartilhado, um consenso e um acordo entre diferentes partes em um diálogo.

Já Chauí (2000), dispõe de uma visão mais crítica, afirmando que a negação do senso comum é a primeira característica da atitude filosófica.

A primeira característica da atitude filosófica é negativa, isto é, um dizer não ao senso comum, aos pré-conceitos, aos pré-juízos, aos fatos e às ideias da experiência cotidiana, ao que “todo mundo diz e pensa”, ao estabelecido. (CHAUÍ, 2000, p. 9)

Einstein (2006, p. 9) afirma que “toda a ciência não é senão um refinamento do senso comum”. Por outro lado, Bunge (2005, p. 191, tradução nossa) afirma que o senso comum é a “faculdade ou juízo situado entre a livre especulação por um lado e a afirmação bem fundamentada e a conjectura educada por outro”. Nesse sentido, Bunge (2004) sugere que o senso comum não é simples especulação e, ao mesmo tempo, não chega a ser algo bem fundamentado, afirma ainda que o senso comum pode ser um ponto de partida para a Ciência, tecnologia e a Filosofia, uma vez que indagações surgem quando o senso comum se mostra insuficiente.

Apesar de reconhecer o papel do senso comum na construção do conhecimento científico, em outra obra, Bunge (2004, p. 3 – 4, tradução nossa) afirma:

[...] o senso comum não pode ser um juiz com autoridade sob a ciência, e a tentativa de estimar ideias e procedimentos científicos à luz do conhecimento comum ou ordinário é exagerada: a ciência desenvolve seus próprios cânones de validade e, em muitas questões, está muito longe do conhecimento comum, que está se tornando progressivamente ciência fóssil. Imagine a esposa de um físico rejeitando uma nova teoria do marido a respeito de partículas elementares porque essa teoria não é intuitiva, ou um biólogo que se apegava à hipótese da natureza hereditária dos caracteres adquiridos simplesmente

porque essa hipótese coincide com a experiência comum em termos de evolução cultural. A conclusão que os filósofos devem inferir disso tudo parece ser clara: não vamos tentar reduzir a ciência ao conhecimento comum, mas sim aprender alguma ciência antes de filosofar sobre ela.

Com isso, concluímos que há precedente para considerar o senso comum com valor epistêmico, quiçá até como conhecimento válido. Também temos precedente de um senso comum como visão acrítica da realidade, munida de preconceitos e carente de reflexão ou então como uma motivação para o conhecimento científico, uma vez que onde o senso comum falha criam-se questionamentos que podem impulsionar a ciência, a tecnologia e a filosofia.

1.2.4 A Ciência está sujeita a uma explicação social?

Debates epistemológicos, como foi discutido até agora, já são bem comuns nas pesquisas em Ensino de Ciências, no entanto, abordar o aspecto sociológico da ciência é algo mais recente e não são muitos os estudos que se fundamentam sistematicamente em autores da Sociologia da Ciência (MEGLHIORATTI; BATISTA, 2018).

Quando se discute as influências sociais na construção do conhecimento científico uma possibilidade de debate é relacionar fatores econômicos que influenciam o financiamento da pesquisa científica. Parece razoável afirmar que interesses econômicos podem interferir no financiamento das pesquisas científicas: quais são as pesquisas que serão financiadas? Para quais pesquisas deve ir o dinheiro público? Ou mesmo doações de empresas e pessoas?

Mesmo entre pessoas que negam a influência de fatores sociais na explicação da ciência, a afirmação de que a disponibilidade financeira é fator determinante para a continuidade da produção científica parece ser de comum acordo.

Por que foram fundadas determinadas instituições ou sociedades científicas, por que a reputação de um cientista decaiu, por que determinado laboratório foi criado, quando e onde, ou por que o número de cientistas alemães aumentou de modo impressionante entre 1820 e 1860? (LAUDAN, 1977, p. 197, tradução nossa)

A essas questões Chalmers (1994, p. 110) afirma que “nem mesmo os mais ortodoxos defensores da autonomia e da racionalidade da ciência negariam

que a sociologia tem um papel na resposta a essas perguntas”. Mas será que aceitar essa afirmação é o mesmo que admitir que a ciência tem explicação social? Para discutir esse problema o autor utiliza os conceitos de aspectos “cognitivos” e “não cognitivos” da ciência.

Os aspectos não cognitivos dizem respeito a processos institucionais, econômicos, históricos e sociais que explicam como a ciência progrediu em um dado contexto, além das razões que justificam quais pesquisas recebiam incentivos e quais as consequências sociais e ambientais do desenvolvimento tecnológico possibilitado pelo progresso científico. Uma sociologia não cognitiva da ciência se dedicaria a problemas como: por que a Alemanha Nazista investiu em pesquisas na área de genética e não em História da América Latina? Como foi financiada a pesquisa científica brasileira durante o Regime Militar e quais institutos tiveram prioridade no repasse dos recursos? A publicação de artigos científicos no Brasil vem aumentando em números? Quais as consequências para a sociedade e para o meio ambiente do advento das máquinas a vapor ao longo do século XIX?

Já os aspectos cognitivos dizem respeito às próprias conclusões científicas, como o contexto social influencia o cientista a chegar a uma conclusão e não a outra, como a formação cultural dos pesquisadores influencia na formulação de hipóteses e aceitação de teorias, modelos, postulados e etc. Ou seja, os aspectos cognitivos dizem respeito a própria NdC.

Chalmers (1997, p. 110) afirma que “a existência de uma autêntica sociologia não cognitiva da ciência não é contestada”, embora o mesmo reconheça que essa sociologia não cognitiva abrange questões bem mais inquietantes do que as mencionadas. Logo, quando “nos voltamos para os aspectos cognitivos da ciência é que chegamos ao âmago da discussão entre os defensores tradicionais da autonomia e racionalidade da ciência e alguns sociólogos contemporâneos” (CHALMERS, 1994, p. 111).

Ressaltamos que, mesmo entre os tradicionalistas, não parece haver debate com relação às explicações sociais para a “má ciência”, como o caso de Lysenko na Rússia, há uma divisão quando o debate sociológico tem como objeto de estudo o conteúdo cognitivo da nossa “melhor ciência”, por exemplo: explicar sociologicamente a transição entre mecânica clássica e mecânica quântica. Portanto, se queremos adentrar nesse debate, precisamos compreender a explicação social da “boa ciência”, e para isso, nos fundamentamos em Bruno

Latour.

Inicialmente, descreveremos alguns conceitos. Em analogia com o vocabulário utilizado na cibernética, Latour (2000) formula a ideia de *caixa-preta*, que seria uma forma de ocultar toda complexidade inerente à construção de um dado conhecimento científico. Por exemplo, John Whittaker, em 1985, não precisou questionar o formato de dupla hélice do DNA e nem mesmo a compatibilidade do computador Eclipse MV/8000, ele apenas utilizou essas duas *caixas-pretas* sem discutir a controvérsia histórica do modelo de dupla hélice, ou a complexidade do funcionamento interno do Eclipse MV/8000. Segundo Latour (2000, p. 16), quando retrocedemos a história, ou seja, abrimos a *caixa-preta*, o que vemos é: “incerteza, trabalho, decisões, concorrência e controvérsias”.

Ressaltamos que Latour (2000) não nega outros “critérios epistemológicos como adequação empírica, consistência teórica, coerência, conformidade com paradigmas, programas de pesquisa e tradições de pesquisa bem sucedidas” (SILVA; MATTOS; MINIKOSKI, 2020, p. 27), ele se diferencia dos tradicionalistas por acrescentar a explicação sociológica, por exemplo, na emergência das *caixas-pretas*³.

Para explicar como as ideias científicas são aceitas, e assim o conteúdo cognitivo da ciência de maneira sociológica, Latour (2000) propõe o conceito de modalidade: sentenças que modificam ou qualificam outras, e divide essas em positiva ou negativa.

Chamamos de *modalidades positivas* as sentenças que afastam o enunciado de suas condições de produção, fortalecendo-o o suficiente para tornar necessárias algumas outras consequências. Chamaremos de *modalidades negativas* as sentenças que, ao contrário, levam um enunciado para a direção de suas condições de produção, e explicam com detalhes porque ele é forte ou fraco, em vez de usá-lo para tornar mais necessárias algumas outras consequências (LATOURE, 2000, p. 42).

Entende-se, então, que as *modalidades positivas* são formuladas corroborando a sentença inicial, já as *modalidades negativas*, são formuladas no sentido de desacreditar a sentença inicial. A seguir apresentamos um exemplo em Latour (2000, p. 40):

³ Entendemos que a separação entre explicação social e critérios epistemológicos tem cunho puramente metodológico e não ontológico, uma vez que, na essência da discussão, critérios sociais podem ser também epistemológicos.

(1) Os novos mísseis soviéticos direcionados para os silos dos mísseis Minuteman têm precisão de 100 metros.

(2) Se [os novos mísseis soviéticos têm precisão 100 metros], isso significa que os mísseis Minuteman não estão mais seguros, sendo essa a principal razão da necessidade do sistema de defesa MX.

(3) Os defensores do sistema MX no Pentágono permitem taticamente o vazamento da informação de que [os novos mísseis soviéticos têm precisão de 100 metros].

Nesse caso, as sentenças (2) e (3) modificam a sentença (1), sendo (2) uma *modalidade positiva*, pois supõe que (1) é suficiente para defender a construção de mísseis MX, enquanto (3) é uma *modalidade negativa*, pois levanta dúvida a respeito de (1). Levando em conta esses efeitos distintos das modalidades (1) e (2), “podemos conjecturar que é em torno de modalidades que se travam as mais ferozes disputas, pois é aí que o comportamento de outras pessoas é moldado” (LATOUR, 2000, p. 46).

Outra conclusão importante, é que uma sentença isolada não se torna mais corroborada ou mais desacreditada, para isso, é necessário que ela esteja inserida em outras na forma de modalidades. Logo, defende-se que:

Por si mesma, uma sentença não é nem fato nem ficção, torna-se um ou outra mais tarde graças a outras sentenças. Ela será tornada mais fato se for inserida numa premissa fechada, óbvia, consistente e amarrada, que leve a alguma outra consequência menos fechada, menos óbvia, menos consistente e menos unificada. [...] Consequentemente, os ouvintes as tornarão menos fato se as levarem de volta para o lugar de onde partiram, para a boca e as mãos de quem quer que as tenha construído [...] (LATOUR, 2000, p. 45).

Argumentamos, então, que a construção de conhecimento é coletiva, pois não se avalia a factualidade de uma sentença por ela mesma, mas sim o efeito de convencimento (ou não) que as modalidades dessa sentença produzem na comunidade científica. Portanto, é impossível excluir o papel da *retórica*⁴ nos debates científicos, inclusive, os próprios artigos científicos são veículos retóricos. Latour (2000, p. 55) afirma que ao aprofundarmos a controvérsia, os participantes do debate são forçados a estudar os textos científicos ou técnicos envolvidos, contudo, isso “não significa deixar a retórica e entrar no reino mais tranquilo da razão pura. Significa que a retórica se aqueceu tanto ou ainda está tão ativa que é preciso buscar muito mais reforços para manter a chama dos debates”.

⁴ Em Latour (2000, p. 54), *retórica* significa a disciplina que estuda o “modo como as pessoas são levadas a acreditar em algo”.

O reconhecimento do papel da retórica nos processos de convencimento, os quais são inerentes à dinâmica da comunidade científica, faz com que os participantes de um debate necessitem arregimentar *aliados*, explicitando mais uma vez o aspecto coletivo na construção do conhecimento (LATOUR, 2000).

Assim, se pretendemos saber se sujeitos de pesquisa aceitam ou não a explicação social da ciência, precisaremos procurar trechos em textos escritos que remetem ao conteúdo cognitivo da ciência, ou seja, a dinâmica da comunidade científica: como as sentenças são modificadas afim de corroborar ou desmerecer uma tese, arregimentação de aliados, entre outros. Ora, é pouco significativo concordar com a influência social no financiamento da Ciência, isso não quer dizer que o sujeito aceita a explicação social na construção do conhecimento científico.

1.2.5 A “objetividade” do conhecimento científico

Um debate que se estende a séculos é a objetividade do conhecimento científico, sendo o seu primeiro problema o significado do termo. De acordo com Bunge (2005, p.154, tradução nossa), objetivo é algo que “se refere exclusivamente a elementos do mundo externo”. Uma noção comum de objetividade baseada em senso comum ou em uma visão empírico-indutivista da ciência é que a objetividade é a independência do conhecimento científico com relação às subjetividades que o constroem. Em outras palavras:

Objetividade científica é a característica das afirmações, métodos e resultados científicos. Expressa a ideia de que as afirmações, métodos e resultados científicos não são, ou não devem ser, influenciados por perspectivas particulares, valores compartilhados, pré-conceitos sociais ou interesses pessoais, para citar alguns dos fatores relevantes. A objetividade é frequentemente considerada um ideal para a investigação científica, uma boa razão para validar o conhecimento científico e é a base para a autoridade da ciência na sociedade (REISS; SPENGER, 2014, tradução nossa).

Ou seja, o conhecimento científico é uma representação fiel dos seus objetos de estudo, livre de pré-conceitos, interesses, perspectivas e valores. Ora, isso implicaria dizer que nós somos capazes de conhecer toda a essência do objeto estudado sem interferência da nossa subjetividade o que ignora o fato de conhecermos empiricamente o objeto por intermédio de nossos sentidos, dessa forma, não o contemplamos em si, mas o que nossos sentidos são capazes de

oferecer (BUNGE, 1974; BUNGE, 2004).

Apesar de negar o “realismo ingênuo”, defenderemos um “realismo crítico”. Bunge (2004, p. 444, tradução nossa) define realismo ingênuo como: “as teorias são representações diretas da realidade” e realismo crítico como: “as teorias são representações simbólicas e particulares de sistemas de características de partes da realidade”. Entendemos então que a compreensão de objetividade dentro da concepção empírico-indutivista e realista ingênua não é filosoficamente possível dentro dos debates contemporâneos. Contudo, existem outras formas de compreender a objetividade da ciência, assim como Bunge (2004) que entende a objetividade mais como uma meta, uma pretensão ou uma tentativa da ciência que não necessariamente é possível, ou seja, o conhecimento científico busca a objetividade.

Mas como poderia a ciência buscar objetividade? Segundo Bunge (2004), seria através da *intersubjetividade* e da *impessoalidade*.

Para Bunge, o conhecimento científico é objetivo na medida em que se refere, de maneira *impessoal* e *intersubjetivamente controlável*, ao seu correspondente objeto, seja este algo empírico (coisa, evento, palavra) ou conceptual (conceitos, proposições, teorias). A “impessoalidade” significa que os enunciados científicos não aludem a opiniões, operações ou sentimentos dos sujeitos que os formulam ou compreendem. Já o controle intersubjetivo implicado pela noção de objetividade refere-se à comprobabilidade, direta ou indireta, a que as afirmações científicas devem submeter-se, à diferença das afirmações dogmáticas (CUPANI; PIETROCOLA, 2002, p. 104).

Bunge (2005) entende que uma proposição é intersubjetiva quando todos sujeitos de um grupo (por exemplo de cientistas) sustentam ou pelo menos conseguem compreendê-la e, nesse caso, a intersubjetividade é no máximo um indicador de objetividade mas não garantidor dela.

Contudo, Cupani (2011, p. 501, tradução nossa) afirma:

A objetividade se refere a aspiração da ciência corresponder ao objeto que investiga, mediante procedimentos coletivamente aceitos pelos cientistas e a condição para evitar a influência de fatores subjetivos. Trata-se de um ideal difícil de praticar e que tem suscitado diversas objeções.

Com relação a esse debate, Cupani (2011) levanta algumas limitações no ideal de objetividade.

1) Temporal: Uma vez que nem sempre a objetividade foi um ideal

dos cientistas (ou filósofos naturais).

2) Epistemológica: Uma vez que o ideal de fidelidade a natureza é um princípio que guia a ciência natural, contudo, essa fidelidade foi entendida de diversas maneiras ao longo da História das Ciências, levando a crer que outras conjecturas a respeito da fidelidade à natureza ainda podem surgir.;

3) Metodológico: Uma vez que os procedimentos metodológicos considerados válidos para construir conhecimento variaram ao longo da História da Ciência;

4) Axiológico: Uma vez que a aspiração de neutralidade na ciência, entendida como condição para os resultados serem objetivos, tem raízes políticas.

Dessa forma, defendemos uma visão de ciência intersubjetiva e impessoal a qual aspira a uma correspondência com a natureza, adotando também um realismo crítico. Entendendo, portanto, que a ciência não é socialmente neutra (e nem deve ser) e nem é objetiva, no sentido estrito de corresponder diretamente aos objetos observados na realidade material sem levar em conta o intermédio dos sentidos e a interpretação desses por meio da subjetividade.

1.3 NATUREZA DA CIÊNCIA FÍSICA

Quando se trata de discutir a NdC especificamente com relação ao conhecimento físico entendemos que todos os aspectos discutidos na seção anterior continuam válidos, pois a Física se trata de uma Ciência dentre muitas outras. Contudo, alguns aspectos singulares aparecem quando especificamos o assunto para o caso da Física.

Como foi visto na subseção 1.2.1, Aristóteles entendia o conhecimento como fundamentado na lógica cujas premissas eram ancoradas em experiências comuns, ou seja, observações pessoais. Daí umas das principais críticas de Francis Bacon ao pensamento Aristotélico, é o reconhecimento de como nossas experiências singulares são uma fonte falha de verdades, visto que nossa observação pode ser enviesada pelos nossos ídolos.

Segundo Koyré (1986, apud MENDES, 2018), a linguagem de Aristóteles era muito mais qualitativa, rejeitando em certo ponto a matemática. Na contramão de Aristóteles, Galileu utilizou não só de uma experimentação sistemática

como também da matemática como forma de descrever a natureza em um processo conhecido como matematização.

Há também, na Física, uma ideia de simplicidade, o que não podemos confundir com simplismo. Chalmers (1993) enfatiza a chamada Navalha de Ockham, um princípio segundo o qual é preferível adotar um sistema teórico que exija a menor quantidade de princípios ou postulados. É verdade que sozinho esse princípio é vago e talvez até ingênuo, mas ele expressa algo importante: como é indesejado carregarmos nossas teorias e modelos de pressupostos demasiadamente convenientes para chegar às conclusões que queremos. Nesse caso, estaríamos pensando de maneira indutivista, ou seja, desejamos de antemão uma resposta e procuramos as evidências que apoiam nossa conclusão desejada. Já a Física, se desenvolve de forma mais especulativa, hipotética e dedutiva, ou seja, investiga-se os fenômenos pelos métodos da Física (seja teórica ou experimental) e só depois chega-se dedutivamente as conclusões, rejeitando, dentro do possível, inundar nossos estudos de pressupostos convenientes.

O que não impede que em certos momentos a Física possa ter progredido por meio de hipóteses *ad hoc*, como enfatiza Feyerabend (1977). Logo, entendemos que é desejável a simplicidade como forma de evitar um indutivismo ingênuo, contudo, é indesejável quando implicar em rigidez metodológica, inibindo assim o progresso científico por preferirmos salvar um princípio metodológico a resolver um problema.

Ainda a respeito da simplicidade, Popper (2013) enfatiza que de um ponto de vista convencionalista, a simplicidade pode ser vista como critério estético e pragmático. Estético pois se avalia a simplicidade a partir de como as equações matemáticas são apresentadas e pragmático pois funciona como critério arbitrário para, ironicamente, não tornar arbitrária a escolha entre teorias. Portanto, não podemos adotar de forma ingênua e sem rigor conceitual a ideia de simplicidade, pois assim, estaríamos adentrando a uma visão puramente convencionalista e lógico-positivista da ciência.

A respeito desse assunto, Einstein (2006, p.10) afirma que para uma compreensão conceitual adequada das experiências sensíveis a Física faz “uso de um mínimo de conceitos e relações primárias”, evidenciando assim uma aspiração de simplicidade lógica e de fundamentos. Um exemplo de pressuposto conveniente seria afirmar que existe uma conspiração internacional liderada pela NASA com

intuito de impedir que cheguemos ao final das geleiras da Antártida para que ninguém prove que a terra é plana. Ou seja, com a intenção de defender uma conclusão desejada (a terra é plana), assume-se qualquer pressuposto por mais dubitável e risível que esse seja.

Contudo, precisamos também reconhecer que a Física como uma Ciência do certo e exato, ou seja, infalível e neutra é um mito, dessa forma:

A pretensão a essa objetividade absoluta está na origem de um dos mitos mais persistentes acerca da Física. Segundo ele, a Física seria um corpo de conhecimentos independente de opiniões pessoais ou preconceitos, neutro, apolítico, que descreve o mundo natural como ele realmente é. Todos esses preconceitos têm, em geral, como justificativa o fato de o conhecimento físico ser baseado em experimentos, tomados como observações **diretas** da natureza (ROBILOTTA, 1988, p.13).

Esse mito entra nas visões empírico-indutivista, rígida e neutra da ciência, as quais já discutimos na subseção 1.2.1, concluímos anteriormente que por aspectos lógico-epistemológicos essa visão é insustentável. Robilotta (1998, p. 13) concorda com essa crítica afirmando que as leis da Física não estão no “domínio da lógica pura, uma vez que não são justificáveis somente em termos matemáticos”. Os elementos não lógicos podem ser observados nas leis que fazem parte das teorias, uma vez que não são consequências lógicas necessárias e muito menos mera conclusão experimental sistêmica (embora uma Lei da Física pressuponha regularidade). Além dos conceitos de Lei e Teoria existe também o conceito de Modelos Científicos os quais estão presentes na natureza do conhecimento físico.

Primeiramente, Batista (2004, p. 466) define modelo como “uma entidade natural ou artificial, relacionada, de alguma forma, à entidade sob estudo ou a alguns dos seus aspectos. Esse modelo é capaz de substituir o objeto em estudo [...]”. Já para Bunge (1974, p. 16), os modelos são “[...] um sistema hipotético-dedutivo que concerne a um objeto-modelo, que é, por sua vez, uma representação conceitual esquemática de uma coisa ou de uma situação real ou suposta como tal”.

Com essas definições, Mendes (2018, p. 52) afirma que:

Há uma diferenciação entre modelos científicos e teorias científicas. As teorias científicas são capazes de oferecer explicações de fenômenos, como regularidades e exceções, prever resultados e identificar propriedades inerentes ao objeto de estudo. Já os modelos científicos, são estruturas mais circunscritas que podem aplicar princípios gerais das teorias em diferentes

casos.

Portanto, nesse trabalho entenderemos os modelos científicos como distintos das teorias. Mendes (2018, p. 47) afirma que “discussões como estas devem ser inseridas nas aulas de Física e na formação de professores a fim de contribuir para uma noção adequada do que é a Ciência”. Para bacharéis em Física como futuros professores universitários, a afirmação de Mendes (2018) já é válida, contudo, esse trabalho dá um passo além e questiona: será que essa discussão não deve ser inserida na formação de pesquisadores?

1.4 HFSC E FORMAÇÃO DE PESQUISADORES EM FÍSICA

Embora hoje pareça haver um consenso em afirmar a importância da HFSC para o Ensino de Ciências, nem sempre a tendência foi essa (VILAS BOAS et al., 2013). Essa reaproximação da HFSC com a própria Ciência e seu ensino é uma tendência que se consolidou em meados da década de 1990, em trabalhos como o de Matthews (1994).

Anterior a esse aparente consenso, um pensamento que tinha muita notoriedade era o de Thomas Kuhn, esse é um caso ligeiramente perturbador, pois Kuhn advogou pelo estudo da História da Ciência para melhor compreensão do desenvolvimento científico ao mesmo tempo que se mostrou um opositor intransigente à inserção da História da Ciência nos cursos de formação científica (Vilas Boas et al., 2013).

Kuhn (1995, p. 207) afirma que “até os últimos estágios da educação de um cientista, os manuais substituem sistematicamente a literatura científica da qual derivam”. Dessa forma, parte da rapidez do progresso científico se deve ao seu ensino consistir em uma iniciação dogmática a uma tradição pré-existente, assim, os estudantes não são encorajados a ler obras clássicas de suas áreas, sendo formados inteiramente por manuais, que por sua vez, ocultam ou deturpam a história. Matthews (1994, p. 176-177) afirma que, para Kuhn:

[...] numa sala de aula de ciências, a história da ciência deveria ser distorcida para que os cientistas do passado fossem retratados como se trabalhassem o mesmo conjunto de problemas trabalhados pelos cientistas modernos. Essa distorção tem como meta fazer com que o cientista em formação sinta-se parte integrante de uma tradição bem sucedida na busca da verdade.

Nessa tradição, a História da Ciência deveria ser apresentada de maneira elitista, contando os feitos épicos dos grandes heróis da racionalidade. Na mesma linha de pensamento, Brush (1974) sugere que a História da Ciência pode ter efeito negativo na formação de cientistas por levantar dúvidas sobre as certezas consolidadas na tradição científica.

Contudo, o próprio Kuhn escreve um trecho que pode ser usado para contra argumentar essas ideias: “o treino científico não é planejado para produzir alguém capaz de descobrir facilmente uma nova abordagem para os problemas existentes” (KUHN, 1995, p. 208). Dessa forma, embora a educação dogmática possa formar bons resolvidores de quebra cabeças dentro da Ciência Normal, ela também pode ser um obstáculo para a criatividade. Ora, entendemos a importância da não rigidez metodológica para o progresso fluido da Ciência e que, o foco da Ciência deve estar na resolução de problemas e não na manutenção de preferências metodológicas, como defende Feyerabend (1977).

Concordamos com Vilas Boas et al. (2013), segundo esses autores, os argumentos de Kuhn (1995) e Brush (1975) não foram respondidos por Matthews (1994), o qual, na verdade, formula uma lista de benefícios da HFSC para um entendimento mais adequado da NdC. Reconhecemos que tanto nosso argumento do parágrafo anterior como os de Matthews (1994), parecem advogar que os benefícios superam possíveis malefícios expostos por Kuhn (1995) e Brush (1975). Ainda sim, como atestam Vilas Boas et al. (2013) por meio de um levantamento de artigos, se ainda existem defensores dos argumentos de Kuhn (1995) e Brush (1975), eles não vêm participando do debate a respeito da inserção da História da Ciência na formação de pesquisadores e professores. A seguir, procuraremos defender não apenas a História como também a Filosofia e a Sociologia da Ciência na formação de Bacharéis em Física (sempre entendendo esses como futuros pesquisadores e docentes de Ensino Superior).

Na contra mão dos argumentos de Kuhn (1995) e Brush (1975), Einstein (2006) afirma que o físico não deve ser apenas um conhecedor de sua própria ciência, Mendes (2018, p. 46) concorda e conclui que “há que se promover uma reflexão crítica, ou seja, o cientista deve conhecer a filosofia de sua Ciência”. Não obstante, Ziman (2002) afirma que pesquisadores não podem ignorar a HFSC, as complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e os debates éticos e

metodológicos que fazem parte do contexto científico. Entendemos que a HFSC pode ser um caminho para construir noções mais adequadas a respeito da NdC nos estudantes (e professores) dos cursos de Bacharelado em Física.

Colombo e Salinas (2004) relatam como o Instituto de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán decidiu inserir uma disciplina para discutir a epistemologia e história das ciências em seus cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física. Nesse sentido, afirmam:

Nossa experiência na docência em física e na formação de futuros professores e investigadores nessa disciplina nos levou a intuir a importância da epistemologia e da história da Física para favorecer aprendizagens mais significativas, ensinos mais eficientes e de acordo com a natureza da disciplina e investigações científicas epistemologicamente mais fundamentadas e robustas (COLOMBO; SALINAS, 2004, p. 456, tradução nossa).

Ainda de acordo com Colombo e Salinas (2004), essa intuição demonstrou-se verdadeira pela quantidade de pesquisas que atestam o sucesso na inserção da epistemologia e história da ciência nas grades curriculares dos cursos de formação de professores. Contudo, tal incorporação não foi percebida na formação de pesquisadores, por isso, no capítulo 3 mostraremos que no Brasil hodierno há uma maioria de cursos que incluem essas discussões (com algumas ressalvas).

Bunge (2004) destaca alguns benefícios do estudioso (seja estudante ou pesquisador) de ciências também estudar a epistemologia e lógica de sua ciência. No caso da Física, o estudioso se beneficia de um conhecimento em lógica pura pois compreende o que são as definições, conceitos primitivos e permite contrastar teorias. Alguns outros benefícios da epistemologia da ciência para a formação do pesquisador em Física são parafraseados abaixo.

1) Ajuda a não adotar inconscientemente uma filosofia incoerente com a ciência que estuda. Dessa forma, enriquecem suas visões filosóficas que integram a própria visão de mundo do(a) cientista.

2) Auxilia a não confundir o que é postulado com o que é deduzido, o que é um teste empírico com uma prova lógico-matemática e etc. Ou seja, se esforçará para uma correta compreensão dos termos filosóficos que fazem parte do trabalho de cientistas.

3) Terá o hábito de buscar explicações para suas suposições e hipóteses, o que permitirá criticar as próprias teorias com que trabalha/concorda, isto é, ajuda a evitar o dogmatismo.

4) Ajuda a ter o hábito de organizar sistematicamente suas ideias melhorando a clareza e coerência de sua produção escrita (artigos, livros, materiais didáticos e etc).

5) Melhorar suas estratégias de investigação, tomando maior cuidado com o planejamento de experimentos e também de trabalhos teóricos. Embora não ajude a resolver equações e realizar medidas, a epistemologia pode ajudar a relacionar os cálculos e experimentos feitos ao próprio processo investigativo.

6) Ajuda a entender o caráter provisório de suas conclusões, estimulando, inclusive, a propor novos problemas.

7) Pode enriquecer a capacidade de estabelecer relações lógicas possibilitando novas interpretações.

8) Pode ensinar a ter cautela quando começa a investigar algum problema novo, aprendendo a ter respeito pelas teorias já estabelecidas mas sem reverenciá-las, ou seja, analisar criticamente os dados empíricos que as corroboram.

Dessa forma, Bunge (2004) conclui que a epistemologia da ciência pode auxiliar o investigador a ter mais profundidade em sua compreensão a respeito de sua própria Ciência e também do mundo o qual está inserida. O *Department of History and Philosophy of Science*⁵ da *Cambridge University* corrobora essa visão afirmando que a disciplina em História e Filosofia da Ciência desenvolve habilidades de escrita, leitura e pensamento crítico.

Além dessas contribuições epistemológicas, também defendemos que a HFSC pode auxiliar pesquisadores a lidar com a dinâmica da comunidade científica e não faltam exemplos históricos que corroboram essa hipótese.

O fracasso de uma boa ideia pode ocorrer por falta de adequação entre o comportamento de um cientista e a dinâmica da comunidade, podemos citar o exemplo de Ignáz Semmelweis, o qual apresentou uma proposta de profilaxia para diminuir as taxas de morte pela *febre puerperal* (como era conhecida na época), o simples ato de lava as mãos antes de realizar os partos. Silva, Mattar e Minikoski

⁵ Pode ser encontrado em <<https://www.hps.cam.ac.uk/study/undergraduate/partib>>. Acesso em 11/08/2020.

(2020) argumentam que Semmelweis tinha as condições para fazer sua ideia se tornar uma *caixa-preta*, no entanto, o mesmo se recusou a realizar experimentos propostos por outros cientistas (os quais poderiam ser seus *aliados*) e proferiu ataques diretos a comunidade científica. Dessa forma, ao invés de construir *modalidades positivas* para reforçar suas ideias, Semmelweis construiu *modalidades negativas* contra si mesmo, isolando-se da comunidade científica e tendo sua hipótese esquecida.

Por outro lado, existem também exemplos de sucesso por conta de cientistas que souberam agir em seus contextos. Podemos citar o caso de James Watson e Francis Crick, que leram, antes da publicação, o artigo de Linus Pauling apresentando um possível modelo para o DNA, contudo, Watson e Crick perceberam que, o modelo com três hélices e um esqueleto de fosfato no meio era incompatível com a química consolidada na época, também não parecia o caso de estar ocorrendo uma revolução. Logo, Watson supôs que em pouco tempo o artigo de Linus Pauling seria espalhado pelo mundo e outros perceberiam o erro e desacreditariam o estudo. Dessa forma, ele sabia que teria algumas semanas antes que Linus Pauling voltasse a se empenhar na resolução desse problema, aproveitando-se desse hiato para apresentar o modelo de dupla hélice, que se consolidou na comunidade científica, tornando-se uma *caixa-preta*. Nesse empreendimento, Watson se aproveitou da preferência arbitrária dos químicos orgânicos da época por algumas estruturas tautoméricas com relação a outras, soube arregimentar aliados e esconder o jogo de seus concorrentes (LATOUR, 2000).

Um outro exemplo de sucesso foi o de Galileu Galilei ao lidar com o problema da rotação da terra. A sentença aceita na época, era de que a terra não se movia e uma observação sensível que sustentaria essa afirmação é que corpos caem com movimentos retilíneos, ora, se a terra estivesse girando perceberíamos movimentos em arcos e não em linha reta. Galileu, por outro lado, afirma que uma pedra que caísse de uma torre acompanharia o movimento do planeta, o qual não percebemos, o que ficou conhecido como *Princípio da Relatividade*, contudo, esse não foi suficiente para defender o movimento da terra, para isso foi necessário também o *Princípio da Inércia Circular* (FEYERABEND, 1977). Nesse ponto, Feyeraabend (1977) defende que esses princípios introduzidos por Galileu são hipóteses *ad hoc*, pois ele teria alterado a noção de movimento para se adequar a

ideia da rotação da terra. Usando os conceitos de Latour (2000), Galileu modificou uma sentença inicial (objetos soltos do alto de uma torre caem em linha reta) construindo uma modalidade positiva, a qual afasta o debate dessa sentença inicial e corrobora seu programa de pesquisa, ou seja, Galileu, em certo sentido, soube agir de maneira retórica para buscar a aceitação da ideia na qual trabalhava.

Ainda com relação às potencialidades da HFSC com relação ao trabalho de pesquisadores, entendemos ser relevante o entendimento do *contexto da citação*. Ao estudar o caso da proposta de Schally para a estrutura primária do hormônio liberador do hormônio do crescimento, Latour (2000) afirma a importância de se saber realizar citações e referências a fim de fortalecer uma tese, nesse caso, Schally cita um artigo que poderia contrapor sua ideia, no entanto, ele o incorpora e o transforma em uma *modalidade positiva* para sua sentença (assim como fez Galileu), colocando o significado dos dados desse artigo como algo que ainda precisa ser estabelecido. Logo, pesquisadores que souberam lidar com essa dinâmica de citações, referências e arregimentação de aliados têm muito mais chance de ter ideias aceitas na comunidade científica, como vem demonstrando a História da Ciência. Portanto, diferente do que diz o senso comum, “quanto mais técnica e especializada é uma literatura, mais “social” ela se torna, pois aumenta o número de associações necessárias para isolar os leitores e forçá-los a aceitar uma afirmação como fato” (LATOURE, 2000, p.103).

Com isso, concluímos que a HFSC da ciência pode auxiliar o trabalho de pesquisadores (as) em Física em diversos aspectos: melhorar a qualidade dos textos (artigos científicos, de divulgação, entre outros), a capacidade de organizar suas investigações, combater visões dogmáticas a respeito das teorias vigentes, ter noções mais críticas a respeito da NdC e saber agir de maneira adequada e eficiente para consolidar suas ideias, visto a importância de se arregimentar *aliados* e construir *modalidades positivas*, ou seja, a HFSC pode auxiliar o pesquisador a *jogar o jogo da Ciência*.

1.5 SABERES DOCENTES

Dado que o presente trabalho pretende conhecer as noções de docentes dos cursos de Bacharelado em Física com relação a NdC, precisamos compreender como tais saberes estão presentes no trabalho desses professores.

Tardif (2002, p. 255) atribui ao termo *saber* “um sentido mais amplo, que engloba os conhecimentos, as competências, as habilidades (ou aptidões) e as atitudes, isto é, aquilo que muitas vezes chamamos de saber, saber-fazer e saber-ser”. Mas quais seriam esses saberes e de onde eles vêm? Tardif e Raymond (2000) elaboraram o quadro abaixo que sintetiza essas respostas.

Quadro 1 – Os saberes dos professores.

Saberes dos professores	Fontes sociais de aquisição	Modos de integração no trabalho docente
Saberes pessoais dos professores.	Família, ambientes de vida, a educação no sentido lato, etc.	Pela história de vida e pela socialização primária.
Saberes provenientes da formação escolar anterior.	A escola primária e secundária, os estudos pós-secundários não especializados, etc.	Pela formação e pela socialização pré-profissionais.
Saberes provenientes da formação profissional para o magistério.	Os estabelecimentos de formação de professores, os estágios, os cursos de reciclagem, etc.	Pela formação e pela socialização profissionais nas instituições de formação de professores.
Saberes provenientes dos programas e livros didáticos usados no trabalho.	Na utilização de “ferramentas” dos professores: programas, livros didáticos, cadernos de exercícios, fichas, etc.	Pela utilização das “ferramentas” de trabalho, sua adaptação às tarefas.
Saberes provenientes de sua própria experiência na profissão, na sala de aula e na escola.	A prática do ofício na escola e na sala de aula, a experiência dos pares, etc.	Pela prática do trabalho e pela socialização profissional.

Fonte: Tardif e Raymond (2000, p. 215)

Com o quadro 1, concluímos que são várias as fontes que podem motivar os saberes que serão expressos pelos docentes em nosso questionário (a metodologia será explicada no capítulo 4). Além disso, segundo Araman (2011), os problemas enfrentados pelos professores não são resolvidos sempre com técnicas e teorias, pois esses problemas exigem a mobilização dos conhecimentos e saberes a fim de que possam ter uma prática reflexiva para enfrentar tais problemas. Concomitantemente, Gauthier et al. (1998, p. 30) afirmam que “o tipo de conhecimento que o professor possui a respeito da matéria influi no seu ensino e na aprendizagem dos alunos”, logo, noções equivocadas a respeito da NdC por parte dos professores podem influenciar as respectivas visões dos estudantes.

Entre os saberes descritos por Gauthier et al. (1998, p. 29), enfatizamos os saberes disciplinares, os quais equivalem ao conteúdo disciplinar, essa, produzida “pelos pesquisadores e cientistas nas diversas disciplinas científicas”. Contudo, como no Brasil a função de professor universitário e

pesquisador estão condensadas em uma única carreira, dentro do Ensino Superior público, os professores dos cursos de Bacharelado em Física são, muitas vezes, investigadores das próprias disciplinas que lecionam ou em áreas correlatas. Mendes (2018, p. 31) inclui nesses saberes disciplinares a HFSC, “pois esses conhecimentos possibilitam uma compreensão adequada da Natureza da Física e de suas relações com a tecnologia e a sociedade”.

Baseado nos referenciais teóricos discutidos nesse primeiro capítulo, concluímos que discussões fundamentadas na HFSC são importantes para os docentes dos cursos de Bacharelado em Física para terem uma visão adequada a respeito da NdC e, também, modificarem suas práticas docentes, quando necessário, a fim de possibilitar um ensino mais investigativo e crítico da Física. Em um primeiro momento, defenderemos a presença de disciplinas com aporte em HFSC nos cursos de bacharelado, no entanto, pode-se debater também a presença da HFSC perpetuando a organização curricular do curso.

2 REVISÃO DE ARTIGOS

Neste capítulo, discorreremos a respeito de um levantamento de artigos que realizamos ao longo do mês de abril do ano de 2020. O intuito do levantamento foi analisar o que vem sendo publicado nas revistas brasileiras acerca do curso de Bacharelado em Física. Dividiremos esse capítulo em quatro seções: primeiro explicaremos como foi realizado, a seguir explicaremos como foi feita a classificação dos artigos em unidades e, por fim, discutiremos cada uma das unidades.

2.1 LEVANTAMENTO DOS ARTIGOS

Inicialmente, foi necessário realizarmos um recorte, selecionamos os artigos que discutiam algo relacionado ao curso de Bacharelado em Física, bem como discussão de conteúdos específicos da formação de pesquisador em Física, questões históricas, filosóficas e sociológicas e também investigações em ensino, aprendizagem e didática.

Vale ressaltar que nem todos os artigos selecionados mencionam explicitamente o termo “bacharelado”, mas tal associação pode ser feita tendo com

base no conteúdo de cada um deles, além disso, muitos artigos abrangem tanto o bacharelado como a licenciatura e alguns até outros cursos como matemática, engenharia e química.

Para realizar esse levantamento estabelecemos um critério para selecionar as revistas, nesse caso, tivemos como base o quadriênio 2013 – 2016 e buscamos, por meio da plataforma SUCUPIRA⁶, todas as revistas brasileiras classificadas como A1, A2 e B1 nas áreas de ensino e educação.

Em seguida, excluímos as revistas que não trabalham com o ensino de Física e chegamos a um total de 57 revistas selecionadas. O próximo recorte foi temporal, devido ao tempo disponível para concluir a pesquisa, foram analisados os anos de 2018, 2019 e 2020 (até 23 de abril) encontrando um total de 265 artigos.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ARTIGOS

Para analisar os artigos usamos como metodologia a Análise de Conteúdo segundo Bardin (2016). Os aspectos específicos dessa metodologia serão explicados com mais profundidade no capítulo 4. Por hora, ressaltamos que nos inspiramos nos conceitos de Análise Freqüencial, Análise Temática e Leitura Flutuante descritos por Bardin (2016). Então, construímos nove Unidades Temáticas, e dessas, sete foram construídas a priori e outras duas emergiram da análise. O quadro abaixo sintetiza e explica essas unidades.

Quadro 2 – Unidades temáticas para a classificação dos artigos.

Unidades temáticas	Explicação
Unidade temática 1 (UT1): Fundamentação teórica, discussão matemática ou aprofundamento de assuntos estudados na graduação.	Essa unidade visa agrupar os artigos que trazem alguma discussão de aspectos matemáticos ou aprofundamento de assuntos vistos na graduação, bem como explicações de tópicos que não são comuns nos livro-textos.
Unidade temática 2 (UT2): Discussões de conceitos com enfoque histórico, filosófico ou sociológico.	Essa unidade agrupa os artigos que discutem algum conceito físico por meio de um enfoque em HFSC.
Unidade temática 3 (UT3): Proposta ou execução de experimento.	Essa unidade visa agrupar os artigos que propõem ou executam algum experimento que pode ser realizado nas disciplinas da graduação.
Unidade temática 4 (UT4): Construção de	Essa unidade pretende agrupar os artigos

⁶ Plataforma da CAPES (Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) que contém os nomes das revistas científicas avaliadas pelo sistema QUALIS e suas respectivas avaliações.

aparato tecnológico.	que explicam o processo de construção de algum aparato tecnológico que se relaciona ao ensino da Física em nível superior.
Unidade temática 5 (UT5): Discussão da formação de bacharéis em Física.	Essa unidade tem como intenção agrupar os artigos que discutem a formação de bacharéis em Física no Brasil.
Unidade temática 6 (UT6): Investigações em ensino, aprendizagem ou didática.	Essa unidade agrupa os artigos cujo conteúdo explora algum aspecto educacional como o ensino, a aprendizagem ou a didática em algum tópico da Física no Ensino Superior.
Unidade temática 7 (UT7): Análise de livros-texto.	Essa unidade pretende agrupar aqueles artigos que analisam os livros-textos de Física utilizados em cursos de bacharelado.
Unidade temática 8 (UT8): Noções de professores ou estudantes.	Essa unidade agrupa os artigos que investigam as noções de estudantes ou professores de Física no grau bacharelado.
Unidade temática 9 (UT9): Evasão nos cursos de Física.	Essa unidade pretende agrupar os artigos que discutem a evasão nos cursos de Física.

Fonte: Autor

As unidades que emergiram da análise foram a UT4 e a UT9. Preferimos trazer a UT4 para essa posição por uma questão de organização.

2.3 DISCUSSÃO DE CADA UNIDADE TEMÁTICA

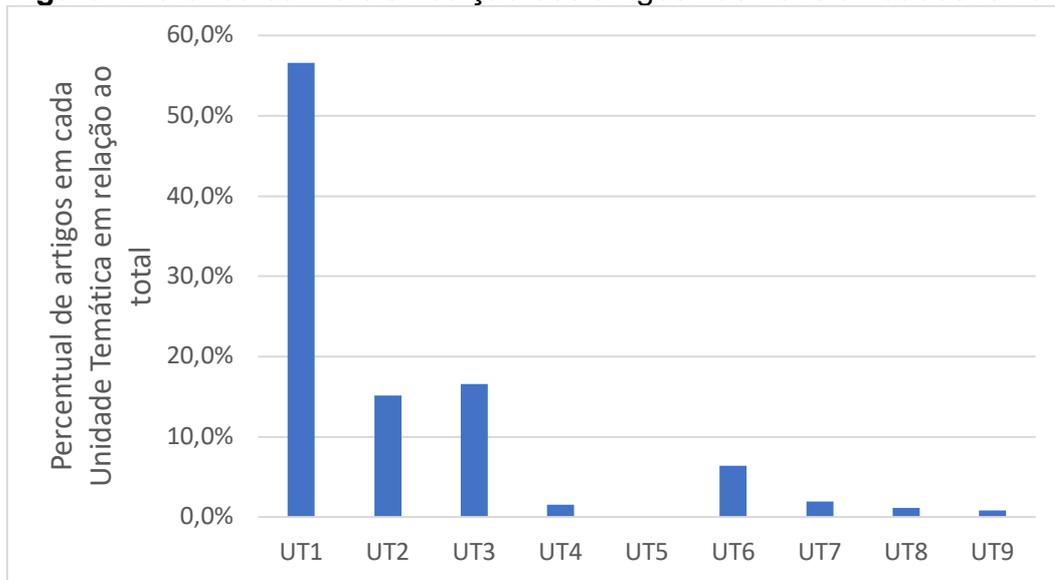
Como primeiro recurso de análise descritiva, nós classificamos os artigos nas unidades apresentadas e construímos o quadro de frequências e o gráfico de barras verticais a seguir.

Quadro 3: Frequências absoluta e relativa da aparição de cada unidade temática

Unidade temática	Frequência absoluta	Frequência Relativa
UT1	150	56,6%
UT2	40	15,1%
UT3	44	16,6%
UT4	4	1,5%
UT5	0	0,0%
UT6	17	6,4%
UT7	5	1,9%
UT8	3	1,1%
UT9	2	0,8%
Total	265	100%

Fonte: Autor

Figura 1: Gráfico com a distribuição dos artigos nas nove unidades temáticas.



Fonte: Autor

A seguir, analisaremos a classificação desses artigos em cada uma das Unidades Temáticas apresentadas, com isso, esperamos compreender um pouco da tendência nos últimos dois anos de pesquisa na área de Ensino de Física com relação ao bacharelado.

2.3.1 Fundamentação teórica, discussão matemática ou aprofundamento de assuntos estudados na graduação

A Física, assim como qualquer outra Ciência, possui vastos trabalhos e uma imensa quantidade de contribuições de vários(as) cientistas, e, por consequência, os livros-texto necessitam realizar recortes, decidir quais conceitos, problemas e formalizações matemáticas serão abordados. Dessa forma, é inevitável que muitos assuntos sejam excluídos do livro. Essa unidade classifica e registra os artigos que apresentam essas lacunas e tópicos que são excluídos dos livros que geralmente são utilizados nos cursos de bacharelado (podem ser utilizados também na licenciatura ou nas engenharias). Ao estudar esses artigos percebemos algumas possíveis subclassificações:

- 1) Artigos que aprofundam teoricamente os conteúdos do bacharelado
- 2) Artigos que apresentam a resolução de algum problema distinto

daqueles que usualmente estão contidos nos livros textos mas que não exijam aprofundar no conteúdo teórico.

3) Artigos que apresentam uma formalização matemática distinta da considerada padrão para abordar algum conteúdo típico dos cursos de bacharelado.

4) Artigos que discutem possíveis erros ou incongruências na maneira que algum problema típico é resolvido.

5) Artigos que discutem possíveis erros ou incongruências na maneira com que algum tópico teórico é abordado.

Dessa maneira, parece que tais artigos podem ser interessantes para auxiliar a introdução dos estudantes de bacharelado à temas de pesquisa, os quais são geralmente mais específicos do que os tópicos discutidos nos livros que costumam estudar no curso regular. Além disso, também tivemos a impressão de que esses artigos são uma forma de muitos professores terem um meio de comunicar alguns estudos que realizam em tópicos já consolidados na literatura, os quais possivelmente não teriam espaço em revistas científicas que publicam pesquisas na fronteira do conhecimento. Alguns exemplos de artigos que justificam esse comentário são: Ivchenko (2020), Alves et al (2020), Suave, Ferreira e Nogueira (2020), Paes e Nascimento (2019) e Silva e Peixoto (2018).

Os artigos citados apresentam tópicos de Física que já são abordados em cursos regulares de bacharelado, contudo, trazem alguma contribuição ao tema. É possível supor que os autores poderiam ter problemas de incompatibilidade se submetessem esses artigos a revistas que trabalham com problemas atuais de Física.

Ressaltamos outro aspecto percebido: dos artigos que classificamos como UT1 apenas dois deles não são da Revista Brasileira de Ensino de Física. Ou seja, percebe-se que essa revista é um grande repositório para artigos que não buscam grandes contribuições para a evolução de debates dos problemas atuais da Física. Isso não é necessariamente uma crítica. Como foi dito, é uma boa forma de professores publicarem trabalhos que podem ser relevantes mas que não seriam publicados em outras revistas e, além disso, podem contribuir para a introdução de temas mais avançados de pesquisa para estudantes de graduação.

No entanto, também percebemos um aspecto negativo nesses artigos,

a banalização do termo “didática” que aparece sem referência teórica e sem rigor. De acordo com Contreras (1994, p. 4, tradução nossa), podemos entender a didática como a ciência que “se ocupa do ensino, mas precisamente, dos processos de ensino-aprendizagem”. Entendemos que essa é uma dentre muitas definições e o próprio autor citado entende que definir didática é um trabalho difícil, afirmando que é uma questão de axiomatização, uma escolha necessária de definir o termo para então fazer uso. Todavia, o presente trabalho não pretende discutir profundamente essa temática, compreenderemos, de maneira simplificada, que a didática é uma Ciência que estuda os processos de ensinar e aprender algo.

Em Catelli, Giovannini e Hoffmann (2018), Slodkowski, Pinheiro e Luchese (2018), Garmes e Caldas (2018), Ramos e Maluf (2018), Wehmann et al. (2018), Medina e Velazco (2018), Ridenti, Amorim e Dal Pino (2018), Bhattacharjee (2018), Martínez-Borreguero (2018), Souza e Rodrigues (2019), Paes e Nascimento (2019), Dourado e Marchiori (2019), Evangelista (2019), Freitas e Gomes (2019), Silva e Fumiã (2019), Furtado (2019), Castillo, Sierra e Cubillos (2020), Holanda et al. (2020), Dutra et al. (2020) e Artuso e Marim (2020) a palavra didática é usada com possível significado de “algo que se relaciona ao ensino” ou então de “simples”. Destacamos ainda a frase “atividade com fins didáticos” (RIDENTI; AMORIM; DAL PINO, 2018, p. 1) na qual a didática é tida como finalidade, o que é contraditório com a definição de Contreras (1994) que apresentamos, ora, se a didática se refere ao processo como ela poderia ser uma finalidade?

Portanto, nos artigos citados o termo didática é colocado sem rigor conceitual e sem citar nenhum referencial teórico que sustente ou embase o trabalho. Ressaltamos, porém, que a intenção não é desacreditar a contribuição desses artigos citados, tampouco desmerecer a qualidade deles. Ao contrário entendemos que tais trabalhos podem ser utilizados para estudantes fundamentarem trabalhos de conclusão de curso ou até em pesquisas em disciplinas teóricas, o que tornaria o ensino mais investigativo e poderia ajudar na construção de noções mais críticas a respeito da NdC, uma vez que os estudantes teriam contato direto com a dinâmica de publicações na comunidade científica. Contudo, entendemos que a utilização genérica do termo didática não deveria ser comum em revistas bem avaliadas na área de Ensino.

Por fim, chama a atenção o fato dos artigos estarem se concentrando muito nessa Unidade Temática, será que há um excesso de artigos discutindo os

mesmos tópicos? Será que existe um desinteresse dos pesquisadores da área de ensino pelos cursos de Bacharelado em Física e os artigos acabam se concentrando naqueles que os próprios professores de bacharelado publicam?

2.3.2 Discussões de conceitos com enfoque histórico, filosófico ou sociológico

Primeiramente, nesta Unidade Temática nós não colocamos artigos que apenas realizam uma reconstrução ou narrativa para discutir a história por trás de um fato ou de alguma personalidade, pois esses fugiriam do intuito dessa dissertação. Então, os artigos classificados na UC2 são os que utilizam a História, Filosofia ou Sociologia da Ciência para discutir conceitos físicos. Esses não fazem distinção entre bacharelado e licenciatura, apresentam tópicos e conceitos e os discutem com base em reconstruções históricas ou referenciais filosóficos e sociológicos.

Encontramos uma quantidade considerável de artigos que foram classificados nessa Unidade Temática como demonstrado no quadro 1. Isso certifica a existência de trabalhos para auxiliar os docentes de bacharelado a discutir aspectos históricos, filosóficos e sociológicos em tópicos dentro de suas disciplinas, inclusive naquelas específicas.

Portanto, a falta de materiais sintéticos que possam servir de referencial para professores do bacharelado não parece ser um argumento válido. Vale ressaltar que nossa investigação não foi profunda para analisar se a história contida nesses artigos é adequada dentro do que discutimos no capítulo 1.

2.3.3 Proposta ou execução de experimento

Ao encontrarmos uma quantidade considerável de artigos classificados nesta Unidade Temática, vimos que essas pesquisas podem ser utilizadas por docentes que ministram disciplinas de laboratório para buscar experiências diferentes das tradicionais. No entanto, percebemos que poucos artigos discutiam as potencialidades do experimento em termos de ensino e aprendizagem. O que o experimento possibilita aprender? Tanto em termos de conteúdo como em termos de construir visões mais adequadas a respeito da NdC? Como o experimento pode ser utilizado de maneira didática?

Dentre os poucos artigos que discutiam as possibilidades do experimento em termos de ensino podemos citar Oliveira, Amorim e Dereczynski (2018), Reis, Rodrigues e Neto (2019) e Oliveira et al. (2020). E de todos os artigos nessa Unidade Temática apenas Reis, Rodrigues e Neto (2019) chegam a discutir como o experimento pode auxiliar na formação do bacharel em Física. Segundo esses autores, o experimento é uma “proposta baseada em metodologias de aprendizagem por projetos e traz potencialidades para reformulação de cursos de física básica via uma maior integração entre teoria e prática” (REIS; RODRIGUES; NETO, 2019, p. 1). Além disso, os autores destacam as habilidades e competências desenvolvidas pelo estudante que participou da investigação.

Foi observado que o estudante do segundo ano do curso de física, sob a supervisão do professor, foi capaz de, partindo dos princípios básicos relacionados ao tema, generalizar um problema teórico e elaborar e executar o experimento correspondente. É também observado que além dos já citados fatos o estudante foi capaz de perceber que a técnica experimental desenvolvida pode ser usada para resolver um problema existente nas medições de constantes dielétricas estáticas (capacitância parasita), tendo esta descoberta impactos na própria área de propriedades dielétricas de materiais. Além disso, observamos que o mesmo foi capaz de, ao longo do processo, absorver as principais características do método experimental tais como procedimento por comparação, tentativa e erro, observação do fenômeno, correlação dos dados com o modelo teórico entre outros. (REIS; RODRIGUES; NETO, 2019, p. 5)

O trecho citado, mostra que uma abordagem investigativa possibilita a manifestação da criatividade, pois segundo os autores, o experimento que tinha fins didáticos, possibilitou ao estudante o domínio de uma técnica experimental, a qual o mesmo percebeu que era possível ser aplicada em um problema de pesquisa (capacitância parasita). Tal ideia do estudante, poderia dar origem a um Trabalho de Conclusão de Curso ou mesmo fazer parte de uma pesquisa de pós-graduação, será que um experimento tradicional, seguindo um roteiro de laboratório pré-selecionado, possibilitaria esse processo criativo?

Por outro lado, temos duas críticas a esse artigo: primeiro que os autores não relacionaram as competências e habilidades mencionadas àquelas que estão previstas nas Diretrizes Nacionais Curriculares para os cursos de Física (esse documento será discutido no capítulo 3). A segunda, refere-se a não explicação dos instrumentos de avaliação e, tampouco, dos referenciais teóricos de aprendizagem para que possamos entender como os autores chegaram à conclusão de que o

estudante foi capaz de desenvolver essas competências e habilidades.

Por fim, percebemos que muitos desses artigos propõem experimentos com conteúdos de Física Geral e alguns outros propõem experimentos de Eletrônica, de Óptica ou Física Moderna. Os artigos que propõem experimentos de Física Geral podem ser utilizados tanto para alunos de bacharelado como de licenciatura ou até em cursos de engenharias. Logo, são artigos demasiadamente genéricos cujos experimentos não necessariamente são úteis para a formação específica do bacharel.

2.3.4 Construção de aparato tecnológico

Essa é uma unidade que emergiu ao longo da pesquisa e não era esperado que encontrássemos artigos que mostravam a construção de aparelhos eletrônicos e ópticos. Em um primeiro momento pensamos que seria o caso de classificar como UT3, no entanto, esses artigos não utilizavam o aparelho construído em um experimento específico.

Os artigos até exploravam possibilidades experimentais daquilo que foi construído: Guadagnini, Rocha e Barlette (2019), Romera, Barbano e Misoguti (2019), Tomazio, Romero e Mendonça (2018) e Calderón, Muñoz e Rivera (2018). Entretanto, o foco dos artigos era na construção e utilização em si, bem como na programação no caso de aparatos digitais como em Romera, Barbano e Misoguti (2019), Tomazio, Romero, Mendonça (2018) e Calderón, Muñoz e Rivera (2018).

A intenção dos 4 artigos classificados nessa Unidade Temática era mostrar como construir e utilizar algum aparelho que pode ser aplicado no ensino da Física no nível superior (ou até na educação básica). Diferentemente da seção anterior, esses artigos parecem discutir mais as potencialidades do equipamento construído. Guadagnini, Rocha e Barlette (2019) citam estudos que, segundo eles, evidenciam que há produção científica no sentido de sensores eletrônicos de baixo custo para o ensino, bem como seus benefícios. No entanto, enfatizam que poucos estudos permitem a aquisição automática de dados, o sensor construído por esses autores pode auxiliar em experimentos que duram horas ou em que as medidas ocorrem em intervalos de tempo muito curtos (frações de segundo).

Guadagnini, Rocha e Barlette (2019, p.2) afirmam “que o caráter investigativo está na didática utilizada”, reconhecendo que o bom uso de tal recurso

tecnológico auxilia, mas que a atividade com ele deve ser planejada com finalidade dos estudantes se engajarem na investigação formulando hipóteses, organizando dados, planejando a execução e confrontando as conclusões experimentais com as hipóteses formuladas. Já Calderón, Muñoz e Rivera (2018, p.1) afirmam que o equipamento construído pode oferecer apoio didático para instituições que, constantemente, não conseguem comprar materiais de laboratório, o que pode limitar “a formação dos estudantes a formalismos teóricos, muitas vezes descontextualizados”.

Concluimos que os quatro artigos aqui classificados têm potencial de contribuir para a construção de abordagens didáticas para o ensino da Física em nível superior, até mesmo em experimentos mais avançados no núcleo específico do Bacharelado em Física. Contudo, ainda salientamos que a intenção desses artigos não é construir abordagens didáticas em si, logo, outros artigos são necessários para testar esses equipamentos em sequência didáticas e avaliar se potencialidades de ensino e aprendizagem são observadas.

2.3.5 Discussão da formação de bacharéis em Física

Essa Unidade Temática acabou sem registro, pelo fato de não termos encontrado nenhum artigo que discutisse a formação do bacharel em Física como objetivo do artigo. O trabalho de Calderón, Muñoz e Rivera (2018) até cita a questão da formação de cientistas, mas não é o foco do trabalho, que no caso se propunha a explicar a aplicar a construção de um dispositivo microcontrolador para medir o tempo.

Pensamos então que nosso estudo pode ter se dado em um período curto de tempo e outros estudos que incluíssem um intervalo maior podem encontrar tais artigos. Também não tivemos tempo para aprofundar o levantamento de maneira sistemática, no entanto, encontramos um artigo que analisou trabalhos científicos em 9 encontros da primeira metade da década de 1990 chegando em conclusão muito semelhante ao do nosso trabalho.

Carvalho e Vannucchi (1996) afirmam não haver trabalhos a respeito do curso de Bacharelado em Física em nenhum dos encontros estudados. Dessa forma, já houve pesquisa que relatou o mesmo problema encontrado por nós: o fato de não haver estudos a respeito do currículo, da grade curricular e de como deve ser

a formação de bacharéis em Física.

2.3.6 Investigações em ensino, aprendizagem ou didática

Os artigos registrados nessa Unidade Temática buscavam discutir abordagens didáticas ou questões relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem. Destacamos Tobaja e Gil (2018) que aplicaram uma abordagem histórica para o ensino de Eletromagnetismo. Nesse estudo, utilizaram um grupo de controle com 21 estudantes que receberam um curso tradicional e outro grupo com 23 estudantes que receberam um curso com abordagem histórica. Dentro da metodologia quantitativa que esse estudo propôs, a conclusão foi que o grupo que recebeu o curso com fundamentação histórica teve índices maiores de aprendizagem. Além disso, afirmam que esse grupo que teve maior densidade conceitual na evolução obteve melhores percepções a respeito do trabalho de cientistas bem como da importância do trabalho colaborativo e, de antemão, também tendem a atribuir menor importância à “sorte” nos processos de investigações científicas. Apesar do estudo não utilizar o termo NdC, entendemos que, tomando como base os resultados do artigo, os estudantes podem ter melhorado suas noções a respeito da NdC, ficando mais próximas daquilo que foi discutido em nossa fundamentação teórica.

Notamos também que muitos desses artigos são em disciplinas de Física Básica e contidas também nos cursos de licenciatura, engenharias entre outros, a citar: Heidmann, Araujo e Veit (2018), Ferreira e Andres (2018) e Almeida (2019).

Um outro artigo, tinha como foco uma disciplina de Mecânica Clássica e utilizou os pressupostos de Thomas Kuhn em *A Estrutura das Revoluções Científicas* para estudar a aprendizagem da linguagem da Física. Nesse caso, Ballestero, Arruda e Passos (2018) trabalharam, dentre outros tópicos, a Mecânica Lagrangeana, mostrando que o vocabulário foi adquirido por um estudante.

Por fim, citamos Costa e Batista (2020) e Netto, Ostermann e Cavalcanti (2018) que realizaram investigações didáticas com tópicos de Física Moderna e Contemporânea. Costa e Batista (2020) construíram e aplicaram uma Unidade Didática para o ensino da Força Eletrofraca com abordagem histórico-didática com utilização de simulações computacionais de experimentos históricos. O

estudo, embora aplicado com estudantes da licenciatura, poderia ser aplicado também no núcleo específico do bacharelado, tendo em vista que os conceitos físicos envolvidos na interação eletrofraca são abordados em disciplinas específicas como Física de Partículas e Teoria de Campos. Além disso, tal abordagem ainda mostrou potencial de aprendizagem não só com relação ao conteúdo, mas também em relação a NdC.

Já Netto, Ostermann e Cavalcanti (2018), também apresentaram um simulador computacional que permitiu realizar o Interferômetro de Mach-Zehnder. Segundo Netto, Ostermann e Cavalcanti (2018, p.227), as atividades didáticas desenvolvidas “podem representar uma importante inovação no ensino da Física Quântica em cursos de formação de professores ou até na formação de físicos”.

Dessa forma, acreditamos que esses dois últimos estudos apresentados poderiam ser aplicados em disciplinas do núcleo específico do bacharelado com intuito de uma aprendizagem mais crítica, historicamente fundamentada, contextualizada e problematizada.

2.3.7 Análise de livros-texto

Como já foi explicado, essa Unidade Temática foi utilizada para agrupar todos aqueles artigos que discutem livros-texto de Física do Ensino Superior. primeiramente, um artigo (PIRES; SILVA; FORARO, 2019) encontrado aborda unicamente o curso de licenciatura, no entanto, os livros estudados também podem ser utilizados no núcleo comum, o que é pertinente para o nosso recorte de pesquisa.

Dentre os artigos encontrados, 4 deles discutiam o conteúdo do livro com relação aos aspectos históricos ou epistemológicos: Lima et al. (2020), Cunha, Genovese e Queiros (2018), Pires, Silva e Foraro (2019) e Marineli e Pietrocola (2018). Demonstrando assim que os livros de Ensino Superior já são analisados segundo a abordagem da HFSC. Dentre as discussões contidas nesses artigos, citamos a realidade ontológica com que as entidades físicas são abordadas, além dos critérios estéticos e também a contextualização histórica.

Contudo, todos os cinco artigos encontrados investigavam apenas livros do núcleo comum, de tal maneira que não encontramos artigos que analisavam livros das disciplinas do núcleo específico, mostrando assim o

desinteresse dos pesquisadores (pelo menos nos dois últimos anos) em analisar livros mais avançados. Entendemos que essas disciplinas do núcleo específico podem ser abordadas por meio da HFSC e, por isso, pesquisas devem ser feitas para analisar as noções de ciência que os livros avançados apresentam, bem como a qualidade da História que eles reconstroem e também a maneira com que os conceitos são discutidos.

2.3.8 Noções de professores ou estudantes

Os artigos classificados nesta Unidade Temática buscam investigar as noções que docentes ou alunos têm a respeito de conceitos de Física. Desses, dois eram a respeito de conceitos de Física Geral de estudantes, como esses conceitos são vistos no núcleo comum dos cursos de Física, esses artigos não pretendem discutir aspectos da formação específica de bacharéis em Física.

Danardin, Lima e Harres (2019), discutem a evolução do perfil acadêmico-profissional de professores brasileiros por conta de um evento anual promovido pela Sociedade Brasileira de Física.

Não encontramos artigos que discutam a noção de docentes com relação a NdC, portanto, nossa pesquisa difere daquilo que foi publicado nos últimos dois anos.

2.3.9 Evasão nos cursos de Física

Essa unidade também emergiu ao longo da pesquisa quando encontramos um artigo discutindo o assunto (FERNANDES et al., 2020), em seguida, mais um foi encontrado (MENEZES et al., 2018).

Fernandes et al. (2020) discute a evasão nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física na Universidade Federal de Ouro Preto a partir de uma perspectiva sociológica de Pierre Bourdieu. O estudo conclui que uma das razões para altos índices de evasão e retenção no curso de Física, segundo os sujeitos de pesquisa, deve-se às relações ditas complicadas com os professores. Já os professores afirmam que muitos alunos utilizam o curso de Física como “trampolim” para entrar nas engenharias.

O artigo chamou nossa atenção e decidimos investigar se os autores

havia publicado outros artigos nesse sentido. Dessa forma, encontramos outro artigo de uma das autoras (Marinez Meneghello Passos) a respeito do mesmo assunto: Arruda et al. (2006). Essa busca nos levou a outra publicação: Arruda e Ueno (2003). Dessa maneira, concluímos que o assunto foi e continua sendo alvo de pesquisas.

Percebemos que Arruda e Ueno (2003) e Arruda et al. (2006) também constataram a relação conturbada entre estudantes e professores como possível razão para evasão do curso de Física. Além disso, Arruda e Ueno (2003) também discutem a razão pela qual os estudantes decidiram cursar Física: uma resposta recorrente, foi o prazer que tinham no Ensino Médio em resolver os problemas matemáticos e chegar em uma solução que condizia com a do livro, além de poder ajudar os colegas de sala e também a curiosidade que a Física despertava neles, já que, segundo um desses estudantes, a Física “também tinha matemática”. Na graduação, o prazer em resolver os problemas matemáticos não existia mais. Os problemas eram ditos difíceis e os estudantes alegavam muita incompreensão e desmotivação, além de não sentirem um ambiente colaborativo.

Ora, será que uma abordagem fundamentada na HFSC em algumas disciplinas não poderia contribuir para reviver essa curiosidade e contornar a frustração por não conseguir montar e efetuar os cálculos? Essa é uma possibilidade a ser levantada.

3 O BACHARELADO EM FÍSICA NO BRASIL

Neste capítulo, discutiremos os cursos de Bacharelado em Física do Brasil na atualidade, e para isso, apresentaremos as Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física (DNCCF). Em seguida, disponibilizamos um levantamento realizado dos cursos de Bacharelado em Física no Brasil e abriremos também sessões para discutir alguns exemplos nacionais e internacionais: UNIR, UFBA e École de Polytechnique.

3.1 DIRETRIZES NACIONAIS CURRICULARES PARA OS CURSOS DE FÍSICA (DNCCF)

O documento que versa a respeito das DNCCF é o Parecer CNE/CES n.1.304 de 2001. Esse documento é dividido em quatro capítulos organizados da seguinte maneira:

1. PERFIL DOS FORMANDOS
2. COMPETÊNCIAS E HABILIDADES
3. ESTRUTURA DOS CURSOS
4. CONTEÚDOS CURRICULARES

Discutiremos em separado cada um desses capítulos nas subseções seguintes.

3.1.1 Perfil dos Formados

O texto expõe um perfil geral seguido de perfis específicos para pessoas formadas em Física. No perfil geral é dito que o profissional deve estar “apoiado em conhecimentos sólidos e atualizados em Física, deve ser capaz de abordar e tratar problemas novos e tradicionais e buscar novas formas do saber e do fazer científico ou tecnológico” (BRASIL, 2001, p. 3).

Já os perfis específicos são divididos em quatro, cada um desses perfis é apresentado e explicado no quadro abaixo.

Quadro 4: Perfis específicos na formação de físicos no Brasil

Perfil específico	Explicação
<i>Físico-pesquisador</i>	Perfil que se ocupa preferencialmente de atividades de pesquisa, seja básica ou aplicada. É enfatizado também que é o “perfil profissional idealizado na maior parte dos cursos de graduação que conduzem ao Bacharelado em Física” (BRASIL, 2001, p. 3).
<i>Físico-educador</i>	É o perfil que se dedica à disseminação do saber científico, seja através da educação formal ou outros meios de comunicação. O documento enfatiza também que esse perfil não se limita ao grau de Licenciatura.

<i>Físico-tecnólogo</i>	Esse é o perfil profissional que trabalha no desenvolvimento de tecnologias e processos tanto em laboratórios especializados como em indústrias em áreas como: eletrônica, óptica, telecomunicações, acústica, termodinâmica, metrologia, matérias e informática. O documento afirma que esse perfil “corresponderia ao esperado para o egresso de um Bacharelado em Física Aplicada” (BRASIL, 2001, p. 3).
<i>Físico-interdisciplinar</i>	Esse perfil diz respeito aos físicos que integram conhecimentos teóricos e experimentais com outras áreas do conhecimento como oceanografia, medicina, meteorologia, geofísica, biofísica, química, economia entre outros. Nesse caso, os físicos passam a atuar de forma conjunta com profissionais de outras áreas como médicos, biólogos, engenheiros e assim por diante.

Fonte: Autor

Lendo esses perfis e relacionando com nossos referenciais teóricos, pensamos no seguinte questionamento: será que um *Físico-pesquisador* não é também um educador e um *Físico-educador* um pesquisador? Teixeira et al. (2001, p. 182) defendem que, no Brasil, há uma complexidade inerente ao trabalho de docentes de Ensino Superior, pois demandam “múltiplos focos de trabalho, divididos entre atividades de ensino, pesquisa, extensão, e também gestão”, logo, pesquisadores também são, em geral, docentes de Ensino Superior.

Além disso, licenciados(as) não podem realizar pesquisas em ensino (ou mesmo em Física teórica ou experimental)? Ora, licenciandos(as) que seguem carreira acadêmica também não são pesquisadores(as)? Dessa forma, será que faz sentido os cursos de licenciatura e bacharelado serem distintos? Pesquisar o ensino de uma Ciência não é parte da pesquisa dessa própria Ciência?

3.1.2 Competências e Habilidades

No capítulo 2 do documento analisado, são discutidas as competências e habilidades esperadas para o egresso do curso de Física tanto no grau licenciatura

como no grau bacharelado. As *competências essenciais* estão reproduzidas integralmente abaixo.

1. Dominar princípios gerais e fundamentos da Física, estando familiarizado com suas áreas clássicas e modernas;
2. Descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais;
3. Diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas físicos, experimentais ou teóricos, práticos ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos laboratoriais ou matemáticos apropriados;
4. Manter atualizada sua cultura científica geral e sua cultura técnica profissional específica;
5. 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).

Chamamos atenção para a quinta competência, pois ela explicita aquilo que já havíamos discutido no capítulo 1. Dessa forma, as DNCCF parecem convergir em alguns aspectos com os referenciais teóricos consultados e comentados nesse trabalho. Salientamos apenas o fato de que esse trecho não explicita se o entendimento dos fatores sociais, históricos, filosóficos, culturais e econômicos influenciam apenas nos aspectos não cognitivos da ciência ou se também influenciam nos aspectos cognitivos da ciência.

Nesse caso, é difícil saber se há algum significado por trás dessa omissão, mas conseguimos formular duas hipóteses. A primeira hipótese é de que os autores do parecer não entendem a importância ou desconhecem o debate a respeito da explicação social da Ciência. A outra hipótese é a existência de uma visão enraizada e não superada de uma ciência empírico-indutivista, excluindo assim a explicação social da ciência.

Além das competências, existem também as *habilidades gerais*, essas que também não diferenciam a área de atuação escolhida pelo físico. São elas:

1. Utilizar a matemática como uma linguagem para a expressão dos fenômenos naturais;
2. Resolver problemas experimentais, desde seu reconhecimento e a realização de medições até a análise de resultados.
3. Propor, elaborar e utilizar modelos físicos, reconhecendo seus domínios de validade;
4. Concentrar esforços e persistir na busca de soluções para problemas de solução elaborada e demorada;
5. Utilizar a linguagem científica na expressão de conceitos físicos, na descrição de procedimentos de trabalhos científicos e na divulgação de seus resultados;

6. Utilizar os diversos recursos da informática, dispondo de noções de linguagem computacional;
7. Conhecer e absorver novas técnicas, métodos ou uso de instrumentos, seja em medições, seja em análise de dados (teóricos ou experimentais);
8. Reconhecer as relações do desenvolvimento da Física com outras áreas do saber, tecnologias e instâncias sociais, especialmente contemporâneas;
9. Apresentar resultados científicos em distintas formas de expressão, tais como relatórios, trabalhos para publicação, seminários e palestras (BRASIL, 2001, p. 4).

Com relação às habilidades específicas, o documento afirma que “dependem da área de atuação, em um mercado em mudança contínua, de modo que não seria oportuno especificá-las agora” (BRASIL, 2001, p. 5). Logo, há certa autonomia para cada curso acrescentar novas habilidades que julguem adequadas ou necessárias.

Pela leitura dessas *competências essenciais e habilidades gerais* questionamos: Será que discussões a respeito da NdC podem auxiliar no desenvolvimento das competências essenciais 1 e 5 e também na habilidade geral 5? Quais são as disciplinas dos cursos de Bacharelado em Física no Brasil que permitem ao estudante construir a competência 5?

Novamente nos questionamos, dado a quantidade de competências e habilidades comuns entre os perfis de pesquisador e educador, faz sentido separar o bacharelado da licenciatura?

3.1.3 Estrutura dos Cursos

As DNCCF definem que os cursos de Física sejam divididos em uma estrutura modular: um núcleo comum (aproximadamente 50% da carga horária) e módulos sequenciais especializados para cada um dos quatro perfis discutidos. Essa divisão faz com que os cursos de Física tenham liberdade para incluir em suas grades curriculares disciplinas de outras áreas do conhecimento para proporcionar uma formação mais ampla e que corresponda às demandas locais do mercado de trabalho e também para que o estudante possa interagir com outras áreas, possibilitando uma formação para pesquisa interdisciplinar.

3.1.4 Conteúdos Curriculares

Como já discutido na subseção anterior, existe um núcleo comum, sendo ele “caracterizado por conjuntos de disciplinas relativos à física geral, matemática, física clássica, física moderna e ciência como atividade humana” (BRASIL, 2001, p. 6). Nas disciplinas relativas à física geral, espera-se que sejam abordados os conteúdos do Ensino Médio em maior profundidade. Logo, inclui os tópicos: mecânica, termodinâmica, eletromagnetismo e ondulatória, além de incluir também disciplinas de práticas de laboratório.

Já nas disciplinas relativas à matemática, espera-se que sejam abordados os conceitos e ferramentas matemáticas necessários para tratar teoricamente dos fenômenos físicos. Os tópicos citados são: Cálculo diferencial e integral, geometria analítica, álgebra linear, equações diferenciais, probabilidade, estatística e computação.

No que diz respeito à Física Clássica, é entendido como a Física (em sua maior parte) anterior ao século XX como Mecânica Clássica, Eletromagnetismo e Termodinâmica. Com relação a Física Moderna e Contemporânea, reservam-se os conteúdos desde o início do século XX como Mecânica Quântica, Física Estatística e Teoria da Relatividade, nesse caso sendo sugerido a utilização de laboratórios. Por fim, temos as disciplinas complementares: Ética, Filosofia e História da Ciência e Gerenciamento e Política Científica.

Tratando do módulo sequencial, pode-se definir ênfases para o curso, permitindo oferecer disciplinas que construam o perfil desejado pela instituição. Assim, discutiremos apenas o perfil *Físico-pesquisador* que é o interesse maior dessa pesquisa.

O conteúdo curricular da formação do Física-Pesquisador (Bacharelado em Física) deve ser complementado por sequências em Matemática, Física Teórica e Experimental avançados. Esses sequenciais devem apresentar uma estrutura coesa e desejável integração com a escola de pós-graduação. (BRASIL, 2001, p. 7)

Com isso, entendemos que as disciplinas de HFSC devem estar no grupo de disciplinas complementares e que não há menção da relevância específica desses temas na formação do *Físico-pesquisador*. O trecho demonstra uma

preocupação apenas com disciplinas de caráter técnico, deixando a formação humana unicamente para o grupo de disciplinas complementares.

Para o restante do trabalho, sintetizamos os conteúdos curriculares discutidos em Núcleo Comum (disciplinas comuns entre licenciatura e bacharelado) e Núcleo Específico (disciplinas que são específicas do bacharelado).

3.2 LEVANTAMENTO DOS CURSOS DE BACHARELADO EM FÍSICA NO BRASIL

Nessa seção discutiremos um levantamento feito a respeito dos cursos de Bacharelado em Física no país. O objetivo é observar como vem sendo abordado a História, Filosofia ou Sociologia da Ciência nos cursos de Bacharelado em Física no Brasil.

3.2.1 Realização do Levantamento e Primeiras Impressões

Para realizar esse levantamento necessário para nossa pesquisa, entramos no portal do Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de educação superior do Ministério da Educação nos dias 10 e 11 de abril de 2020, e então, filtramos a pesquisa para todos os cursos de Física com grau de bacharelado. Inicialmente essa busca gerou um resultado de 81 cursos cadastrados, no entanto, entre esses cursos, 15 estavam em processo de extinção, então foram excluídos da nossa análise, além disso, havia 1 curso extinto e 1 curso registrado erroneamente (a universidade em questão não tinha o curso).

Dessa forma, restaram 64 cursos para analisarmos, desses, havia 2 cursos que no prazo do levantamento ainda não haviam iniciado as atividades e outros 5 cursos muito recentes, os quais ainda não foram avaliados pelo Ministério da Educação. Por fim, 10 cursos continham alguma especificação, com ênfase em materiais, física médica, computação, nanotecnologia e ótica, excluímos esses cursos por terem uma ênfase mais tecnológica e aplicada. Portanto, nosso levantamento acabou analisando 47 cursos.

As primeiras impressões ao realizar a análise foram a respeito do fato de haver apenas um curso na modalidade EAD, o qual nem foi incluído por ser um curso ainda não iniciado. Logo, todos os 47 cursos analisados no levantamento são

na modalidade presencial. Com isso, formulamos duas hipóteses para ajudar a explicar esse fenômeno, sendo elas:

1. A baixa demanda faz com que instituições públicas e privadas não queiram abrir o curso na modalidade EAD.
2. A necessidade de uma formação que desenvolva a competência específica 3 e a habilidade geral 2 prevista nas DNCCF que versam a respeito da capacidade em elaborar e realizar experimentos, algo que torna o EAD ainda difícil. De acordo com Veloso e Serrano (2018), mesmo nos cursos EAD as disciplinas de laboratório ainda costumam ter práticas presenciais em polos. Esse problema pode ser contornado por meio de simuladores virtuais, por exemplo o trabalho desenvolvido por Costa (2018) e também os simuladores do PhET⁷. Ressaltamos também que o Brasil (2001, p.5) enfatiza a necessidade da formação do físico incluir a vivência de realizar experimentos em laboratório.

A respeito desse tema, os simuladores citados são exemplos de Tecnologia de Informação e Comunicação (TICs), que podem representar uma grande oportunidade para o ensino a distância mas não é por si só uma solução pois ainda deve-se estruturar o curso a fim de adotar as TICs de maneira científica.

Uma das características fundamentais da EAD moderna é a sua total integração com o uso das TICs. Sem dúvida, o nível atual de desenvolvimento das TICs nos permite afirmar que os limites físicos de uma aula não serão mais definidos pelas paredes das salas ou dos laboratórios de ensino. Certamente estas novas tecnologias não virão a substituir o contato do aluno com o professor ou com os livros, mas se constituirão, no futuro próximo, em ferramentas importantes no ensino, que deverão aumentar a eficiência didática e facilitar o acesso ao ensino de cada vez maior parcela da sociedade. As principais dificuldades na difusão destas novas tecnologias no ensino estarão, além do precário nível de inclusão digital da nossa sociedade, na necessidade de desenvolvimentos de uma nova didática, adequada a elas, bem como na sua absorção da nossa cultura de ensino. Não podemos imaginar que teremos uma EAD de qualidade se o nosso sistema de ensino tradicional, presencial, não for atualizado e adequado ao pleno aproveitamento das TICs (CUNHA, 2006, p. 152).

Outra conclusão possível logo após o levantamento, foi o fato de apenas 1 dos 47 cursos ser em instituição privada sem fins lucrativos, no caso, o curso de Bacharelado em Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro que é oferecido desde 1958. Isso pode ocorrer devido à falta de procura por

⁷ Interactive Simulations Project, é um projeto da Universidade do Colorado que disponibiliza gratuitamente vários simuladores de Física, Química, Biologia, Matemática e Geociências (https://phet.colorado.edu/_m/pt_BR/)

esses cursos, dessa forma, poucas instituições privadas sentem-se motivadas a abrir o curso de Física no grau de bacharelado. Além disso, o corpo docente e a estrutura física exigida pelo curso podem elevar o custo da mensalidade.

Para responder essas questões mais pesquisas devem ser realizadas com o objetivo de entender por que cursos de Bacharelado em Física tendem a ser pouco frequentes em instituições privadas de Ensino Superior. No entanto, vale ressaltar que os bacharelados em: Física Médica, Física de Materiais e Física Nanotecnologia foram encontrados em outras instituições privadas, e dessa forma, inferimos que possivelmente as instituições particulares preferem cursos que supostamente têm um caráter mais aplicado e interdisciplinar, sendo cursos para desenvolver os perfis específicos de *Físico-tecnólogo* e *Físico-interdisciplinar* (como previsto pelas DNCCF). Apenas com a atual pesquisa não podemos afirmar se essa preferência é devido às demandas do mercado de trabalho local dessas instituições ou por alguma outra razão (ou razões).

3.2.2 Discussão dos Projetos Político-Pedagógicos e das Grades Curriculares

Após o levantamento ter sido concluído, procuramos os Projetos Político-Pedagógicos (PPP) mais recentes e aprovados de cada um desses cursos para saber como a História, Filosofia ou Sociologia da Ciência vêm sendo abordadas. Para isso, primeiro precisamos conceituar o que é um PPP.

A concepção geral de Projeto Político Pedagógico (PPP) diz tratar-se de documento que, depois de formulado, deve nortear todas as ações da escola. Sua construção dá-se na coletividade e está diretamente relacionada a uma ação de planejamento e, quando inserido na educação superior, possui o mesmo aspecto, obviamente, com sua especificidade, intitulado por Projeto pedagógico, Projeto Institucional, Projeto Educacional ou Projeto Político Pedagógico. Várias são as nomenclaturas dadas ao mesmo (SALES, 2009, p.1).

Ao longo da pesquisa, percebemos a presença dessas várias nomenclaturas de tal forma que é conveniente termos citado esse fato. Ainda com relação ao PPP, Veiga (1998, p. 11-35) afirma que ao construir um projeto “planejamos o que temos intenção de fazer, de realizar. Lançamo-nos para diante, com base no que temos, buscando o possível”. Entendemos que um PPP deve servir de referência para as ações da instituição superior de ensino com relação ao

curso de Física e também, explicitar as intenções do curso. Logo, o que lemos nos PPP deveria corresponder, em algum grau, à execução.

Vale ressaltar que não é viável, em uma única pesquisa, analisar os cotidianos de cada curso para saber se o que está escrito nos PPPs vem sendo aplicado, por isso, novamente, esse fato abre espaço para outras pesquisas que possam aprofundar o assunto. Contudo, é esperado que as intenções e sentido explícito de um PPP sejam vivenciados na prática.

[...] o projeto político-pedagógico vai além de um simples agrupamento de planos de ensino e de atividades diversas. O projeto não é algo que é construído e em seguida arquivado ou encaminhado às autoridades educacionais como prova do cumprimento de tarefas burocráticas. Ele é construído e vivenciado em todos os momentos, por todos os envolvidos com o processo educativo [...] (VEIGA, 1998, p.11-35)

Após a explicação desse entendimento com relação ao conceito de PPP, seguimos para as constatações da pesquisa. Alguns PPPs atualizados não estavam disponíveis nos sites, dessa forma, buscamos as grades curriculares vigentes e enviamos e-mails para as instituições solicitando esses documentos. Finalmente, conseguimos acesso à grade curricular dos 47 cursos e ao PPP de 40 cursos. A leitura das grades curriculares gerou as informações sintetizadas no quadro 5.

Os dados mostram que mais da metade dos cursos possuem disciplinas obrigatórias, enquanto outros 25% dos cursos têm somente disciplinas optativas e o restante (17%) não apresenta disciplinas obrigatórias e nem optativas eletivas.

Percebemos que as disciplinas obrigatórias são iguais ou muito semelhantes (mudando apenas algum nome ou termo) às disciplinas ofertadas na licenciatura da mesma instituição, o que é previsível, dado que são disciplinas complementares. Ou seja, possivelmente as disciplinas da licenciatura são aproveitadas para o bacharelado, ocorre de forma semelhante nas disciplinas optativas, o que nos mostra que não existe um cuidado para formular disciplinas específicas de HFSC para os cursos formadores de *Físicos-pesquisadores*.

Quadro 5: Distribuição dos cursos de Física quanto a disciplinas de HFSC

	Números absolutos	Percentual
Cursos com disciplinas obrigatórias que contemplem História, Filosofia ou Sociologia da Ciência	27	57%
Cursos somente com disciplinas optativas eletivas que contemplem História, Filosofia ou Sociologia da Ciência	12	26%
Cursos que não possuem disciplinas que contemplem História, Filosofia ou Sociologia da Ciência	8	17%
Quantidade total de cursos	47	100%

Fonte: Autor

É preciso salientar que os estudantes dos cursos que estão nos 17% do total que não possuem obrigatórias e nem optativas eletivas, podem realizar disciplinas optativas livres, sendo possível eles terem acesso à História, Filosofia ou Sociologia da Ciência. No entanto, deve-se lembrar que isso depende do estudante ter tempo (pois pode haver sobreposição de horários) e, ainda que o estudante consiga se deslocar para fazer alguma disciplina em outro curso, essa não será planejada segundo às demandas de um bacharel em Física. Portanto, concluímos que a possibilidade de cursar disciplinas livres não resolve por completo o problema desses cursos.

Ainda com relação às optativas, vale lembrarmos também que não há uma obrigatoriedade das instituições oferecerem todas as disciplinas optativas contidas na grade curricular. Logo, se a intenção é possibilitar ao estudante uma compreensão crítica, histórica, filosófica e socialmente contextualizada da Física, como prevê as DNCCF, o ideal é que as disciplinas sejam ofertadas regularmente em regime obrigatório.

Por outro lado, entendemos então, que os cursos cujo PPP prevê as habilidades e competências descritas na DNCCF, mas não tem disciplinas que possibilitem desenvolvê-las, incorrem em uma contradição, ora, como espera-se construir habilidades e competências sem disciplinas que possibilitem construí-las?

Ao todo, 9 PPPs preveem competências relacionadas a entender os aspectos históricos, filosóficos e sociais da Física e não contém disciplinas para construir essas competências. Outro ponto que foi possível observar é o fato de 8 PPPs não explicitarem uma competência relacionada a entender o aspecto histórico, filosófico ou social da Física que possa estabelecer correspondência com a competência 5 prevista nas DNCCF.

Das 8 grades curriculares que não possuem disciplinas com aporte em HFSC estão os dois cursos mais antigos que encontramos, os da Universidade de São Paulo (USP) no campus de São Paulo e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Além disso, 6 dos 8 cursos têm suas datas de criação anteriores ao parecer de 2001 que prevê as DNCCF, no entanto, temos registros de que alguns desses cursos foram reformulados recentemente e mesmo assim não incluírem a competência 5 das DNCCF e nem disciplinas obrigatórias ou eletivas com aporte em HFSC, como por exemplo, os cursos da USP tanto em São Paulo quanto em São Carlos.

Outra constatação relevante é que não encontramos o termo Natureza da Ciência em nenhum PPP, sendo que a discussão a respeito desse tema no Brasil tem pelo menos duas décadas, levando em conta nossos referenciais teóricos. Investigando universidades de renome internacional, encontramos o termo NdC mencionado explicitamente na página do *Department of History and Philosophy of Science*⁸ da *Cambridge University*.

3.2.3 Discussão do Conteúdo Programático das disciplinas obrigatórias relacionadas a HFSC

Com relação às disciplinas obrigatórias, buscamos ler atentamente as ementas e dessa leitura surgiram algumas discussões. Os nomes das disciplinas variam, mas não necessariamente o conteúdo programático delas. Alguns dos nomes mais comuns estão sintetizados no quadro abaixo.

⁸ Pode ser encontrado em <<https://www.hps.cam.ac.uk/study/undergraduate/partib>>. Acesso em 11/08/2020.

Quadro 6: Nomes das disciplinas de HFSC nas grades de Física

Nome da disciplina	Ocorrência
Evolução das ideias (ou conceitos, ou conceitos e teorias) da Física (ou da ciência)	13
História (ou Filosofia, ou história e filosofia) da Física (ou da ciência)	9
Fundamentos Históricos e Filosóficos (ou históricos, filosóficos e sociológicos) da Física	2
Física e Sociedade	3
Outros	6
Total	33

Fonte: Autor

A soma das disciplinas não resulta em 27 pois alguns cursos possuem mais de uma disciplina obrigatória.

Os conteúdos programáticos dessas disciplinas mostram que os nomes pouco determinam os temas que são previstos a serem abordados nas aulas, já que apesar da variedade de nomes há fortes intersecções no conteúdo previsto. Podemos citar os temas: Física na antiguidade grega, a Ciência na Idade Média, Era Moderna, Termodinâmica e Revolução industrial, mudança de pensamento na Física do século XIX para o século XX. Há também várias menções a pensadores renomados entre as bibliografias dessas disciplinas como a *Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Khun, *A Lógica da Pesquisa Científica* de Karl Popper e *Contra o Método* de Paul Feyerabend.

Um questionamento que fizemos ao fim dessa análise foi: Será que os cursos com reformulação recente necessariamente levaram em conta a importância da História, Filosofia e Sociologia da Física (ou da ciência em geral) na formação de bacharéis? A resposta é não. Um exemplo foi o curso da Universidade de São Paulo no campus de São Carlos que foi reformulado em 2017, seu projeto político-pedagógico não explicita a competência prevista nas DNCCF a qual diz respeito a importância de perceber a ciência como uma construção histórica munida de contexto social e cultural. Além disso, o curso mencionado está entre os 17% que não possuem disciplinas obrigatórias e nem optativas eletivas que contemplem HFSC.

3.3 INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TCC: O CASO DA UNIR

Outra questão que emergiu é como os PPP abordam a integração do curso com a pesquisa científica, observamos que essa integração é feita de três maneiras: disciplinas com palestras de assuntos de Física contemporânea, estágio em pesquisa e Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), sendo esse último previsto pelas DNCCF: “É igualmente consensual que, independentemente de ênfase, a formação em Física deve incluir uma monografia de fim de curso, a título de iniciação científica” (BRASIL, 2001, p. 1). Também é afirmado que existem vivências essenciais para a formação de Físicos:

1. Ter realizado experimentos em laboratórios;
2. Ter tido experiência com uso de equipamento de informática;
3. Ter feito pesquisas bibliográficas, sabendo identificar e localizar fontes de informação relevantes;
4. Ter entrado em contato com ideias e conceitos fundamentais da Física e das Ciências, através da leitura de textos básicos;
5. Ter tido a oportunidade de sistematizar seus conhecimentos e seus resultados em um dado assunto através de, pelo menos, a elaboração de um artigo, comunicação ou monografia (BRASIL, 2001, p. 5)

Dentre os 40 PPPs analisados, encontramos 19 cursos com disciplinas obrigatórias que visam expor um panorama a respeito de temas atuais de pesquisa em Física. Seriam essas, uma consequência da formação de pesquisadores em Física ser pautada por manuais, os quais dificilmente adentram os debates contemporâneos? Ora, como esperar que alguém formule novos problemas de pesquisa se, ao longo de toda a formação, só teve contato com problemas supostamente resolvidos (*caixas-pretas*)?

Logo, argumentamos também pela importância de estágios curriculares em pesquisa, do contrário, cientistas em formação não teriam contato com o contexto real de uma investigação, muitos cursos, como o da UNICAMP, concede créditos de disciplinas eletivas pela realização de Iniciações Científicas, mas será que ter esse tipo de experiência não deve ser para todos os formandos? Em nosso levantamento, encontramos 3 cursos com estágios em pesquisa como componente curricular obrigatório e 34 cursos que exigem um TCC.

Para exemplificar, destacamos o caso da UNIR (Fundação Universidade Federal de Rondônia), cujo curso de Bacharelado em Física foi reformulado em 2012. A respeito do estágio em pesquisa, é dito que:

Considerando o perfil desejado de formação do egresso deste curso que é o de físico pesquisador, surge esta atividade de estágio designada: “Estágio em Pesquisa I e II” que pretende contribuir para a formação dos acadêmicos para a pesquisa na área de Física de forma prática e direta [...] As disciplinas de Estágio em Pesquisa visam estimular o envolvimento dos acadêmicos não somente em atividades científicas, tecnológicas, e profissionais como também proporcionar a aprendizagem de técnicas e métodos de pesquisa e estimular o desenvolvimento do pensamento científico e da criatividade dos futuros pesquisadores em Física. (FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA, 2012, p. 97)

As disciplinas de estágio em pesquisa fazem parte da matriz curricular no sexto e sétimo semestre, podendo culminar em um TCC no oitavo semestre do curso. Para a realização desse estágio, o estudante deve procurar um docente para ser seu orientador, e em conjunto com esse, deve ser elaborado um plano de trabalho partindo de uma situação problema de algum tema relacionado à Física. Justifica-se a presença de duas disciplinas, uma em cada semestre, pois é previsto que no primeiro semestre sejam feitas as pesquisas bibliográficas necessárias, já no segundo, o trabalho deverá ser desenvolvido. No final, é exigido a elaboração de uma monografia que, a critério do estudante, poderá ser seu TCC.

Com relação ao papel do orientador nos estágios da UNIR, é pressuposto uma participação ativa na formulação do problema, no processo investigativo (incentivando e provocando a dinamização do processo) e na busca de soluções, cabendo também a responsabilidade de avaliar o estudante.

Recomenda-se também que a pesquisa desenvolvida resulte em um artigo científico ou em um resumo publicado em anais de congressos ou outros eventos, além disso, o desenvolvimento desse projeto pode estar associado com bolsa no programa PIBIC⁹.

Algumas outras universidades têm propostas de integração semelhante a da UNIR, são elas a UFPB (UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, 2016) e a UEPG (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, 2008), já a UEL, tem uma disciplina de preparação para pesquisa: Introdução às Técnicas de Ensino e Pesquisa em Física (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 2009), também é comum cursos com disciplinas de Metodologia de Pesquisa Científica, no entanto, são realizadas majoritariamente por manuais, não configurando disciplinas

⁹ Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica.

verdadeiramente investigativas. Outros cursos possuem um TCC dividido em dois semestres, configurando uma pesquisa anual, é o caso, por exemplo, da UFBA (UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, 2015) e da UNB (UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2014), sendo que nessa última o primeiro semestre consiste em um projeto de pesquisa, e o segundo, em uma monografia, algo semelhante é feita na Universidade de Buenos Aires¹⁰ onde o trabalho de conclusão de curso (chamado de *tesis*) tem duração de 9 meses. Outro caso que destacamos é da UFMG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2018), nessa instituição existe a obrigatoriedade em se cumprir um mínimo de 6 e um máximo de 20 créditos em Atividades Acadêmico-científicas-culturais, que consistem em: estudo orientado, participação em evento, iniciação à pesquisa, à docência e à extensão, monografia, vivência profissional ou publicação científica, logo, o estudante é introduzido no ambiente de pesquisa de alguma forma.

Tendo em vista nossos referenciais teóricos, concluímos que a proposta curricular da UNIR tem potencial de incentivar a criatividade, introduzir os estudantes em contextos reais de pesquisa, na prática da escrita científica e integrá-los na comunidade acadêmica. Possivelmente, essa integração entre ensino, pesquisa e divulgação torna desnecessário distorcer a História da Física para fazer o estudante se sentir parte de uma tradição de sucesso na construção do conhecimento, pois o estudante estará inserido ativamente (e não passivamente) nesse processo.

3.4 HFSC: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (UFBA)

Essa seção foi dedicada a comentar o caso da Universidade Federal da Bahia, pois o PPP do curso de Bacharelado em Física dessa Instituição chamou nossa atenção. O curso de Física tanto no grau licenciatura como no grau bacharelado da UFBA foi reformulado no ano de 2015. O novo PPP é bem mais detalhado do que de outras instituições e isso gerou um destaque desse documento em relação aos demais. O primeiro aspecto que observamos é que esse PPP discute a necessidade de um curso de Física atual se adequar às novas demandas

¹⁰ Pode ser encontrado em: <<https://www.df.uba.ar/es/futuros-estudiantes/guia-para-el-estudiante>>.

do mercado e também da pesquisa científica, possibilitando uma formação ampla e interdisciplinar.

Outra preocupação desse PPP foi relacionada à evasão nos cursos, já que o documento admite que a evasão é alta, mas argumenta que está dentro da média nacional. Uma razão que poderia diminuir essa evasão é a adição de disciplinas de cunho conceitual “onde os aspectos históricos e epistemológicos da física são abordados” (UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, 2015, p.5) pois essas disciplinas ajudaram a Licenciatura em Física no período noturno da mesma instituição a ter uma menor evasão.

É afirmado que a reestruturação tem intenção de uniformizar os cursos de Física fortalecendo o “núcleo básico comum entre os cursos de licenciatura e bacharelado” (UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, 2015, p.4). Ressaltamos que as competências e habilidades previstas no perfil do egresso estão de acordo com a DNCCF, contudo, é acrescentado também a seguinte competência: “Dominar o processo de construção do conhecimento em Física, assim como o processo de ensino desta ciência através com o conhecimento de conteúdo pedagógico”. Aparentemente tal competência é mais direcionada para o curso de licenciatura, todavia, não é unicamente para esse grau e sim para ambos.

As disciplinas que passam a ser obrigatórias no bacharelado, com essa reestruturação, se chamam: Conceitos de Física A, B e C e também Filosofia da Física A, ou seja, são quatro disciplinas para discutir aspectos históricos e filosóficos da Física. Assim, esse curso se destaca por ter a maior carga horária destinada para formação complementar em HFSC.

No que diz respeito à ementa das disciplinas, elas seguem uma cronologia histórica e são simultâneas às disciplinas de Física geral. Assim, no mesmo momento em que se estuda mecânica na disciplina padrão de Física Geral e Experimental I, os estudantes estudam a Mecânica de um ponto de vista histórico e conceitual na disciplina de Conceitos de Física A. O mesmo ocorre com Conceitos de Física B (Termodinâmica) e Conceitos de Física C (Eletromagnetismo).

Há também a Filosofia da Física A, disciplina que repete tópicos das outras três, mencionando as origens históricas e filosóficas da Física, discutindo assuntos como: Física Aristotélica, conceito de calor na era pré-industrial, o eletromagnetismo e também as origens da Física contemporânea. Em sua ementa, parece ser uma disciplina que propõe forte aporte histórico, apesar de não constar

tópicos filosóficos como a discussão de conceitos básicos como: teoria, lei, métodos, modelos e etc.

Ressaltamos mais uma vez, o que está escrito nesses documentos não necessariamente representam a prática na instituição. O(a) docente que assumir essas disciplinas pode muito bem estar discutindo a NdC em aula, no entanto, pelas ideias defendidas por Veiga (1998), é razoável afirmar que tais tópicos deveriam estar explicitados no PPP.

A seguinte questão emergiu na análise desse documento: Ora, será que esse núcleo comum entre bacharelado e licenciatura é uma boa ideia? Por outro lado, Gaudio e Pietrocola (2019) realizam uma investigação no curso de Física da Universidade Federal do Espírito Santo, em que a reestruturação (ocorrida em 2008) fez o caminho inverso: separou o bacharelado e a licenciatura, excluindo assim o núcleo comum entre os cursos. As consequências de tal separação tendem a ser negativas para a licenciatura, de acordo com Gaudio e Pietrocola (2019, p.2):

No âmbito curricular, as disciplinas do Bacharelado não sofreram grandes mudanças. Na Licenciatura, entretanto, houve reestruturação completa de sua grade de disciplinas. Para termos ideia, nos quatro primeiros períodos foram introduzidas nada menos que sete disciplinas exclusivas desta modalidade. Naturalmente que outras tantas disciplinas, que outrora eram emparelhadas à grade do Bacharelado, foram transferidas para outros períodos, modificadas, ou simplesmente suprimidas. [...] No âmbito das relações pessoais entre bacharelados e licenciandos, as consequências foram ainda mais danosas, pois a reforma curricular fez surgirem enormes diferenças entre as duas modalidades. O principal motivo dessa diferenciação foi a separação física dos alunos, que não mais se encontravam, nem conversavam e muito menos sabiam o que os colegas do outro turno faziam na universidade. Para piorar as coisas, os licenciandos passaram a estudar em ambiente insalubre e perigoso.

Ainda de acordo com Gaudio e Pietrocola (2019), o perigo é devido a insuficiente segurança durante a noite e insalubridade por conta de defeitos de iluminação e excesso de mosquitos. Uma das consequências foi que poucos docentes queriam ministrar as disciplinas noturnas, gerando uma demanda por professores substitutos e também afastando os licenciandos dos professores efetivos. Dessa forma, “aumentou a predileção de muitos professores pesquisadores pelos alunos do bacharelado, uma vez que estes invariavelmente seriam a matéria prima da pós-graduação em Física” (GAUDIO e PIETROCOLA, 2019, p. 3).

Apesar desses pontos negativos, Gaudio e Pietrocola (2019) afirmam que academicamente não houve prejuízo para a licenciatura, visto que o

desempenho dos licenciandos em uma avaliação conduzida pelo estudo foram superiores ao desempenho dos bacharelados. Logo, não podemos concluir se deve ser separado o bacharelado da licenciatura, já que isso é relativo e depende das condições e do contexto da instituição.

3.5 ENSINO INVESTIGATIVO: O CASO DA ÉCOLE POLYTECHNIQUE (FRANÇA)

Ao longo do levantamento dos dados dessa pesquisa, procuramos também exemplos de Universidades renomadas de fora do Brasil. A intenção não é copiar o que outras instituições fazem, até porque estaríamos negando a diferença de contexto, o que pretendemos é conhecer exemplos de sucesso em outros países e ter ideias para adaptar à realidade local.

A *École Polytechnique* em Paris (França) foi o caso que chamou nossa atenção, contudo, primeiramente precisamos contextualizar a instituição. De acordo com o site¹¹ da própria instituição, a *École Polytechnique* foi fundada em 1794 tendo tradição em pesquisas de alta performance assim como inovação tecnológica e responsabilidade social. Historicamente, vários cientistas famosos estudaram na instituição: Poincaré, Ampère, Fresnel, Schwartz além de três presidentes da França, três prêmios Nobel, um ganhador da Medalha Fields e vários CEO de grandes empresas como Citröen.

Tendo sido considerada a 13ª melhor Universidade do Mundo pelo QS University Ranking 2015/2016 graças a ênfase na inovação metodológica para o ensino, a *École Polytechnique* tem foco em inovação tecnológica e ciências aplicadas, não deixando de ter excelência também em pesquisas de base. Seu currículo é inteiramente perpetuado pela investigação, onde os estudantes têm contato e resolvem problemas reais em colaboração com os docentes. Outros diferenciais da instituição é a responsabilidade social e valorização do conhecimento humano, nesse sentido, os estudantes têm acesso a uma vasta quantidade de disciplinas eletivas como História da Ciência e Tecnologia, Filosofia da Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento Profissional, além da integração cultural com música, literatura e demais artes. Além disso, há a prática obrigatória de algum esporte, sendo opcional a prática desse esporte com fins competitivos.

¹¹ Disponível em <<https://programmes.polytechnique.edu/en/about>>. Acesso em 16/08/2020.

Com relação ao currículo da instituição, há uma busca por um ensino multidisciplinar, havendo três opções de formação a nível de bacharelado chamados *Double Majors*, em uma tradução livre: dupla titulação, todo com duração de seis semestres. As opções são: Matemática e Computação, Matemática e Economia ou Matemática e Física (ÉCOLE POLYTECHNIQUE, 2019). Contudo, o fato do Bacharelado em Física vir acompanhado do Bacharelado em Matemática não significa que o estudante não terá formação sólida em Física Experimental, ao contrário, há uma grande quantidade de disciplinas obrigatórias de laboratório: Beginner's Physics Lab I e II, Advanced Lab I, II e III (ÉCOLE POLYTECHNIQUE, 2019).

O primeiro ano do curso é geral com disciplinas de matemática, química, física e economia, a opção pela dupla titulação é feita no segundo ano. As disciplinas são realizadas com cunho investigativo, onde os estudantes podem resolver problemas reais e não apenas cópias de problemas artificiais de livro-texto, além disso, é comum a utilização de textos nos moldes científicos como avaliações, estimulando os estudantes a se habituarem com a escrita científica.

Assim como é comumente feito no Brasil, as três opções de bacharelado da École Polytechnique exigem um trabalho de conclusão de curso chamado de *Bachelor Thesis*.

Os estudantes devem realizar uma tese de Bacharelado ligada à dupla titulação no sexto semestre (segundo semestre do terceiro ano). A tese é composta por um estágio de pesquisa em laboratório, um texto escrito e uma defesa oral (ÉCOLE POLYTECHNIQUE, 2019, tradução nossa).

Essa proposta se assemelha um pouco a da UNIR, com exceção do fato de ser bem mais rápida, contudo, lembramos que o curso da École de Polytechnique segue uma estrutura europeia de três anos e não quatro, como são os Bacharelados em Física no Brasil.

A parte da tese de bacharelado realizada em laboratório tem duração de 8 semanas e pode ser feita em laboratórios da própria École Polytechnique ou em instituições parceiras, além disso, também é necessária uma revisão bibliográfica na área de interesse identificando possíveis contribuições ou inconsistências que sirvam como argumento ou hipótese para o teste em laboratório (aqui não há estipulação de tempo).

Como foi dito, a intenção de buscar exemplos no exterior é ter ideias de como podemos resolver alguns problemas, nesse caso, argumentamos que associar o TCC dos cursos a um estágio obrigatório em pesquisa parece uma boa ideia, a qual inclusive já é praticada pela UNIR. Outra ideia que tivemos é com relação à própria metodologia utilizada pela École Polytechnique, onde o ensino não se baseia unicamente na resolução de problemas artificiais, dessa forma, pode ser interessante que nas disciplinas finais do Bacharelado em Física (como é concebido no Brasil) não tenham apenas avaliações tradicionais mas também projetos que lidam com problemas reais e também a escrita de textos científicos ao final da disciplina. Evidentemente, não é necessário que toda disciplina seja pensada dessa forma, uma possibilidade seria uma disciplina por semestre contar com um projeto e/ou um texto nos moldes científicos, dessa forma, o estudante será estimulado a investigar algum assunto da forma ativa e não seguir roteiros ou reproduzir trechos dos livro-textos comumente utilizados.

Concluimos, com esse capítulo, que os cursos de Bacharelado em Física no Brasil parecem não ter disciplinas com aporte histórico, filosófico e sociológico pensadas para o perfil de *Físico-pesquisador*, ainda sim, não podemos defender que os cursos de licenciatura e bacharelado precisam ser necessariamente separados, visto que temos um exemplo de unificação que, até então, parece promissor e um caso de separação que trouxe problemas sociais explícitos. Concluimos também que muitos PPPs possuem incoerências com as DNCCF, acredita-se, com isso, que a formação de bacharéis precisa ser pesquisada e debatida. Por fim, defendemos a adoção da HFSC tanto como componente curricular como também para orientador a construção dos currículos, incluindo disciplinas com ensino mais investigativo e também associar o TCC a um estágio de pesquisa (seja teórico ou experimental), inserindo assim o estudante no contexto científico.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo serão discutidos os procedimentos metodológicos, para isso, o capítulo será dividido em cinco seções. Primeiramente discutiremos onde esse trabalho se localiza em termos metodológicos e justificamos a razão desse trabalho ter relevância para área de Ensino de Física. Logo após, apresentaremos os objetivos do trabalho, divididos em geral e específicos. Posteriormente,

discutiremos a elaboração do questionário e, por fim, como foi feita a análise dos dados obtidos.

4.1 PESQUISA QUALITATIVA

O presente trabalho se enquadra como uma Pesquisa Qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (1994) esse tipo de pesquisa tem um caráter descritivo e também interpretativo e se caracteriza por um interesse no processo e nos seus significados mais do que no resultado ou produto final.

1. Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural constituindo o investigador o instrumento principal.
2. A investigação qualitativa é descritiva.
3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos.
4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva
5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 47-50)

Com relação às cinco características enunciadas acima, vale problematizar a de número 4, pois acreditamos na ciência com um caráter dedutivo, assim sendo, o trabalho segue de maneira hipotético-dedutiva e não indutiva.

Um aspecto importante que deve ser ressaltado é que a pesquisa qualitativa tem caráter pluri metodológico, pois “não se baseia em um conceito teórico e metodológico unificado” (FLICK, 2009, p. 25). Outro aspecto importante é que esse tipo de investigação não se preocupa em fazer generalizações, Flick (2009) afirma que a pesquisa qualitativa não almeja obter resultados válidos em qualquer circunstância.

Ainda com relação a esse tipo de pesquisa, assumimos também a afirmação de Bogdan e Biklen (1994) de que o pesquisador que opta por uma pesquisa qualitativa precisa partir da ideia de que nada é trivial, portanto, deve ter a tarefa minuciosa de analisar os dados e procurar significados, além de construir novas compreensões neles. Bogdan e Biklen (1994) também enfatizam que uma pesquisa qualitativa não necessariamente exclui a presença de números, por exemplo em contagens frequenciais.

4.2 OBJETIVOS

Como já foi mencionado, dividimos os objetivos desse trabalho em geral e específicos. Entendemos que o objetivo geral do trabalho deve ser uma questão mais ampla e que os objetivos específicos devem residir dentro desse objetivo mais vasto a fim de responder o questionamento inicial que gerou a pesquisa.

Objetivo Geral:

- Conhecer as noções de docentes de cursos de Bacharelado em Física a respeito de questões da Natureza da Ciência.

Objetivos específicos:

- Conhecer a noção dos docentes pesquisados a respeito do que vem a ser o conhecimento científico.

- Conhecer a noção dos docentes pesquisados acerca de alguns conceitos presentes na Ciência

- Identificar a presença da HFSC na formação desses docentes.

4.3 CONSTRUÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Para obter os dados que precisamos e se possível responder os objetivos específicos da pesquisa, optamos por um questionário aberto. Segundo Lederman et al. (2002) instrumentos padronizados podem limitar conclusões significativas a respeito da NdC. Assim sendo, estudamos o questionário “VNOS-C (Views of Nature of Science, Form C)”, elaborado e validado por Norman Lederman e colaboradores” (TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009, p. 530) bem como o questionário desenvolvido por Mendes e Batista (2016).

Mesmo assim, chegamos a conclusão de que deveríamos construir um questionário próprio que correspondesse às nossas demandas. Portanto, partimos do modelo de VNOS-C e também das discussões levantadas no capítulo 1 para construir o questionário apresentado no quadro abaixo:

Quadro 7: Perguntas do questionário

1.	Você frequentou disciplinas na sua formação inicial ou curso complementar que tenha abordado noções de História, Filosofia ou Sociologia da Ciência? Se sim, qual (ou quais)? Comente a respeito de como foi essa (essas) disciplina(s).
2.	Você costuma discutir historicamente, filosoficamente ou sociologicamente algum tópico do conteúdo da(s) disciplina(s) (dentre as disciplinas específicas do Bacharelado) que leciona/lecionou? Qual tópico e de que forma? Caso a resposta seja negativa apresente alguma justificativa.
3.	O que você entende por ciência?
4.	O conhecimento científico se distingue do senso comum? De que forma?
5.	Há diferenças entre uma teoria científica e uma lei científica? Justifique e apresente um exemplo.
6.	Uma teoria científica pode ser alterada com o tempo? Justifique apresentando algum exemplo.
7.	Cientistas utilizam a criatividade durante suas investigações? Justifique apresentando algum exemplo.
8.	Os mesmos dados podem conduzir a conclusões diferentes? Justifique como isso é (ou não é) possível.
9.	Você acredita que fatores sociais, culturais, políticos, econômicos e filosóficos podem influenciar a produção científica? Justifique sua resposta apresentando exemplos.

Fonte: Autor

Essas questões foram decodificadas intersubjetivamente pelos integrantes do grupo de pesquisa IFHIECEM¹². Em seguida, realizamos um levantamento de docentes de Física para enviar o questionário. Para isso, vasculhamos as páginas dos programas de graduação em Física no grau bacharel que foram levantados e discutidos no capítulo 2.

Os questionários foram confeccionados através da plataforma *google formulários* e enviados por e-mail para os docentes previamente selecionados. Nessa etapa da pesquisa, tomamos os cuidados éticos necessários.

¹² Grupo de Pesquisa: **Investigações em Filosofia e História da Ciência, Educação Científica e Matemática** (<http://www.uel.br/grupo-pesquisa/ifhiecem/>), com apoio do CNPQ e PROPPG/UEL.

1. As identidades dos sujeitos devem ser protegidas, para que a informação que o investigador recolhe não possa causar-lhe qualquer tipo de transtorno ou prejuízo. O anonimato deve contemplar não só o material escrito, mas também os relatos verbais das informações recolhidas durante as observações. O investigador não deve revelar a terceiros informações sobre os seus sujeitos e deve ter particular cuidado para que a informação que partilha no local da investigação não venha a ser utilizada de forma política ou pessoal.
2. Os sujeitos devem ser tratados respeitosamente e de modo a obter a sua cooperação da investigação. Ainda que alguns autores defendam o uso da investigação dissimulada, verifica-se consenso relativo que na maioria das circunstâncias os sujeitos devem ser informados sobre os objetivos da investigação e o seu consentimento obtido. Os investigadores não devem mentir aos sujeitos nem registrar conversas ou imagens com gravadores escondidos.
3. Ao negociar a autorização para efetuar um estudo, o investigador deve ser claro e explícito com todos os intervenientes relativamente aos termos de acordo e deve respeitá-lo até a conclusão do estudo. Se aceitar fazer algo como moeda de troca pela autorização, deve manter sua palavra. Se concordar em não publicar os seus resultados, deve igualmente manter a palavra dada. Dado que os investigadores levam a sério as promessas que fazem, deve-se ser realista nas negociações.
4. Seja autêntico quando escrever os resultados. Ainda que as conclusões a que chega possam, por razões ideológicas, não lhe agradar, e se possam verificar pressões por parte de terceiros para apresentar alguns resultados que os dados não contemplam, a característica mais importante de um investigador deve ser a sua devoção e fidelidade aos dados que obtém, confeccionar ou distorcer dados constitui o pecado mortal de um cientista. (BOGDAN E BIKLEN, 1994, p. 77)

A fim de cumprir com esses preceitos éticos, o formulário apresenta um termo de consentimento livre e esclarecido, o qual se encontra no Anexo A. Com isso, cada docente autorizou a publicação dos dados. Para analisar os dados utilizamos a Análise de Conteúdo segundo Bardin (2016), tal metodologia será explicada na seção a seguir.

4.4 ANÁLISE DE CONTEÚDO

Para realizar a análise dos dados levantados, elegemos a *Análise de Conteúdo* segundo Bardin (2016) como nosso referencial metodológico. Para Bardin (2016, p. 34) “precisamos rejeitar as compreensões espontâneas” pois nesse caso, corremos o risco de “projetar nossa própria subjetividade”. Bardin (2016, p. 34) ainda afirma que essa “atitude de vigilância crítica exige o desvio metodológico e o emprego de técnicas de ruptura” e são mais úteis para o pesquisador “quanto mais ele tenha sempre uma impressão de familiaridade face ao seu objeto de análise”.

Assim sendo, a *Análise de Conteúdo* parece ser uma escolha adequada pois dialoga com a definição de pesquisa qualitativa adotada, sendo uma

metodologia hipotética-dedutiva, segundo a qual precisamos ser capazes de “compreender para além dos significados imediatos” (BARDIN, 2016, p. 34) e também converge com os referenciais teóricos adotados. Justificada a escolha da metodologia vamos descrever o que Bardin entende por *Análise de Conteúdo* e dessa forma teremos o arcabouço metodológico que guiará o restante desse trabalho.

Bardin (2016, p. 44) afirma que “a análise de conteúdo aparece como um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”, dessa forma, não consiste em uma técnica mas sim um conjunto de técnicas.

Afirmamos também que segundo o trecho citado a análise de conteúdo pretende ser objetiva. Entendemos, todavia, a complexidade da discussão a respeito da *objetividade* de uma metodologia, portanto, preferimos os termos *intersubjetividade e impessoalidade*.

A análise de conteúdo exige também uma organização, e encontra-se dividida em etapas chamadas de:

- 1) pré-análise;
- 2) exploração do material;
- 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A primeira etapa, chamada de pré-análise consiste na organização, ela se configura na exploração sistemática, contudo não estruturada, dos documentos. Para isso, Bardin (2016) explica algumas técnicas com destaque para a leitura flutuante e a escolha do documento.

A leitura flutuante consiste no primeiro contato com os documentos, em que obtemos as primeiras impressões que, ao longo da leitura, vão se tornando mais precisas. Nesse sentido, podem emergir hipóteses e também projetar teorias no material. Já a escolha do documento consiste na determinação a priori do universo ao qual pertence os documentos analisados.

Fizemos a opção por não formularmos hipóteses ao longo da pré-análise, essa não é uma exigência da metodologia e nossas unidades serão feitas previamente e decodificadas intersubjetivamente, evitando assim a emergência de hipóteses ao longo da leitura. Dessa maneira, o universo de documentos foi,

evidentemente, os questionários aplicados.

Uma vez tendo o universo demarcado, Bardin (2016) afirma que proceder-se-á a constituição de um *corpus*, ou seja, o conjunto dos documentos aos quais serão submetidos aos procedimentos analíticos. Para isso, existem algumas regras, dentre as quais uma é importante para o nosso trabalho:

Regra da exaustividade: todos os elementos do corpus devem ser analisados, não podendo excluir arbitrariamente nenhum sem a devida justificativa rigorosa.

As demais regras versam a respeito de pesquisas que selecionam uma amostragem dentro do *corpus*, o que não é o caso do presente estudo. Dentre as várias análises de conteúdo possíveis, decidimos pela análise temática, pois esse método se adequa aos nossos objetivos, visto que se refere à “contagem de um ou vários temas ou itens de significado numa unidade de codificação previamente determinada” (BARDIN, 2016, p. 77).

Elaboramos então Unidades de Análise previamente à entrega dos questionários e decodificadas intersubjetivamente pelos integrantes do IFHIECEM. Essas unidades de análise compreendem Unidades Temáticas de Contexto (UC) que, por sua vez, possuem Unidades Temáticas de Registro (UR).

Unidade de registro – É a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial (BARDIN, 2016, p. 134).

Unidade de contexto – A unidade de contexto serve de unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem cujas dimensões (superiores às unidades de registro) são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro (BARDIN, 2016, p. 137).

Segundo Bardin (2016) as UR devem possuir as características:

- Exclusão mútua: Um mesmo elemento não pode estar em duas UR distintas.
- Homogeneidade: A organização das unidades devem ser governadas por um único princípio.
- Pertinência: a UR deve pertencer ao quadro teórico definido.

- **Objetividade¹³ e fidelidade:** Dessa forma, as respostas devem seguir o critério da intersubjetividade, logo, se bem justificado e bem estabelecidas, as unidades de registro levarão diferentes subjetividades a classificar igualmente as respostas e também o critério da impessoalidade, dessa forma, as classificações dependem dos referenciais teóricos e metodológicos e não da “opinião” dos pesquisadores.
- **Produtividade:** os resultados devem ser frutíferos.

Cronologicamente, primeiro construímos o questionário, em seguida, as UC que expressam a compreensão que temos com relação a cada pergunta, e, por fim, as respectivas UR. A seguir, apresentamos as unidades de contexto e registro que dizem respeito a cada pergunta feita no questionário.

Questão 1: Você frequentou disciplinas na sua formação inicial ou curso complementar que tenha abordado noções de História, Filosofia ou Sociologia da Ciência? Se sim, qual (ou quais)? Comente a respeito de como foi essa (essas) disciplina(s).

Unidade Temática de Contexto 1 (UC1): **Aportes Históricos, Filosóficos ou Sociológicos da Ciência durante a graduação.** Essa unidade foi elaborada com intuito de identificar se os sujeitos de pesquisa têm alguma formação na qual receberam informações a respeito da HFSC.

Para a UC1, organizamos seis Unidades Temáticas de Registro (UR) prévias.

- **UR 1.1 História, Filosofia ou Sociologia da Ciência na formação inicial,** para agrupar registros de docentes que tiveram disciplinas específicas de HFSC na formação inicial.
- **UR 1.2 História, Filosofia ou Sociologia da Ciência em curso complementar,** para agrupar registros de docentes que realizaram cursos complementares específicos em HFSC.
- **UR 1.3 História, Filosofia ou Sociologia da Ciência na formação inicial e em curso complementar,** para agrupar registros de docentes

¹³ Como já foi dito, preferimos os termos intersubjetividade e impessoalidade.

que tiveram disciplinas específicas de HFSC na formação inicial e também cursos complementares específicos.

- UR 1.4 **História, Filosofia ou Sociologia da Ciência em curso não específico**, para agrupar registros de docentes que tiveram aportes em HFSC em cursos correlatos sem especificação.
- UR 1.5 **Ausência de aportes em HFSC**, para agrupar registros de docentes que não tiveram aportes em HFSC.
- UR 1.6 **Não contempla a pergunta**, para agrupar registros que indicam incompreensão da pergunta e incoerência na resposta com relação ao que foi questionado.

Questão 2: Você costuma discutir historicamente, filosoficamente ou sociologicamente algum tópico do conteúdo da(s) disciplina(s) (dentre as disciplinas específicas do Bacharelado) que leciona/lecionou? Qual tópico e de que forma? Caso a resposta seja negativa apresente alguma justificativa.

Unidade Temática de Contexto 2 (UC2): **Discussão da História, Filosofia ou Sociologia da Ciência na prática como docente**. Essa unidade foi elaborada com intuito de identificar se os docentes buscam discutir a Natureza da Ciência em suas aulas por meio de debates históricos, filosóficos ou sociológicos.

Para essa Unidade de Contexto, organizamos cinco Unidades Temáticas de Registro (UR) prévias.

- UR 2.1 **Discute aspectos da HFSC e exemplificou**, para agrupar registros de docentes que afirmam discutirem algum(s) tópico(s) de maneira histórica, filosófica ou sociológica e exemplificaram.
- UR 2.2 **Discute aspectos HFSC, mas não exemplificou**, para agrupar registros de docentes que afirmam discutirem algum(s) tópico(s) de maneira histórica, filosófica ou sociológica, mas não exemplificaram.
- UR 2.3 **Não discute e apresentou justificativa**, para agrupar registros de docentes que afirmam não discutirem algum(s) tópico(s) de maneira histórica, filosófica ou sociológica e justificaram.
- UR 2.4 **Não discute e não apresentou justificativa**, para agrupar registros de docentes que afirmam não discutirem algum(s) tópico(s) de maneira histórica, filosófica ou sociológica, mas não justificaram.

- UR 2.5 **Não contempla a pergunta**, para agrupar registros que indicam incompreensão da pergunta e incoerência na resposta com relação ao que foi questionado.

Questão 3: O que você entende por ciência?

Unidade Temática de Contexto 3 (UC3): **Noções docentes a respeito da Ciência**. Essa unidade foi elaborada com intuito de identificar as noções que os docentes possuem a respeito do que vem a ser a Ciência.

Para essa Unidade de Contexto, também organizamos cinco Unidades Temáticas de Registro (UR) prévias.

- UR 3.1 **Visão empírico-indutivista, atórica e neutra da Ciência**, para agrupar registros de docentes que entendem a Ciência como conhecimento advindo unicamente da experiência e generalização de resultados, entendendo a Ciência também como produto pronto e acabado, negando os fatores históricos e sociais que influenciam a Ciência ou também o papel das teorias na construção do conhecimento científico.

- UR 3.2 **Visão falsificacionista ou refutacionista da Ciência**, para agrupar registros de docentes que reproduzem uma visão falsificacionista da Ciência, segundo a qual a Ciência se baseia na formulação de conjecturas e cresce segundo refutações dessas, reconhecendo parcialmente o papel das teorias, mas ainda podendo apresentar uma visão acumulativa do conhecimento científico.

- UR 3.3 **Visão da Ciência como consenso**, para agrupar registros de docentes que compreendem a Ciência como uma questão de consenso entre participantes de uma comunidade científica.

- UR 3.4 **Visão adequada com relação a NdC**, para agrupar registros de docentes que reproduzem uma visão da Ciência como uma construção humana contextualizada histórica e socialmente, como um conhecimento parcial, teórico, falível, passível de mudanças e reinterpretções, fruto de debates, construções e reconstruções e etc. Ou sejam uma visão adequada com relação ao referencial teórico do capítulo 1.

- UR 3.5 **Não contempla a pergunta**, para agrupar registros que indicam incompreensão da pergunta e incoerência na resposta com relação ao que foi questionado.

Questão 4: O conhecimento científico se distingue do senso comum? De que forma?

Unidade Temática de Contexto 4 (UC4): **Distinção entre o conhecimento científico e o senso comum.** Essa unidade foi elaborada com intuito de identificar o que os sujeitos entendem por senso comum e como distinguem a ciência desse.

Para essa Unidade Temática de Contexto, organizamos seis Unidades Temáticas de Registro.

- UR 4.1 **Não distingue**, para agrupar registros que apresentam a ciência como qualquer outra forma de conhecimento, não individualizando as características do conhecimento científico.
- UR 4.2 **Ciência como conhecimento certo e senso comum como “opinião”**, para agrupar registros de docentes que entendem a Ciência como conhecimento técnico, exato, infalível e, por outro lado, demonstra entender o senso comum como inferior em algum sentido por ser apenas opinião.
- UR 4.3 **Ciência como conhecimento não dogmático e o senso comum como inflexível**, para agrupar registros de docentes que entendam a Ciência como um conhecimento passível de revisão enquanto o senso comum é inflexível e dogmático.
- UR 4.4 **Ciência como extensão e refinamento do senso comum**, Para agrupar registros de docentes que entendem a Ciência como um conhecimento que não depende exclusivamente da subjetividade de algum indivíduo, mas sim da colaboração de uma comunidade.
- UR 4.5 **Ciência se diferencia pelo emprego de um método**, para agrupar registros de docentes que entendem a Ciência como um corpo de conhecimento metódico, sistemático e organizado, enquanto o senso comum não contempla essas características.
- UR 4.6 **Não contempla a pergunta**, para agrupar registros que indicam incompreensão da pergunta e incoerência na resposta com relação ao que foi questionado.

Questão 5: Há diferenças entre uma teoria científica e uma lei científica? Justifique e apresente um exemplo.

Unidade Temática de Contexto 5 (UC5): **Distinção entre teoria e lei científica.** Essa unidade foi elaborada com intuito de identificar o que os sujeitos entendem por teoria e lei e como as diferenciam.

Nesse caso, organizamos cinco Unidades Temáticas de Registro

- UR 5.1 **Não distingue**, para agrupar registros de docentes que entendam lei e teoria como sinônimos.
- UR 5.2 **Resposta com divergência ou polissemia**, para agrupar registros de docentes que diferenciam lei e teoria, no entanto, no momento de justificar se confundem invertendo o exemplo com a definição.
- UR 5.3 **Teoria como possibilidade e lei como certeza**, para agrupar registros de docentes que entendem teoria como uma possibilidade, ou seja, algo que ainda não é certo e a lei como algo certo e infalível. Nessa visão, é possível também encontrarmos a afirmação equivocada de que teorias evoluem para leis.
- UR 5.4 **Entende a teoria como corpo organizado de conhecimento e as leis como enunciados**, para agrupar registros de docentes que entendam teorias como corpos organizados de conhecimento, contendo leis, regras de manipulação de símbolos, interpretações, consequências, hipóteses e etc e entendam as leis como enunciados (proposições) que relacionam conceitos científicos.
- UR 5.5 **Não contempla a pergunta**, para agrupar registros que indicam incompreensão da pergunta e incoerência na resposta com relação ao que foi questionado.

Questão 6: Uma teoria científica pode ser alterada com o tempo? Justifique apresentando algum exemplo.

Unidade Temática de Contexto 6 (UC6): **Modificações das teorias ao longo da história.** Essa unidade foi elaborada com intuito de identificar as noções dos docentes a respeito do caráter mutável das teorias científicas.

Para a UC6, organizamos quatro Unidades Temáticas de Registro.

- UR 6.1 **Teoria como algo inalterado**, para agrupar registros de

docentes que entendem que as teorias científicas não se modificam com o tempo, visão que não leva em conta reconstruções e reinterpretções de enunciados e experimentos.

- **UR 6.2 Teoria se altera pelo acréscimo de novas informações**, para agrupar registros de docentes que entendem as teorias como acumulativas, que só mudam pelo acréscimo de novas informações e estudos, mas que nesse processo não há modificações na estrutura da própria teoria, impossibilitando revisões.

- **UR 6.3 Teoria se altera possibilitando revisões e novos conhecimentos**, para agrupar registros de docentes que entendam que as teorias são mutáveis não apenas por processos acumulativos mas também pela revisão do conhecimento já estabelecido.

- **UR 6.4 Não contempla a pergunta**, para agrupar registros que indicam incompreensão da pergunta e incoerência na resposta com relação ao que foi questionado.

Questão 7: Cientistas utilizam a criatividade durante suas investigações? Justifique apresentando algum exemplo.

Unidade Temática de Contexto 7 (UC7): **O papel da criatividade na Ciência**. Essa unidade identifica as noções dos docentes a respeito do papel da criatividade na construção do conhecimento científico.

Para essa Unidade Temática de Contexto, organizamos cinco Unidades Temáticas de Registro.

- **UR 7.1 Nega o papel da criatividade e justifica**, para agrupar registros de docentes que negam o papel da criatividade na construção do conhecimento científico e justificam de maneira coerente com o que foi perguntado.

- **UR 7.2 Nega o papel da criatividade na Ciência e não justifica**, para agrupar registros de docentes que negam o papel da criatividade na construção do conhecimento científico, mas não justificaram a resposta.

- **UR 7.3 Afirma o papel da criatividade na Ciência e justifica**, para agrupar registros de docentes que afirmam o papel da criatividade na construção do conhecimento científico e justificaram a resposta.

- **UR 7.4 Afirma o papel da criatividade na Ciência, mas não**

justifica, Para agrupar registros de docentes que afirmam o papel da criatividade na construção do conhecimento científico, mas não justificaram a resposta.

- UR 7.5 **Não contempla a pergunta**, para agrupar registros que indicam incompreensão da pergunta e incoerência na resposta com relação ao que foi questionado.

Questão 8: Os mesmos dados podem conduzir a conclusões diferentes? Justifique como isso é (ou não é) possível.

Unidade Temática de Contexto 8 (UC8): **A relação entre os dados e as conclusões na Ciência**. Essa unidade identifica as noções dos docentes a respeito da relação entre os dados empíricos e as conclusões na produção científica.

Nessa Unidade Temática de Contexto, foram organizadas seis Unidades Temáticas de Registro.

- UR 8.1 **Os dados levam a uma única conclusão e justifica**, para agrupar registros de docentes que entendem que os dados só podem levar a uma conclusão verdadeira, negando o papel da interpretação ou apresentando uma visão ateórica da Ciência
- UR 8.2 **Os dados levam a uma única conclusão sem justificativa**, para agrupar registros de docentes que entendem que os dados só podem levar a uma conclusão, mas não justificam.
- UR 8.3 **Os dados podem levar a múltiplas conclusões não contraditórias**, Para agrupar registros de docentes que aceitam o papel da interpretação, mas negam uma possível contradição entre diferentes interpretações. (Por exemplo, que partam de distintos referenciais teóricos).
- UR 8.4 **Os dados podem levar a múltiplas conclusões dependendo da teoria utilizada**, Para agrupar registros de docentes que aceitam o papel da interpretação e entendem que essas precisam ser coerentes com a teoria.
- UR 8.5. **Os dados podem levar a múltiplas conclusões, mas não justifica**, Para agrupar registros de docentes que entendem que os dados podem levar a múltiplas conclusões, mas não justificam a resposta.
- UR 8.6 **Não contempla a pergunta**, Para agrupar registros que indicam incompreensão da pergunta e incoerência na resposta com relação ao que foi questionado.

Questão 9: Você acredita que fatores sociais, culturais, políticos, econômicos e filosóficos podem influenciar a produção científica? Justifique sua resposta apresentando exemplos.

Unidade Temática de Contexto 9 (UC9): **A influência de fatores sociais, culturais, políticos, econômicos e filosóficos na produção científica.** Essa unidade busca identificar as noções dos docentes a respeito da influência de fatores sociais, culturais, políticos, econômicos e filosóficos na construção do conhecimento científico.

Por fim, para a UC9 nós organizamos seis Unidades Temáticas de Registro.

- UR 9.1 **Nega a influência e reforça uma visão empírico-indutivista da Ciência,** Para agrupar registros de docentes que negam a influência de tais fatores e justificam com uma visão empírico-indutivista, onde o conhecimento é derivado da experiência, generalizado e infalível.
- UR 9.2 **Nega a influência, mas não justifica,** Para agrupar registros de docentes que negam a influência de tais fatores e não justificam.
- UR 9.3 **Afirma a influência, mas limitam a aspectos não cognitivos,** para agrupar registros de docentes que aceitam a influência de tais fatores, mas enfatizam apenas o âmbito não cognitivo.
- UR 9.4 **Afirma a influência inclusive nos aspectos cognitivos,** para agrupar registros de docentes que afirmam a influência de tais fatores, mas não justificam.
- UR 9.5 **Afirma a influência, mas não justificam,** Para agrupar registros de docentes que afirmam a influência de tais fatores, mas não justificam.
- UR 9.6 **Não contempla a pergunta,** Para agrupar registros que indicam incompreensão da pergunta e incoerência na resposta com relação ao que foi questionado.

Com as Unidades Temáticas de Contexto e de Registro construídas, o próximo passo é a exploração do material, onde transcrevemos cada resposta e, se necessário, adequar alguma passagem às normas gramaticais vigentes na Língua Portuguesa. Em seguida, classificaremos os dados nas Unidades Temáticas de

Registro prévias. Nesse sentido, Bardin (2016) afirma que o processo de classificação desses elementos ocorre por uma diferenciação seguida de um reagrupamento, o qual organiza os dados com base em critérios pré-estabelecidos.

Ainda nesse sentido, Bardin (2016) defende que classificar elementos em unidades implica na investigação daquilo que há em comum nesses elementos com relação aos outros. Dessa forma, podemos conhecer o que antes era invisível nos dados brutos. No processo de classificação, realizaremos uma contagem frequencial, registrando em cada Unidade Temática de Registro a frequência absoluta e relativa. Isso se justifica dentro da *Análise de Conteúdo* visto que a “importância de uma unidade de registro aumenta com a frequência de aparição” (BARDIN, 2016, p. 138).

Depois dos dados estarem organizados em nossas Unidades de Registros, os descreveremos com relação ao contexto e as frequências relativas. Em seguida, analisaremos esses dados tendo como base os referenciais teóricos com o objetivo de identificar as noções desses docentes.

5 ANÁLISE DOS DADOS

Este será o último capítulo dessa dissertação, no qual apresentaremos os dados obtidos através das respostas ao questionário que construímos. Iniciaremos discutindo o perfil dos docentes que responderam a pesquisa, em seguida analisaremos as respostas a cada UC apresentado as respectivas decodificações com relação às UR das respostas dadas.

Por fim, realizaremos uma análise geral mostrando possíveis inferências, analisando os dados como um todo.

5.1 PERFIL DOS SUJEITOS DE PESQUISA

Nessa seção descreveremos um pouco nossos sujeitos de pesquisa preservando sua identidade. A intenção aqui é discutir apenas aspectos relevantes na formação desses profissionais e não dados pessoais ou outros detalhes.

Iniciaremos com algumas informações gerais: Ao todo, coletamos cerca de 300 e-mails de docentes e enviamos, através deles, um convite para participar da pesquisa e também um link que levava a página na qual o docente

poderia responder nosso questionário.

Desses 300 e-mails enviados, tivemos 23 respostas, ou seja, uma taxa de 7,7% de adesão. De forma alguma isso é um julgamento daqueles que não quiseram ou não puderam responder, mas sim, uma evidência de que nesse tipo de pesquisa, às vezes, precisamos pecar pelo excesso, do contrário podemos nem ao menos ter respostas. Uma das respostas recebidas não foi identificada e também não respondeu coerentemente às perguntas, apenas fez críticas ao trabalho demonstrando não conhecer os princípios básicos da pesquisa qualitativa, pois questionava o fato das perguntas serem abertas, logo, essa resposta foi excluída, restando assim, apenas 22.

Em seguida, foi necessário eliminar mais 4 dessas respostas já que eram docentes que não ministravam disciplinas no núcleo específico do Bacharelado em Física. Dessa forma, ao todo tivemos 18 sujeitos de pesquisa, os quais 15 ministraram recentemente (há menos de 2 anos) alguma disciplina do núcleo específico de formação de bacharéis, enquanto outros 3, ministraram há mais de 2 anos. O quadro 8, representa a seguir, uma síntese da formação dos 18 sujeitos de pesquisa que foram analisados.

Quadro 8 – Síntese da formação dos sujeitos de pesquisa

Sujeito de Pesquisa	Graduação	Grau	Mestrado	Doutorado	Áreas de Atuação
P1	Física UNICAMP	Bacharelado	Física UNICAMP	Física UNICAMP	Raios Cósmicos e Astrofísica de Partículas
P2	Física UFRGS	Bacharelado		Física IFSC-USP	Aplicação de Física Estatística em Biologia e Ciências Sociais
P3	Física UNESP (Rio Claro)	Bacharelado e Licenciatura	Física UNESP	Física UNESP	Física Molecular e Eletrônica
P4	Física UFSCAR	Bacharelado	Física PUC-RJ	Química UFSCAR	Simulações computacionais em Físico-Química
P5	Física UFRJ	Bacharelado	Física UFRJ	Física UFRJ	Física Quântica
P6	Física UFV	Bacharelado	Física UFMG	Física UFMG	Física Estatística, Termodinâmica, Caos e

					Sistemas Dinâmicos
P7	Física UnB	Bacharelado	Física UnB	Astrofísica INPE	Astrofísica
P8	Física PUC-RJ	Bacharelado	Física UCB (EUA)	Física UCB (EUA)	Espectroscopia em polímeros
P9	Física ISCTN (Cuba)	“Licenciatura”	Maestro em Ciencias ISCTN (Cuba)	Química Teórica UC (Portugal)	Física Atômica e Molecular
P10	Física UnB	Bacharelado	Física UnB	Física UnB	História e Filosofia da Ciência, Física Estatística, Termodinâmica, Mecânica de Fluidos e Métodos Matemáticos em Física.
P11	Física UnB	Bacharelado	Física UNICAMP	Física UNICAMP	Física Estatística, Simulações computacionais em questões biológicas, ambientes e econômicas.
P12	Física UFRGS	Bacharelado	Física UFRJ	Física UFRJ	Física de Partículas e Ensino de Física
P13	Física UFRGS	Bacharelado	Física UFRGS	Física ANU (Australia)	Física da Matéria Condensada
P14	Física UEL	Bacharelado	Física UNICAMP	Física UNICAMP	Física dos Materiais, Filmes finos, Semicondutores, Eletroquímica e Cristalografia.
P15	Física UFSCAR	Bacharelado	Física UFSCAR	Física IFSC-USP	Física Estatística, Termodinâmica, Matemática Aplicada, Neurociência e Evolução Teórica.
P16	Física IF-USP	Bacharelado	Física IF-USP	Física IF-USP	Ensino de Física, Modelagem de Sistemas Naturais, Teoria de Campos, Física Estatística,

					Termodinâmica e Sistemas Dinâmicos
P17	Física UNICAMP	Bacharelado e Licenciatura	Física UNICAMP	Física UNICAMP	Física de Plasmas, Teoria de Campos, Métodos Matemáticos e Ensino de Física.
P18	Física e Física Computacional UnB	Bacharelado e Licenciatura	Física UnB	Física UnB	Física de Matéria Condensada e Materiais Magnéticos.

Fonte: Autor

Observamos que apenas 3 desses sujeitos possuíam tanto licenciatura quanto bacharelado e 1 sujeito possuía apenas “licenciatura”, contudo, esse é um caso singular, pois esse sujeito (P9) se formou em Cuba, onde a formação é distinta da brasileira, lá licenciatura tem um significado próximo ao que chamamos de bacharelado. Os 14 sujeitos restantes possuíam apenas o bacharelado.

Percebemos, através da análise dos dados, que imperam temas de pesquisa interdisciplinares, aplicados e experimentais, poucos dos nossos sujeitos de pesquisa trabalham apenas em áreas puramente teóricas. Ressaltamos também a presença de três docentes que trabalham tanto com pesquisa em Física como com pesquisa em Ensino de Física.

Preferimos não identificar em que universidade cada docente trabalha, no entanto, apresentamos essas universidades sem identificar os respectivos sujeitos de pesquisa no quadro 9. Além disso, a Figura 2 mostra o percentual de sujeitos em cada universidade para possibilitar uma melhor visualização das informações.

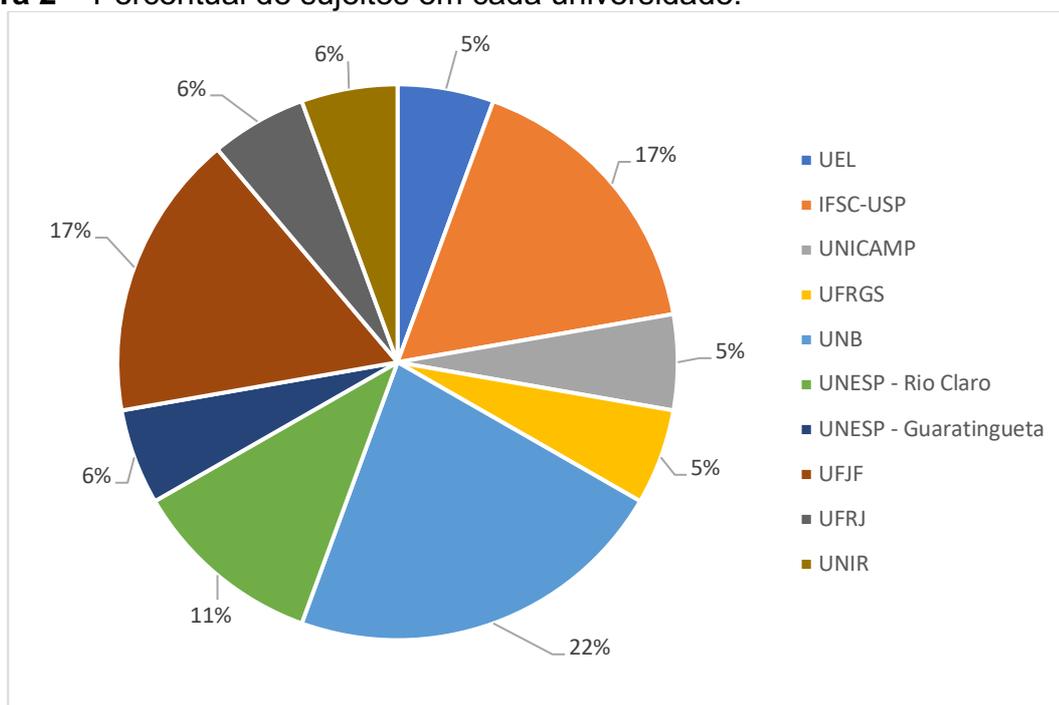
Quadro 9 – Ocorrência das universidades nas quais os sujeitos de pesquisa trabalham.

Universidade	Quantidade de docentes
UEL	1
IFSC-USP	3
UNICAMP	1
UFRGS	1
UNB	4

UNESP – Rio Claro	2
UNESP - Guaratinguetá	1
UFJF	3
UFRJ	1
UNIR	1

Fonte: Autor.

Figura 2 – Percentual de sujeitos em cada universidade.



Fonte: Autor.

Todas as informações foram obtidas através do Lattes desses docentes, e as demais informações preferimos não divulgar para preservar suas identidades.

5.2 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Na sequência, dividiremos cada Unidade Temática de Contexto em uma subseção, sendo cada qual será justificada, também apresentaremos a decodificação das respostas nas respectivas Unidades Temáticas de Registro. Por fim analisaremos essas respostas.

Para não poluir os quadros, preferimos apresentar apenas trechos de algumas respostas que se mostraram mais significativas em cada Unidade de Registro, para que assim, o leitor possa entender o tipo de resposta que foi decodificada em cada uma delas. Dessa forma, informamos quais sujeitos foram decodificados em cada Unidade de Registro. Na sequência de cada quadro apresentaremos também um gráfico de barras verticais, mostrando as frequências relativas de uma maneira mais visual, auxiliando a análise geral da Unidade Temática de Contexto. Avisamos também que todas as frequências relativas foram arredondadas para números inteiros a fim de facilitar a análise, em algumas situações observa-se que a soma das porcentagens não é 100%, como é comum em trabalhos desse tipo, aumentamos 1% na maior frequência quando tivermos 99% e diminuimos 1% na maior frequência quando tivermos 101%. Caso haja empate, pegamos outra frequência para realizar a adição ou subtração de 1%, mantendo sempre a distribuição das frequências.

5.2.1 Unidade Temática de Contexto 1

A questão 1 tem como objetivo a identificação de aportes históricos, filosóficos ou sociológicos da Ciência na formação inicial ou em curso complementar.

Justificamos essa questão dentro dos referenciais teóricos discutidos no capítulo 1, em que concluímos a necessidade dos docentes terem formação em HFSC, tanto para possuírem visões mais adequadas com relação a NdC, como também uma condição necessária (mas não suficiente) para conduzirem sua prática docente de maneira mais crítica.

Por meio das respostas a essa pergunta e as próximas, pretendemos relacionar também a presença da HFSC na formação do docente com as visões a respeito da NdC que essa apresentará nas próximas questões.

As respostas a essa primeira questão são apresentadas por meio do quadro 10, o qual foi obtido através da codificação das respostas nas correspondentes UR. Inserimos também o registro das frequências absolutas (número de registros) e relativas (em porcentagem).

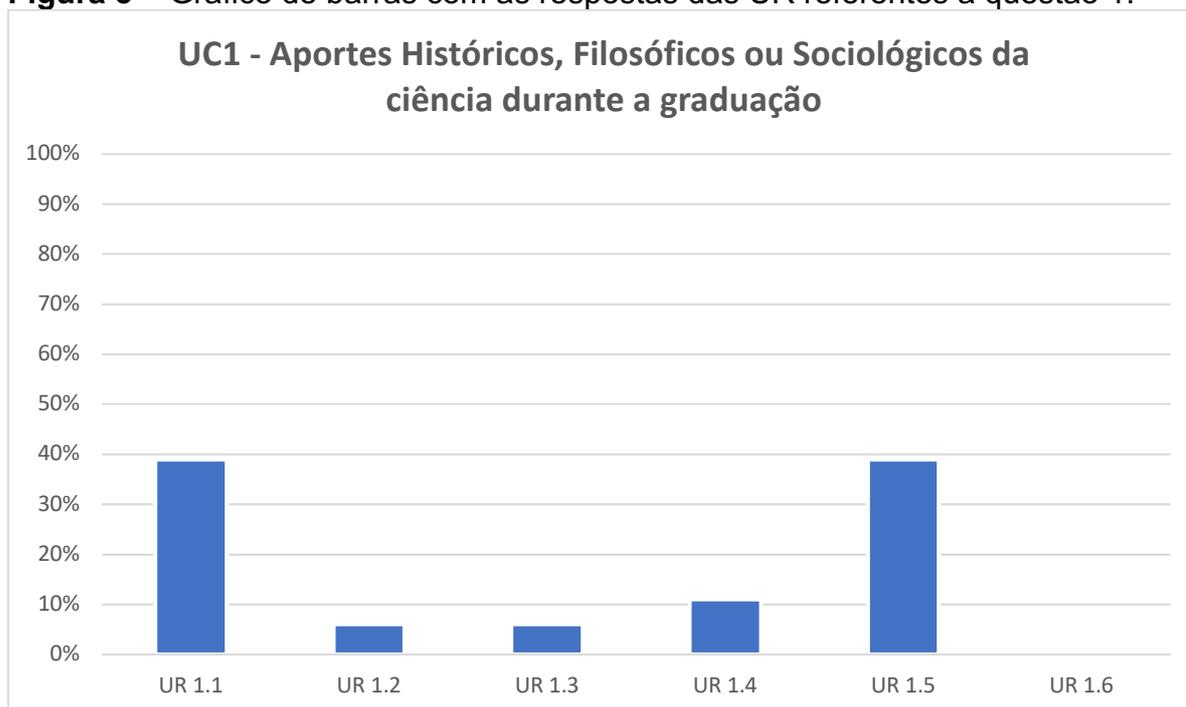
Questão 1: Você frequentou disciplinas na sua formação inicial ou curso complementar que tenha abordado noções de História, Filosofia ou Sociologia

da Ciência? Se sim, qual (ou quais)? Comente a respeito de como foi essa (essas) disciplina(s).

Quadro 10 – Resposta das UR referente à questão 1

UC1 - Aportes Históricos, Filosóficos ou Sociológicos da ciência durante a graduação	
UR 1.1 História, Filosofia ou Sociologia da Ciência na formação inicial	<p>Frequência: 7 registros (39%)</p> <p>Demais registros: P3, P6, P15 e P16.</p> <p><i>P9: Sim. Disciplinas: Problemas sociais da Ciência, Filosofia I, II. Foram fundamentais para a formação de minha atual visão dos problemas da ciência, no entanto, não valorizei elas o suficiente.</i></p> <p><i>P10: Sim. Filosofia Geral. História do Pensamento Filosófico e Científico. Teoria da Ciência. História da Filosofia Antiga. História da Filosofia Medieval. Todas foram excelentes e me propiciaram parte dos fundamentos necessários para lidar com História e Filosofia da Física.</i></p> <p><i>P14: Sim, uma disciplina chamada História da Física. Faz tempo e não me lembro bem do seu conteúdo.</i></p>
UR 1.2 História, Filosofia ou Sociologia da Ciência em curso complementar	<p>Frequência: 1 registros (6%)</p> <p><i>P7: Sim, cursos de curta duração sobre linguagem da ciência, alguns tópicos de filosofia.</i></p>
UR 1.3 História, Filosofia ou Sociologia da Ciência na formação inicial e em curso complementar	<p>Frequência: 1 registros (6%)</p> <p><i>P17: Sim, fiz uma disciplina eletiva de história da física, e uma disciplina extracurricular sobre filosofia da ciência. Além disso, em minha pesquisa de iniciação científica, durante a graduação, li bastante sobre história e filosofia da ciência.</i></p>
UR 1.4 História, Filosofia ou Sociologia da Ciência em curso não específico	<p>Frequência: 2 registros (10%)</p> <p><i>P1: Curso eletivo no Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da UNICAMP: Tópicos em humanidades.</i></p> <p><i>P13: Sim, cursei uma disciplina de filosofia, ou introdução à filosofia. Acho extremamente importante. Acredito que teria sido benéfico se eu tivesse tido maior contato com esses assuntos.</i></p>
UR 1.5 Ausência de aportes em HFSC	<p>Frequência: 7 registros (39%)</p> <p>Demais registros: P4, P5, P8, P11, P12 e P18.</p> <p><i>P2: Não.</i></p>
UR 1.6 Não contempla a pergunta	<p>Frequência: 0 registros (0%)</p>

Fonte: Autor

Figura 3 – Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 1.

Fonte: Autor

Em geral, percebe-se a concentração de sujeitos de pesquisa em duas UR: 39% tiveram aporte em HFSC já na formação inicial e 39% não tiveram aporte em formação alguma. Apenas 4 dos 18 sujeitos de pesquisa buscaram formação além da inicial e apenas um (P17) teve contato na formação inicial e buscou se aprofundar em curso complementar. Embora P10 não tenha explicitado em que contexto realizou tantas disciplinas nós inferimos que podem ter sido disciplinas optativas livres na própria instituição nos cursos de Filosofia ou História.

Destacamos que P1 realizou um curso não específico de HFSC, mas que, de acordo com o próprio sujeito, o curso abordou debates sociológicos da Ciência: “Aulas baseadas em narrativas sobre impactos na Universidade sobre fatos políticos brasileiros com impacto direto na condução de atividades de pesquisa e educação nas universidades” (trecho da resposta de P1 a questão 1).

Além disso, três sujeitos de pesquisa enfatizaram a importância dessas disciplinas em sua formação: P15 afirmou que “As reflexões provocadas pela leitura dos textos transformaram minha vida [...]” (trecho da resposta de P15 a questão 1), já P13, considerou ser “extremamente importante”, e P9 afirmou que as disciplinas “foram fundamentais para a formação de minha atual visão dos problemas da ciência”. Contudo, tanto P13 quanto P9 parecem não considerar suficiente o aporte

que tiveram, pois P13 afirma que gostaria de ter mais contato com o assunto e P9 afirma que considera que não deu o devido valor.

Por outro lado, P14 afirma que nem lembra bem do conteúdo da disciplina cursada por ele, provavelmente o conteúdo não é algo com que ele se depara no dia a dia (lembrando que P14 trabalha com tópicos interdisciplinares e também aplicados da Física). Talvez, para esse sujeito, fosse mais relevante tópicos de sociologia da Ciência e não somente História da Física (disciplina na qual o sujeito realizou em sua formação inicial), pois auxiliaria o mesmo a relacionar sua produção científica e tecnológica com os problemas da sociedade.

Esses dados nos fazem levantar novamente a questão de como deve ser uma disciplina de HFSC para o bacharelado, devido ao fato de haver 3 sujeitos dentre os 11 que tiveram algum aporte para os quais a disciplina pode não ter sido suficiente ou adequada. Contudo, enfatizamos novamente que P9 não se formou em instituição brasileira, isso pode indicar que o problema não é somente no Brasil, o que também demonstra que temos que ter cuidado em atribuir questões das realidades brasileiras a esse sujeito. Nas próximas UC esperamos relacionar a formação (seja inicial ou complementar) em HFSC com as noções a respeito da NdC desses docentes.

5.2.2 - Unidade Temática de Contexto 2

Nessa UC temos como objetivo saber se os docentes inserem a HFSC em suas aulas e em que tópicos fazem isso, para assim, ser possível relacionarmos essa resposta com a anterior.

A relevância dessa UC é saber se os docentes procuram relacionar os conteúdos aos seus respectivos contextos, pois como nossos referenciais mostraram, essa seria uma maneira de tornar as aulas mais críticas e significativas.

No Quadro 11 abaixo são apresentadas as respostas à questão 2 decodificadas nas respectivas UR.

Questão 2: Você costuma discutir historicamente, filosoficamente ou sociologicamente algum tópico do conteúdo da(s) disciplina(s) (dentre as disciplinas específicas do bacharelado) que leciona/lecionou? Qual tópico e de que forma? Caso a resposta seja negativa apresente alguma justificativa.

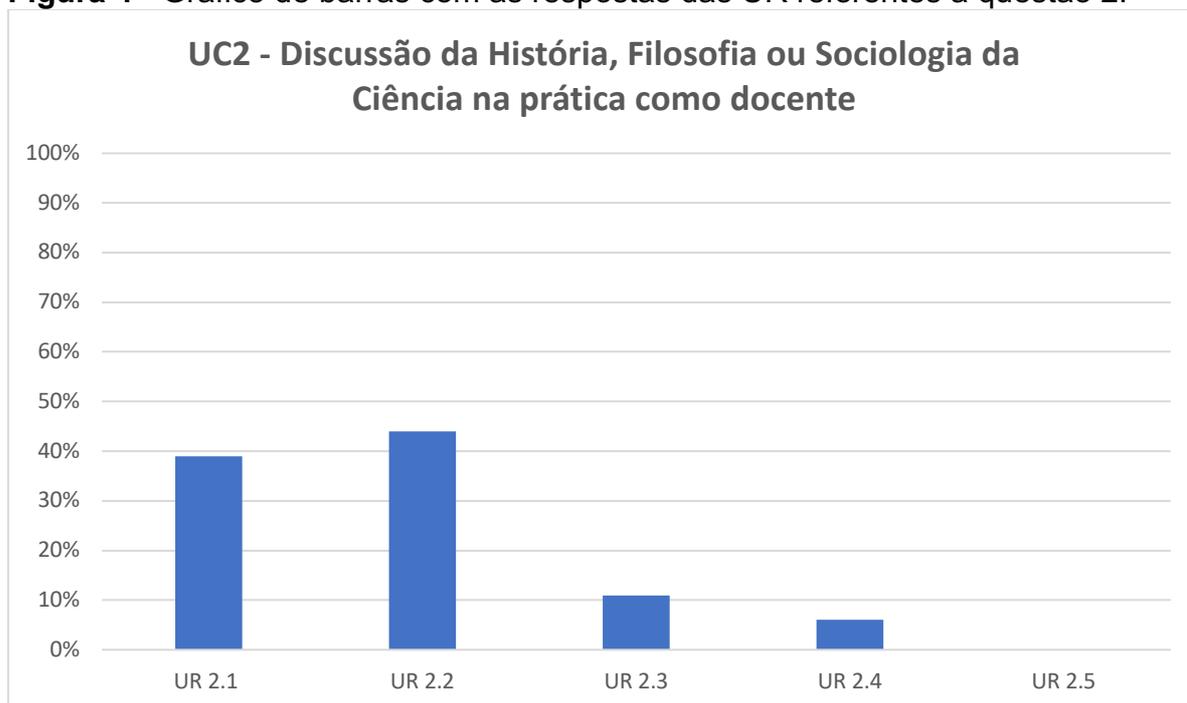
Quadro 11 – Respostas das UR referentes à questão 2

UC2 - Discussão da História, Filosofia ou Sociologia da Ciência na prática como docente	
UR 2.1 Discute aspectos da HFSC e exemplificou	<p>Frequência: 7 registros (39%) Demais registros: P9, P10, P14 e P15.</p> <p><i>P1: Sempre que posso [...]. Alguns *poucos* exemplos: a relatividade geral, tomada como um devaneio teórico, mas que é fator importante no sistema de GPS. A física quântica, presente em chips, lasers, e outras aplicações cotidianas.</i></p> <p><i>P6: Apresento sempre que posso. Comento sobre a parte histórica da termodinâmica e da física estatística focando nas contribuições de Gibbs, Boltzmann, Einstein, Bose, Dirac e muitos outros. Na parte de mecânica sempre comento sobre as contribuições históricas e filosóficas de Newton, Lagrange, Hamilton assim como a lei de conservação do momento e suas visões frente a Newton e a Leibnitz. Também apresento uma visão moderna sobre mecânica trazendo e apresentando o formalismo de dinâmica não linear aos alunos, o que tem contribuído para um diferencial à disciplina.</i></p> <p><i>P8: Sim, brevemente. Geralmente descrevo o contexto histórico ou anedotas históricas sobre alguns grandes desenvolvimentos na disciplina que ministro. Por exemplo, em Eletromagnetismo costumo comentar sobre a disputa entre Tesla e Edison sobre como distribuir a energia elétrica (CA ou CC), sobre a unificação de Maxwell do eletromagnetismo e óptica ao prever ondas eletromagnéticas, e as características pessoais das pesquisas de Faraday sobre eletromagnetismo e química.</i></p>
UR 2.2 Discute aspectos HFSC, mas não exemplificou	<p>Frequência: 8 registros (44%) Demais registros: P2, P11, P16, P17 e P18.</p> <p><i>P3: Sim, contudo mais frequentemente em disciplina da licenciatura, em que a ementa é mais permissiva a conteúdos desta natureza.</i></p> <p><i>P12: Sim, sempre que possível e dentro das minhas limitações (nessas áreas sou autodidata).</i></p> <p><i>P13: Não é sempre que consigo fazer análise filosófica na disciplina de final de curso que leciono, pois se trata de técnicas de análise de materiais, uma disciplina bastante aplicada com trabalhos práticos. Mas sempre que há oportunidade, faço sim.</i></p>
UR 2.3 Não discute e apresentou justificativa	<p>Frequência: 2 registros (11%)</p> <p><i>P4: Não, não tenho conhecimento fundamentado dos temas históricos. Há algum comentário mínimo que não pode ser</i></p>

	<i>considerado transmissão de conhecimento.</i> <i>P7: Não, prefiro focar em aplicações.</i>
UR 2.4 Não discute e não apresentou justificativa	Frequência: 1 registro (6%) <i>P5: Não.</i>
UR 2.5 Não contempla a pergunta	Frequência: 0 registro (0%)

Fonte: Autor

Figura 4 - Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 2.



Fonte: Autor

Nessa questão, vemos que há uma tendência em discutir aspectos da HFSC mesmo entre os professores que não tiveram formação inicial ou complementar. É interessante notar que P1 realizou uma disciplina eletiva de ciências humanas que abordava a relação entre o contexto social e a produção científica, ou seja, existe uma relação entre a disciplina que o docente realizou e a maneira com que ele aborda HFSC em suas aulas. Observamos também que as discussões se dão em tópicos variados: Termodinâmica, Física Moderna e Física Clássica. Na contra mão de P1, os sujeitos parecem enfatizar mais as questões históricas dos conteúdos, ficando o questionamento: será que eles apresentam a História da Ciência de maneira adequada?

Por um lado, a História da Ciência tem condições de contribuir de

forma benéfica para o ensino, e por outro, uma história linear que coloca a Ciência em um patamar de inquestionabilidade é indesejável.

No ensino, entretanto, é preciso tomar cuidado com a história linearizada, ufanista. De nada adianta apresentar a ciência como um produto a ser venerado, admirado à distância, de modo a fazer com que os estudantes adquiram um sentimento de inferioridade. Quando se promove desse modo o triunfo da ciência, a nossa humanidade sai perdendo (ROBILOTTA, 1988, p. 18).

Podemos fazer uma argumentação semelhante para a Sociologia e Filosofia da Ciência. Nada adianta apresentar uma Sociologia da Ciência que não explora os aspectos cognitivos da mesma e se resume a explorar debates de cunho econômico a respeito do financiamento de pesquisa. Discutir o financiamento é importante, não estamos afirmando o contrário, no entanto, ressaltamos que o ensino sob uma perspectiva HFSC não pode se resumir a isso. É preciso explorar os aspectos cognitivos da Ciência, e de como o meio social e a cultura influenciam na construção do conhecimento científico. Já para a filosofia, não adianta simplesmente apresentar uma lista fechada de princípios universais e infalíveis ou discutir o “método científico” aos moldes empírico-indutivistas, apresentando a Física como exata, obra acabada, infalível, algorítmica e de acesso a poucas mentes brilhantes.

Dessa forma, seria interessante um complemento a esse estudo, estudando especificamente os professores que afirmam utilizar HFSC em suas aulas, com as seguintes indagações: qual a qualidade dessa história, dessa filosofia e dessa sociologia que é discutida? Seriam visões em desacordo com o debate atual? Ou esses docentes de fato tem se empenhado em estudar o assunto e utilizá-lo de maneira embasada e crítica?

Destacamos também a resposta de P3: segundo ele, parece não haver abertura para que se discuta HFSC nos cursos de bacharelado, contudo, o mesmo não justifica essa não abertura. Seria falta de interesse dos estudantes? Impedimentos institucionais para conduzir a disciplina de uma maneira menos tradicional? Uma ementa “engessada” que não caberia em um planejamento mais flexível?

Já P12 enfatizou outro impeditivo que foi a falta de formação (lembramos que esse sujeito não teve aporte em HFSC), nesse caso, nos chama a atenção o fato de P12 trabalhar também com Ensino de Física. Buscando suas

pesquisas nos últimos anos, vemos que esse sujeito vem trabalhando com aparatos experimentais para o ensino, sendo assim, se esse sujeito tivesse tido aportes em HFSC na sua formação inicial, mesmo que como bacharel, haveria mais chances desse enriquecer seus trabalhos com as contribuições da área. O sujeito P13 apresenta outro impeditivo para abordar HFSC em suas aulas: o fato de trabalhar com matérias bastante técnicas. Mas será que esses conteúdos técnicos não podem ser relacionados de alguma forma com aspectos sociológicos?

Entre os sujeitos que afirmam não abordar aspectos da HFSC, surgem duas explicações: a falta de conhecimento (P4), a qual poderia ser solucionada por meio de uma formação em HFSC e a preferência em focar nas aplicações, o que é uma falsa dicotomia, pois pode-se evidenciar as aplicações do conceito ao mesmo tempo que esse é abordado por meio da HFSC.

Vale ressaltar ainda que P4 afirmou fazer comentários, mas não os considera “transmissão de conhecimento”, demonstrando uma visão antiquada do ensino em desacordo com as perspectivas construtivistas.

5.2.3 Unidade Temática de Contexto 3

Nessa UTC, nosso objetivo foi saber as noções que os docentes possuem a respeito da Ciência, portanto, podemos assim, estabelecer relações entre as respostas a essa pergunta com as respostas dadas às duas primeiras perguntas.

Justificamos essa UC pelo fato de os saberes dos docentes estarem relacionados a sua prática (TARDIF, 2002) e, dessa forma, as noções que os docentes têm a respeito da NdC podem influenciar em como esse conduz discussões conceituais, contextuais e históricas em suas aulas.

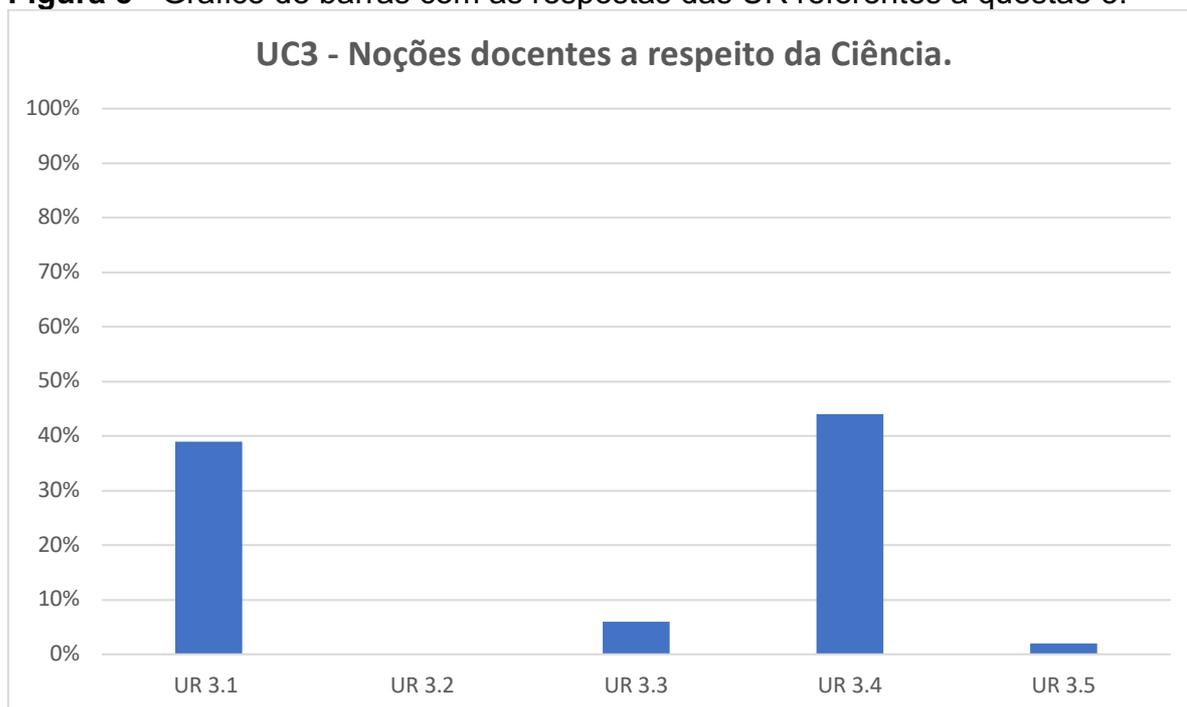
O quadro 12 abaixo contém as respostas à questão 3 decodificadas nas respectivas UR correspondentes.

Questão 3: O que você entende por ciência?

Quadro 12 – Respostas das UR referentes à questão 3

UC3 - Noções docentes a respeito da Ciência.	
UR 3.1 Visão empírico-indutivista, a-teórica e neutra da Ciência	<p>Frequência: 7 registros (39%) Demais registros: P7, P14, P17 e P18.</p> <p><i>P1: É o corpo de conhecimento generalizado construído pela observação objetiva da realidade.</i></p> <p><i>P5: Conhecimento que usa o Método.</i></p> <p><i>P12: Uma forma de abordar o mundo que vivemos restrito aos seus aspectos que de algum modo permitem a aplicação do método científico.</i></p>
UR 3.2 Visão falsificacionista ou refutacionista da Ciência	<p>Frequência: 0 registro (0%)</p>
UR 3.3 Visão da Ciência como consenso	<p>Frequência: 1 registro (6%)</p> <p><i>P11: Um corpo de conhecimento coerente e consensual entre os estudiosos de determinada área do conhecimento [...].</i></p>
UR 3.4 Visão adequada com relação a NdC	<p>Frequência: 8 registros (44%) Demais registros: P6, P8, P9, P13 e P15</p> <p><i>P2: Ciência é um empreendimento humano que busca a verdade (ou o entendimento da natureza). Não se diferencia das artes e literatura, uma vez que usa os mesmos critérios estéticos e subjetivos (se acredita no mito do Método Científico, leia Paul Feyerabend). [...]</i></p> <p><i>P3: Uma construção humana com objetivo da representação formal, parcial e dinâmica da natureza.</i></p> <p><i>P10: Uma construção intelectual de estruturas conceituais que devem, necessariamente, possuir fundamentos ontológicos e lógico-axiomáticos, e que se conecta com a realidade fenomênica por meio de modelos e metodologias experimentais.</i></p>
UR 3.5 Não contempla a pergunta	<p>Frequência: 2 registros (11%)</p> <p><i>P4: Um modelo de pensamento que investiga, criticamente, fenômenos naturais ou não naturais.</i></p> <p><i>P16: Estudo científico da natureza buscando a sua compreensão e possíveis implicações tecnológicas.</i></p>

Fonte: Autor

Figura 5 - Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 3.

Fonte: Autor

É possível perceber que há uma tendência de respostas que demonstram um entendimento adequado a respeito da NdC, ou seja, respostas que abordam ou mencionam aspectos da NdC discutidos no capítulo 1, como a questão de não haver um método científico universal, ou o caráter dinâmico e parcial do conhecimento científico, entre outros.

Por outro lado, também ocorreu uma grande tendência em respostas que mencionam aspectos empírico-indutivistas, como afirmar a objetividade do conhecimento, a verificabilidade ou a existência de um método científico. Apesar disso faremos alguns destaques.

Nosso primeiro destaque vai para P1, a disciplina que esse sujeito cursou não é específica em HFSC e, possivelmente, não foi suficiente para que ele tenha uma visão de Ciência em acordo com os debates atuais. Ao invés disso, o mesmo reproduz uma visão empírico-indutivista da Ciência, tendo um entendimento que a Ciência é resultado de generalizações e observações objetivas.

Outro destaque é feito para o sujeito P2: o trecho copiado de sua resposta (presente no quadro 12) poderia confundir o leitor pela presença da palavra “verdade” mas o mesmo se corrige na sequência explicando que para ele verdade tem a ver com “entendimento da natureza”. Além do mais, o mesmo continua a

resposta com um ataque direto à ideia de método científico.

Vale ressaltar que esse sujeito de pesquisa (como respondido na questão 1) não realizou disciplinas que abordassem HFSC nem na formação inicial e nem em curso complementar, mas foi capaz de responder a pergunta em acordo com o debate atual, inclusive citando um autor o qual a própria pesquisa utilizou, demonstrando assim, que possivelmente por interesse próprio, esse docente decidiu estudar o assunto.

É interessante observar também a riqueza de conceitos contida na resposta de P10, lembremos que esse sujeito trabalha com História e Filosofia da Ciência e cursou uma grande quantidade de disciplinas em sua formação inicial, o que provavelmente o levou a dominar termos como ontologia, lógico-axiomático e realidade fenomênica, além de citar a presença de modelos na Ciência e utilizar metodologias experimentais ao invés de método científico, como outros sujeitos responderam. Nesse caso, destacamos a importância do plural, pois ao dizer “metodologias” fica implícito que não é apenas uma, portanto, em certo grau, esse sujeito afirma um pluralismo metodológico.

Também houve respostas confusas as quais consideramos não contemplarem a pergunta. Em P4 não fica claro o que são fenômenos naturais ou não naturais, muito menos o que ele quis dizer com modelo de pensamento. Já P16 apresentou uma definição cíclica, já que, segundo ele, Ciência seria o “Estudo científico”. Contudo, o que caracteriza esse estudo científico?

Percebemos também que dois dos três sujeitos que não abordam HFSC em suas aulas também apresentam visões empírico-indutivistas, no caso, P5 e P7. O sujeito P5 apenas afirmou que não aborda HFSC em suas aulas sem dar justificativas e na questão 3 o mesmo afirma que Ciência é “O conhecimento que o usa o Método” e método com “M” maiúsculo. Logo, parece haver uma relação entre preferiu não abordar conceitos de maneira histórica, filosófica ou sociológica e possuir visões empírico-indutivistas, conforme nosso referencial teórico prévia, pois noções empírico-indutivistas estão relacionadas a visões a-históricas, a-problemáticas e socialmente neutras de Ciência.

Por outro lado, cinco dos sete sujeitos que apresentaram visões empírico-indutivistas da Ciência também afirmaram anteriormente abordar historicamente, filosoficamente ou sociologicamente algum tópico, no caso, P1, P12, P14, P17 e P18. Isso significa que a recíproca da relação comentada anteriormente

não é verdade, pois dentre os nossos sujeitos de pesquisa, aqueles que não abordam HFSC tendem a possuir visões empírico-indutivistas, por outro lado, possuir visões empírico-indutivistas não necessariamente significa não abordar HFSC. Isso retoma nossa preocupação quanto a qualidade da História, Filosofia e Sociologia da Ciência que esses professores estão apresentando.

Por fim, percebe-se não haver quaisquer trechos que possamos entender como falsificacionistas. Abro aqui um parênteses, pois pessoalmente esperava uma tendência de noções falsificacionistas, isso me surpreendeu e me fez revisar uma ideia inicial de que o falsificacionismo é predominante como ideia norteadora de muitos cientistas. Em minha defesa, o princípio da falseabilidade é uma ideia que sempre li e assisti em muitos materiais de divulgação científica, por isso tive essa impressão. Encerrando esse parênteses aqui, retorno ao conteúdo científico da dissertação.

5.2.4 Unidade Temática de Contexto 4

Essa UC tem como objetivo saber se os docentes distinguem Ciência de senso comum. A intenção em saber isso é identificar possíveis ideias empírico-indutivistas, classificando senso comum de maneira pejorativa ou reafirmando a presença de um método científico que distingue a Ciência das demais formas de conhecimento.

No quadro 13 abaixo constam as respostas à questão 4 decodificadas nas respectivas UR.

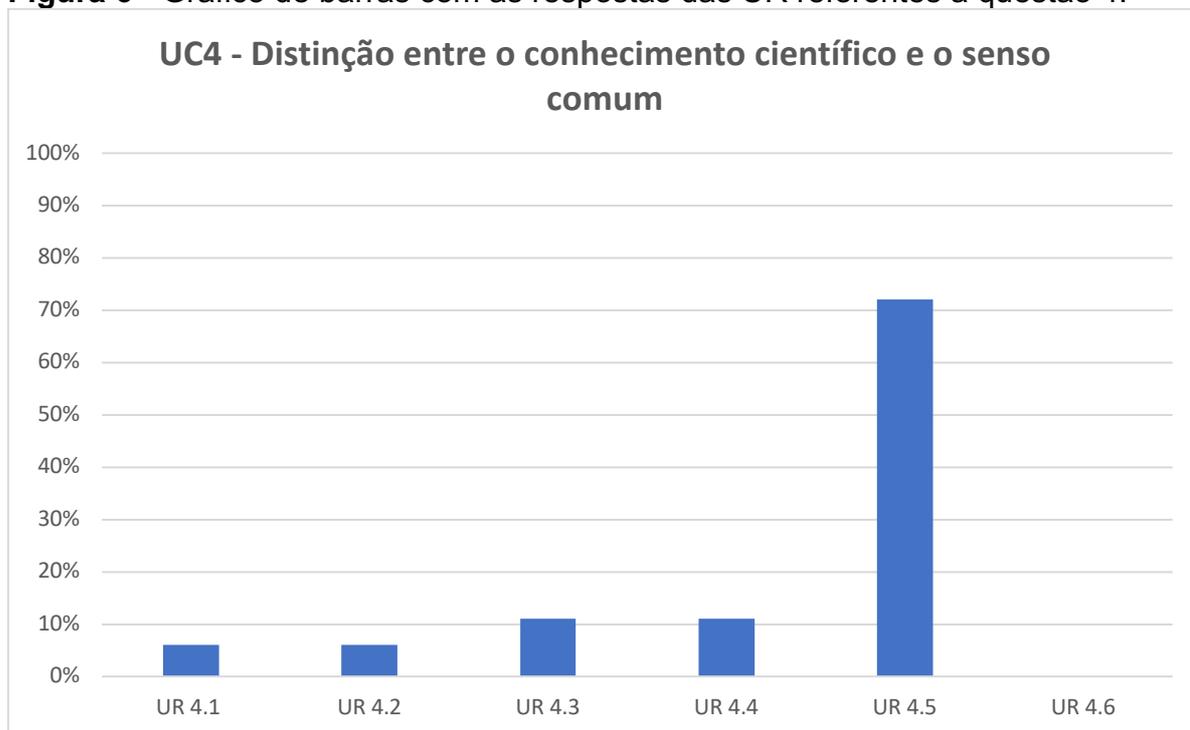
Questão 4: O conhecimento científico se distingue do senso comum? De que forma?

Quadro 13 – Respostas das UR referentes à questão 4

UC4 - Distinção entre o conhecimento científico e o senso comum	
UR 4.1 Não distingue	Frequência: 1 registro (6%) <i>P2: Não na sua essência. O conhecimento científico é o consenso (temporário) entre um grupo de especialistas com um treinamento específico, já o senso comum é o consenso entre pessoas comuns com pouco conhecimento de lógica e fatos.</i>
UR 4.2 Ciência como conhecimento certo e senso	Frequência: 1 registro (6%) <i>P12: Fundamentalmente, porque pode ser comprovado de modo</i>

comum como “opinião”	concreto [...]
UR 4.3 Ciência como conhecimento não dogmático e o senso comum como inflexível	<p>Frequência: 2 registros (11%)</p> <p><i>P1: O conhecimento científico mantém em constante questionamento seus próprios resultados, que não raramente levam a resultados surpreendentes [...]. O senso comum se baseia em experiências sensoriais imediatas e reflexões com poucas etapas de encadeamento do raciocínio original.</i></p> <p><i>P18 O conhecimento científico requer um certo ceticismo, um questionamento constante por parte dos cientistas, e uma busca de verificação por meio de observação formal (normalmente por meios estatísticos). O senso comum caracteriza-se por maior apego sentimental às ideias, maior resistência à revisão dos conceitos, o que é justificado pelo fato das pessoas normalmente não terem acesso a resultados científicos e precisarem de preceitos para viverem suas vidas.</i></p>
UR 4.4 Ciência como extensão e refinamento do senso comum	<p>Frequência: 1 registros (6%)</p> <p><i>P3: Sob certo ponto de vista, a distinção é apenas parcial [...]. Grosso modo, a principal distinção entre ciência e senso comum é que a ciência é restrita em termos de seus atores enquanto a construção do senso comum é irrestrito. Ao contrário do senso comum, na ciência, uma comunidade restrita se autorregula, bem como regula aquilo que é cientificamente válido ou não, para a construção formal de uma representação da realidade.</i></p>
UR 4.5 Ciência se diferencia pelo emprego de um método	<p>Frequência: 13 registros (71%)</p> <p>Demais registros: P5, P6, P7, P9, P10, P11, P13, P16 e P17.</p> <p><i>P4: Sim, creio que o senso comum não é o resultado de um processo sistemático de provas e contra provas que corroborem ou não uma determinada hipótese.</i></p> <p><i>P8: Sim, pelo uso do método científico: elaboração de hipóteses, fazer previsões e testá-las experimentalmente.</i></p> <p><i>P15: O senso comum pode apontar hipóteses plausíveis, nada mais do que isso. Apenas a realização de experimentos e/ou análise de dados com metodologias rigorosas (tão auto corretoras quanto possível) caracteriza como atitude científica a análise das hipóteses eventualmente levantadas pelo senso comum.</i></p>
UR 4.6 Não contempla a pergunta	Frequência: 0 registro (0%)

Fonte: Autor

Figura 6 - Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 4.

Fonte: Autor

Analisando o quadro 13, vemos não haver uma tendência em retratar o senso comum de maneira pejorativa, descartando assim uma hipótese inicial. Mesmo no caso de P1 que apresentou uma visão empírico-indutivista na questão anterior, respondendo que a Ciência permite o questionamento de suas conclusões e afirma que a Ciência encontra frequentemente (não raramente) resultados surpreendentes¹⁴.

Dessa forma, concluímos que existe uma contradição de P1 entre as repostas às questões 3 e 4, logo, essa questão foi útil para inferir que talvez P1 não tenha uma visão empírico-indutivista: talvez ele tenha dificuldade em expressar o que pensa utilizando termos metodológicos ou então, desconheça as implicações filosóficas dos termos “observação objetiva” (visão a-teórica) e “generalizado” (visão indutivista). Ambas hipóteses são plausíveis uma vez que a formação que P1 recebeu não foi específica em HFSC.

Justificamos a classificação da resposta de P3 na UR 4.4 pois o mesmo diferencia Ciência de senso comum por meio de um refinamento que seria a

¹⁴ Entenderemos aqui que surpreendente é algo que não era previsível, ou seja, algo diferente daquilo que a teoria ou modelo previa, demonstrando assim, um caráter dinâmico do conhecimento científico.

propriedade de se “auto-regular”.

Com relação a P2, pode parecer que o mesmo apresentou uma resposta contraditória, uma vez que diz não haver distinção e, em seguida, apresenta uma diferença. No entanto, o que se segue à negação da distinção entre senso comum e Ciência, ou seja, o termo “essência” precisa ser levado em conta, pois nesse caso, o que P2 está afirmando é que a diferença que ele descreve não é algo que está na “essência” da discussão, logo, não é algo que justifique distinguir epistemologicamente o senso comum da Ciência. Lembremos que isso é coerente à resposta que P2 deu à questão 3 onde o mesmo ainda afirma: “A demarcação entre ciência e esses outros empreendimentos humanos, assim como entre ciência e pseudociência não é uma questão epistemológica mas sim uma questão sociológica”.

5.2.5 Unidade Temática de Contexto 5

Essa UC tinha o objetivo de identificar a compreensão dos sujeitos de pesquisa a respeito dos conceitos de lei e teoria. Segundo nossos referenciais discutidos no capítulo 1, teorias não se convertem em leis, esperamos encontrar possíveis visões inadequadas que igualam teorias e leis ou colocam as leis em um patamar de certeza inquestionável.

No quadro 14 abaixo constam as respostas à questão 5 decodificadas nas respectivas UR. Aqui teremos 20 trechos decodificados ao invés de 18 pois os sujeitos de pesquisa P1 e P6 apresentaram mais de uma noção na mesma resposta.

Questão 5: Há diferenças entre uma teoria científica e uma lei científica? Justifique e apresente um exemplo.

Quadro 14 – Respostas das UR referentes à questão 5

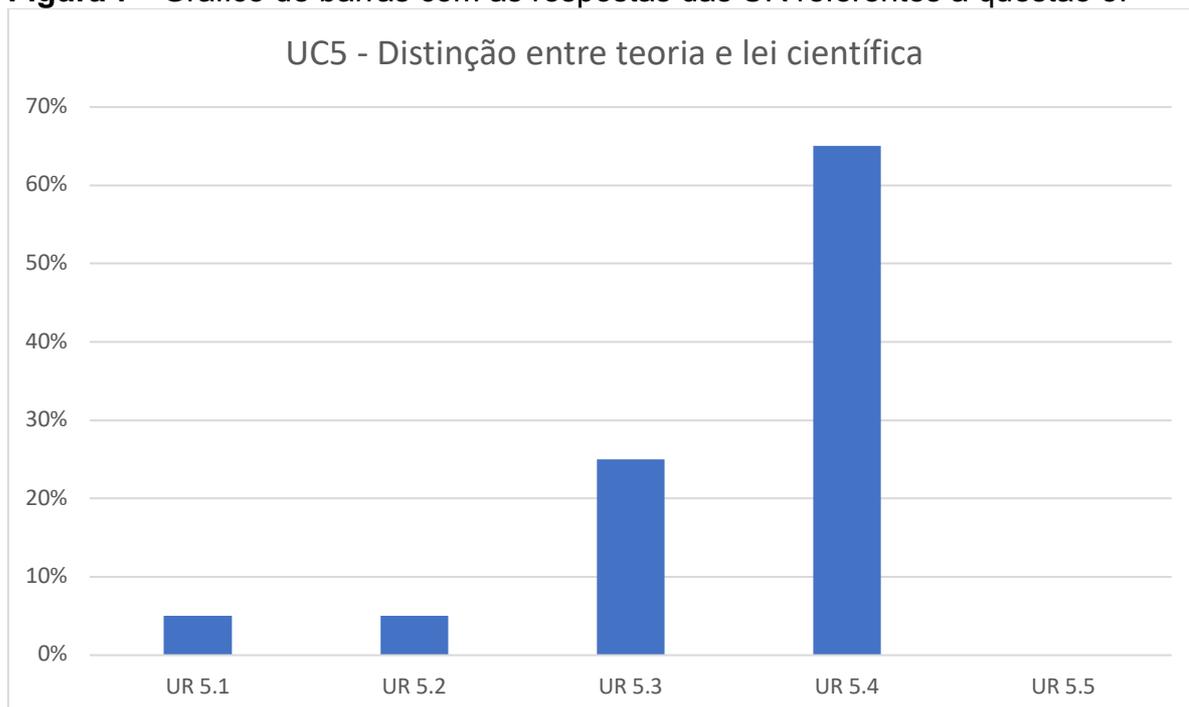
UC5 - Distinção entre teoria e lei científica	
UR 5.1 Não distingue	<p>Frequência: 1 registros (5%)</p> <p><i>P3: Considero mais apropriado a concepção de modelo representativos, como por exemplo, os modelos atômicos, que foram sendo transformados conforme novas maneiras de acessar a natureza atômica foram desenvolvidas [...] considero tanto as teorias como as leis como modelos representativos da natureza.</i></p>

UR 5.2 Resposta com divergência ou polissemia	<p>Frequência: 1 registros (5%)</p> <p><i>P2: Não existe "lei científica". Se quer dizer lei da natureza ou leis da física (como as leis de Kepler por exemplo) não há diferença. Em geral as leis são parte da teoria (os axiomas) e a teoria é falseada (como se isso fosse possível!) quando seus axiomas são violados.</i></p>
UR 5.3 Teoria como possibilidade e lei como certeza	<p>Frequência: 5 registros (25%) Demais registros: P8 e P14</p> <p><i>P1: A lei científica é uma observação e comprovação de um fenômeno isolado que apresenta um padrão reprodutível.</i></p> <p><i>P4: Uma teoria científica é uma parte de um processo de investigação que ainda não chegou a uma conclusão final, corroborada pelo experimento. Uma lei já é o resultado comprovado e recorrentemente testado de uma teoria científica elaborada. Exemplo, sob certas condições pré-determinada poderemos verificar a obediência à lei horária do movimento retilíneo uniformemente acelerado.</i></p> <p><i>P6: Na minha humilde visão, uma lei científica transcende às observações, muitas vezes limitadas dos seres humanos sobre um tema. A lei deve ser testada à exaustão, confrontada sempre e validada em uma amplitude e vastidão de sistemas o que lhe confere um sentido lógico e cronológico. A partir dela pode-se fazer previsões e conseqüentemente testar os resultados previstos. Por outro lado, uma teoria científica permite se explicar como determinados fatos ocorrem. São desenvolvidas a partir de observações sobre o mundo à sua volta e são baseadas em ideias e abstrações e que podem ser testadas.</i></p>
UR 5.4 Entende a teoria como corpo organizado de conhecimento e as leis como enunciados	<p>Frequência: 13 registro (65%) Demais registros: P5, P7, P9, P10, P12, P13, P15, P16, P17 e P18</p> <p><i>P1: Uma teoria é um conjunto complexo e interligado de fenômenos, que constitui um "modelo" para a explicação de um conjunto de observações com princípios comuns. [...] Um exemplo muito claro é a Teoria da Gravitação, no seu aspecto clássico, que combina as famigeradas Leis de Newton (fenômenos isolados) [...].</i></p> <p><i>P6: Na minha interpretação as leis científicas descrevem os acontecimentos e a teoria científica explica a razão do acontecimento, ou o porquê aconteceu.</i></p>

	<i>P11: No meu conhecimento epistemológico restrito, lei é uma afirmação compacta dentro de um corpo de conhecimentos mais amplo, que é a teoria.</i>
UR 5.5 Não contempla a pergunta	Frequência: 0 registro (0%)

Fonte: Autor

Figura 7 - Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 5.



Fonte: Autor

Em geral observamos duas tendências, a de considerar as leis como enunciados dentro das teorias e a de considerar que as teorias evoluem para leis. É perceptível como essa pergunta teve sucesso em identificar mais noções empírico-indutivistas de nossos sujeitos de pesquisa, uma vez que P4 e P8 entendem que as teorias evoluem para leis. Além disso, temos P6 que, ao mesmo tempo, demonstrou uma noção empírico-indutivista da Ciência ao descrever o método indutivo como forma de comprovar uma lei e também entende que as leis descrevem o acontecimento, mas que é somente na teoria que encontramos as explicações.

Outro aspecto que chama a atenção nas respostas contidas no quadro 14, é o uso impreciso do termo “modelo”, igualando-o à teoria e lei. Levando em conta os referenciais teóricos discutidos na subseção 1.3, entendemos que as respostas de P1 e P3 evidenciam uma confusão entre modelo, lei e teoria. Além disso, P1 novamente demonstra ideias empírico-indutivistas ao afirmar que lei é algo

comprovado, contudo, apesar desses equívocos, P1 parece compreender que teorias não evoluem para leis e sim, que as leis são parte das teorias.

No caso de P2, sua classificação se deu em UR 5.2 devido a esse sujeito afirmar que não há distinção entre lei e teoria mas em seguida apresenta uma distinção coerente entre ambos, entendendo lei como enunciados que pertencem à teoria.

5.2.6 Unidade Temática de Contexto 6

Essa UC tinha o objetivo de identificar a compreensão dos sujeitos de pesquisa a respeito da dinâmica das teorias científicas no tempo, ou seja, como as teorias são modificadas.

Pretendemos com essa UC identificar visões que reconhecem o aspecto dinâmico das teorias em oposição a visões que entendem a Ciência de maneira acumulativa e linear ou então que remetem a um pensamento empírico-indutivista negando o caráter dinâmico da Ciência. A possibilidade de identificar esses aspectos e relacionar principalmente com a questão 2 justificam essa UC.

No quadro 15 abaixo constam as respostas à questão 6 decodificadas nas respectivas UR.

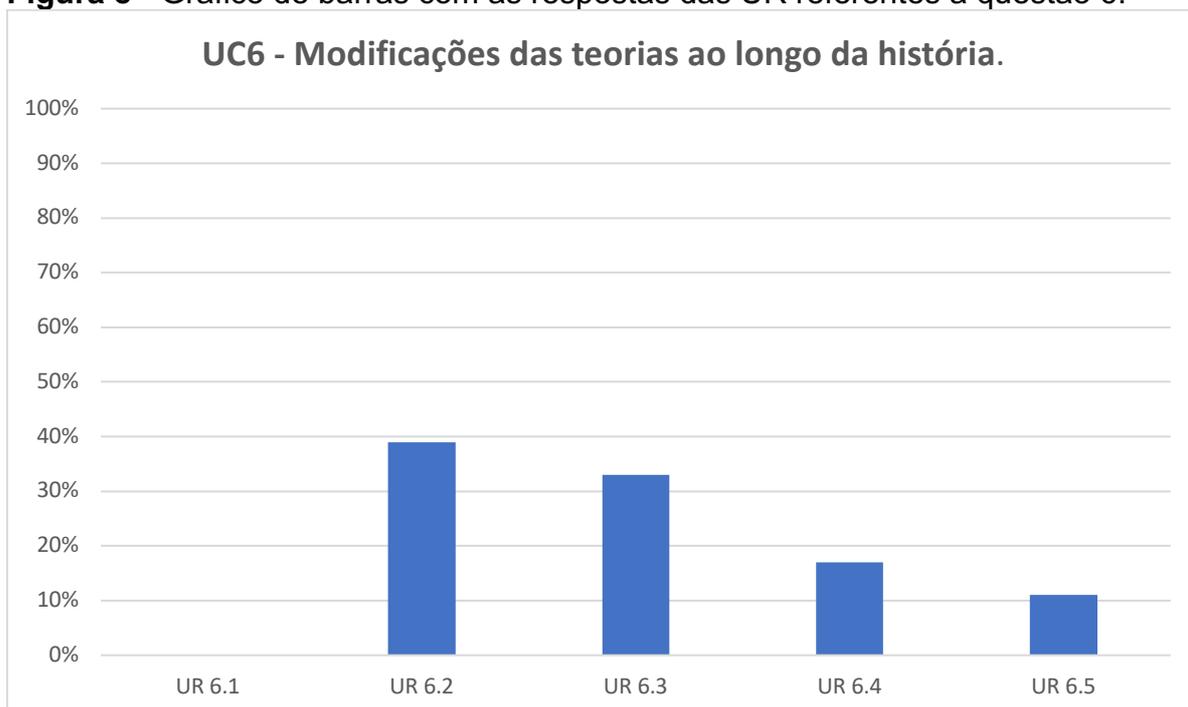
Questão 6: Uma teoria científica pode ser alterada com o tempo? Justifique apresentando algum exemplo.

Quadro 15 – Respostas das UR referentes à questão 6.

UC6 - Modificações das teorias ao longo da história	
UR 6.1 Teoria como algo inalterado	Frequência: 0 registro (0%)
UR 6.2 Teoria se altera pelo acréscimo de novas informações	<p>Frequência: 7 registros (39%)</p> <p>Demais registros: P10, P13, P15 e P17</p> <p><i>P9: Sim, pode. As teorias podem ser generalizadas ao serem incluídos novos elementos lógicos e/ou evidências experimentais. A velha teoria quântica foi alterada para a nova teoria quântica, essencialmente baseada na descrição da escola de Copenhagen.</i></p> <p><i>P11: Sim. Por exemplo a termodinâmica que recebeu a lei zero.</i></p> <p><i>P12: Sim, mas isto resulta da descoberta dos limites de validade da</i></p>

	<p><i>teoria. A mecânica relativística resulta das limitações da mecânica newtoniana no regime de altas velocidades, a teoria geral da relatividade resulta das limitações da gravitação newtoniana que falha no regime de campos gravitacionais muito fortes.</i></p>
UR 6.3 Teoria se altera possibilitando revisões e novos conhecimentos	<p>Frequência: 6 registros (33%) Demais registros: P4, P6 e P14</p> <p><i>P1: Como dito, a ciência questiona seus próprios resultados de forma constante. Assim, com o aprofundamento e aumento de abrangência das observações, novos fenômenos são descobertos, que levam à necessidade de reformulação de uma teoria pré-existente. A relatividade restrita, começa com um questionamento de Leis do Eletromagnetismo dependerem do referencial do observador.</i></p> <p><i>P2: Sempre é alterada com o tempo, mesmo que de forma gradual, a fim de explicar melhor as novas observações. Um bom exemplo desse processo de alteração gradual são os epiciclos da teoria geocêntrica, ou a introdução do conceito de calor para preservar a ideia da conservação de energia.</i></p> <p><i>P8: Sim. Por exemplo, a teoria eletromagnética incluía um meio fictício, o éter, que depois foi descartado pelos experimentos de Michelson-Morley.</i></p>
UR 6.4 Afirma que sim, mas não exemplifica	<p>Frequência: 3 registros (17%)</p> <p><i>P5: A História mostra que sim.</i></p> <p><i>P7: Sim, todas possuem um domínio.</i></p> <p><i>P16: Sim se ela prever resultados que contradizem com os fatos observados.</i></p>
UR 6.5 Não contempla a pergunta	<p>Frequência: 2 registros (11%)</p> <p><i>P3: Neste caso, vou tratar de um exemplo de teorias não excludentes, embora o exemplo da gravitação seja similar. As teorias de representação da psique humana, de Piaget e de Vygotsky são complementares na medida em que representam os aspectos biológicos e sociais do desenvolvimento cognitivo humano, respectivamente.</i></p> <p><i>P18: Não sei responder. Se há alterações numa teoria científica, devemos considerar que ela continua sendo a mesma teoria? Ou uma teoria nova?</i></p>

Fonte: Autor

Figura 8 - Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 6.

Fonte: Autor

Percebemos que existe um reconhecimento de que as teorias científicas mudam. No entanto, houve uma grande incidência de respostas que entendiam a modificação de teorias como um processo acumulativo, como se novos resultados fossem incorporados gerando uma nova teoria mais abrangente.

Destacamos, por exemplo, P12 que interpreta a mecânica relativística como uma generalização da Mecânica Newtoniana, ou seja, a Mecânica Relativística seria uma teoria que engloba a Mecânica Newtoniana e também explica os fenômenos onde essa falha (“regime de grandes velocidades”). Ora, é verdade que podemos deduzir equações da Mecânica Newtoniana de equações da Mecânica Relativística realizando uma aproximação para pequenas velocidades, contudo, isso não significa que uma teoria abrange a outra, no máximo significa que uma teoria é também capaz de explicar alguns resultado que a outra explica mas os conceitos primitivos e, às vezes, até a lógica envolvidos são outros.

Além disso, a visão acumulativa ignora processos dinâmicos de revisão e reformulação de teorias. Lakatos (1989b) afirma que esse tipo de visão retoma uma tradição Popperiana a qual desconsidera o processo de competição entre

diferentes Programas de Pesquisa¹⁵.

Citamos também P8, esse sujeito também cita os experimentos de Michelson e Morley como se tivessem sido falsificadores da hipótese do Éter, necessitando assim de uma reformulação na Teoria Eletrodinâmica. Apesar desse sujeito de pesquisa não ter feito algum comentário que leve a crer numa visão acumulativa, precisamos enfatizar que tal exemplo geralmente é associado a essa visão, pois é o ponto que Lakatos (1989b) discute a respeito do falsificacionismo de Karl Popper aplicado a História da Ciência. Segundo a visão Popperiana, os experimentos de Michelson e Morley foram um exemplo de falsificação na História da Física, dessa forma, Einstein teria elaborado uma teoria mais geral que inclui-se os resultados da teoria anterior. Contudo, Lakatos (1989a, p. 76, tradução nossa) discorda dessa interpretação.

Foi só então, vinte e cinco anos depois, que o experimento de Michelson-Morley passou a ser visto como “maior experimento negativo da história da ciência”. Mas isso não pôde ser visto instantaneamente. Mesmo que o experimento fosse negativo, não era claro, negativo exatamente para que? Além disso, Michelson em 1881 achou que isso também era positivo: ele sustentou que havia refutado a teoria de Fresnel, mas havia verificado a teoria de Stokes. O próprio Michelson e depois Fitzgerald e Lorentz explicaram o resultado também positivamente dentro do programa do Éter.

Vale dizer que justificamos o registro da resposta de P3 na UR 6.5, pois ele compara duas teorias ao invés de exemplificar a dinâmica de uma teoria em si. Também enfatizamos que não houve nenhum comentário que entendesse teorias como inalteradas, produtos prontos e acabados. No entanto, será que tais noções surgiriam se perguntássemos se as Leis podem se alterar?

Por fim, destacamos também que P2 realizou um comentário relevante, ao afirmar a necessidade do conceito de calor para preservar a conservação de energia, mostrando que entende que cientistas, muitas vezes, buscam salvar suas ideias ao invés de refutá-las, discordando da proposta de Popper (2013) e concordando com Lakatos (1989a) e Feyerabend (1974).

¹⁵ Conceito construído por Imre Lakatos para utilizar em suas análises históricas e filosóficas para comparar diferentes propostas científicas em competição. Um Programa de Pesquisa inclui não só uma teoria como também teorias, teorizações e modelos auxiliares.

5.2.7 Unidade Temática de Contexto 7

Essa UC tinha o objetivo de identificar a compreensão dos sujeitos de pesquisa a respeito da função da criatividade na construção do conhecimento científico. Esperávamos poder relacionar as respostas da questão 7 com aquelas da questão 3, percebendo assim, se houver relações entre visões empírico-indutivistas com a negação da criatividade ou então, se uma visão adequada a respeito da Ciência converge com algum entendimento do papel da criatividade no processo científico.

No quadro 16 abaixo constam as respostas à questão 7 decodificadas nas respectivas UR.

Questão 7: Cientistas utilizam a criatividade durante suas investigações? Justifique apresentando algum exemplo.

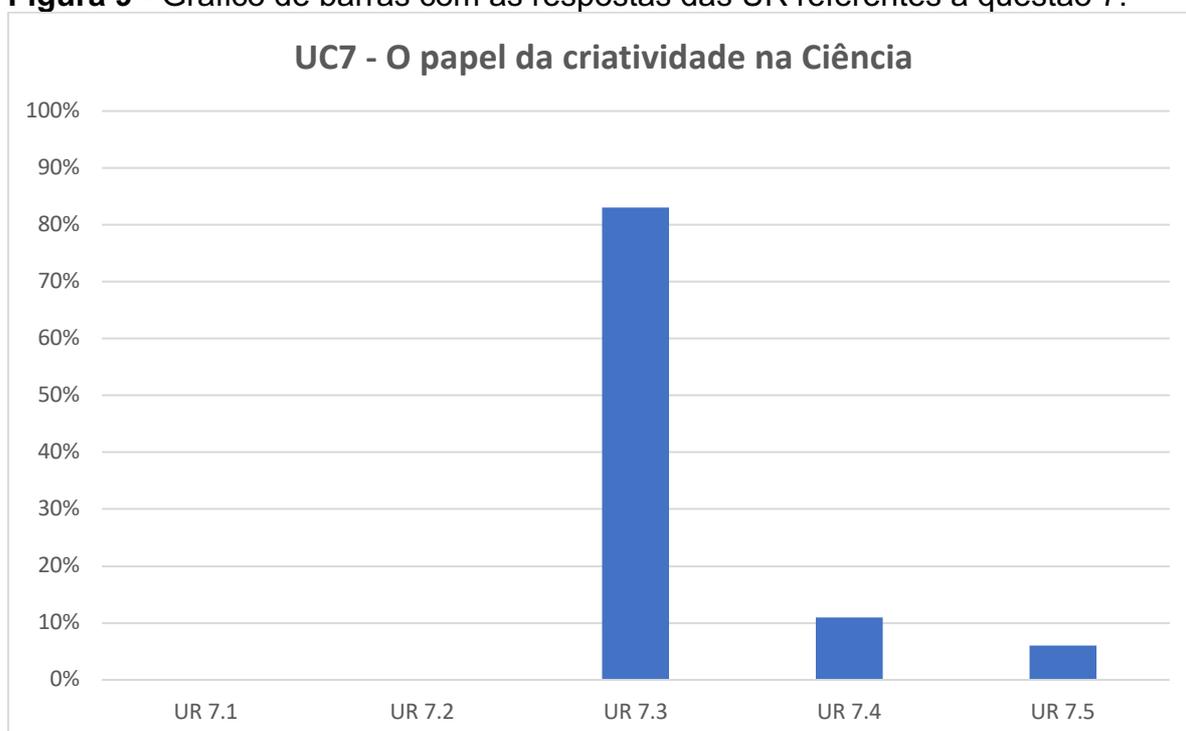
Quadro 16 – Respostas das UR referentes à questão 7

UC7 - O papel da criatividade na Ciência	
UR 7.1 Nega o papel da criatividade e justifica	Frequência: 0 registro (0%)
UR 7.2 Nega o papel da criatividade na Ciência e não justifica	Frequência: 0 registro (0%)
UR 7.3 Afirma o papel da criatividade na Ciência e justifica	<p>Frequência: 15 registros (83%)</p> <p>Demais registros: P3, P4, P6, P7, P9, P10, P11, P13, P14, P15, P17 e P18.</p> <p><i>P1: Sim, criatividade é fundamental. [...] A unificação da Teoria Eletromagnética realizada por Maxwell, a proposição por Planck de estados discretos de energia, novamente, o postulado da invariância da velocidade da luz proposta por Einstein, foram elementos novos surgidos de criatividade e que demonstraram sua importância nos avanços da ciência.</i></p> <p><i>P2: Sim e é por isso que o método científico é um mito. Pense nas inúmeras descobertas inspiradas por sonhos (tabela periódica, anel aromático) ou por experimentos imaginários (relatividade).</i></p> <p><i>P8: Sim. Isso é constante na elaboração de teorias e novos métodos experimentais. Por exemplo, a hipótese de Planck da quantização dos osciladores de uma cavidade do corpo negro foi uma hipótese muito criativa, que o levou a prever o correto</i></p>

	<i>espectro da radiação de corpo negro. O uso de uma plataforma de granito flutuando em uma piscina de mercúrio, utilizada por Michelson para montar seu interferômetro, foi também uma solução muito criativa para redirecionar facilmente seu interferômetro sem prejudicar o alinhamento óptico.</i>
UR 7.4 Afirma o papel da criatividade na Ciência, mas não justifica	Frequência: 2 registros (11%) P12: Sim. P16: Sim.
UR 7.5 Não contempla a pergunta	Frequência: 1 registros (6%) P5: <i>Deveriam. Muitas vezes criam. Muitas vezes dizem amém.</i>

Fonte: Autor

Figura 9 - Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 7.



Fonte: Autor

Com a decodificação das respostas nas UR, percebemos que há uma tendência em se aceitar o papel da criatividade no processo científico e, inclusive, 83% dos sujeitos de pesquisa souberam exemplificar a presença da criatividade.

Enfatizamos que não houve nenhuma resposta negando a criatividade, então podemos concluir que nossos sujeitos de pesquisa estão abertos a ideia de que existe um processo de criação dentro do fazer científico. É interessante notar que muitos sujeitos que já apresentaram visões empírico-indutivistas muito fortes

como P7, P14, P17 e P18, não só reconhecem o papel da criatividade como conseguem justificar com exemplos onde a criatividade está presente na prática científica.

Destacamos a resposta de P1: o mesmo sujeito chegou a demonstrar uma visão claramente empírico-indutivista na resposta à questão 3, no entanto, apresentou respostas em acordo com nossos referenciais nas questões 5, 6 e 7. Dessa forma, reforçamos a hipótese de que talvez P1 não tenha uma visão predominantemente empírico-indutivista, sendo possivelmente, apenas um sujeito ainda preso à ideia de Método Científico. Quando questionado a respeito de aspectos da NdC (diferença entre lei e teoria, caráter dinâmico das teorias e papel da criatividade), o sujeito demonstra uma visão de Ciência mais coerente com a NdC apresentada no capítulo 1. Esse fato, nos leva a refletir que apenas perguntar o que a pessoa entende de Ciência é insuficiente para compreender o pensamento do sujeito a respeito da NdC. É necessário fazer perguntas que o estimule a reorganizar ideias e conceitos reconhecendo o papel de elementos não empíricos (como a criatividade) e também um caráter não indutivo (como o papel das teorias). Assim, nos ocorreu a seguinte indagação, se perguntássemos se uma disciplina optativa de artes seria relevante, os sujeitos de pesquisa teriam o mesmo posicionamento?

Os exemplos citados pelos sujeitos, tendem a se concentrar na imagem de cientistas renomados (visão elitista talvez?), os quais foram criativos em seus contextos, mas será que a criatividade não deve ser desenvolvida na formação? Além disso, esses nomes citados trabalharam sozinhos? Ora, não podemos supor que a criatividade surgirá espontaneamente em poucas mentes brilhantes e que não há nada que possamos fazer, com relação ao currículo, para estimular a criatividade de indivíduos e também de grupos (pois o conhecimento é construído coletivamente).

É relevante também justificar que classificamos P2 na UR 7.3 pois ele citou os experimentos mentais da relatividade como exemplo, apesar desse sujeito relacionar criatividade com sonhos.

Por fim, comentaremos a resposta de P8, esse sujeito entende que a criatividade tem papel na Ciência e justifica com dois exemplos dentro da Física Moderna. O interessante aqui é que esse sujeito cita um exemplo de criatividade para resolver um problema experimental, como o alinhamento óptico em um interferômetro, mas também cita um problema teórico que é a previsão correta (no

sentido de se adequar as medidas empíricas) do espectro de um Corpo Negro que foi a Hipótese Quântica de Planck.

Com isso, percebemos que a criatividade não tem apenas um papel de resolver problemas técnicos, mas também de construir o próprio conhecimento uma vez que a solução de Planck para resolver um problema teórico influenciou muitos outros trabalhos importantes no século XX como por exemplo, a resolução do Efeito Fotoelétrico por Albert Einstein e também o Modelo Atômico de Niels Bohr.

5.2.8 Unidade Temática de Contexto 8

Com essa UC temos o objetivo de identificar as visões que os sujeitos de pesquisa têm a respeito da relação entre os dados obtidos por uma investigação e as possíveis conclusões, possibilitando assim, encontrar visões empírico-indutivistas (nas quais os dados falam por si¹⁶) ou então o reconhecimento que a ciência passa por processos de interpretação e análise os quais não são, necessariamente, objetivos, mas sim, intersubjetivos.

Entendemos que essa UC é relevante pois nosso entendimento de NdC, como exposto no capítulo 1, implica na possibilidade de várias conclusões derivam dos mesmos dados, uma vez que as observações são carregadas de teorias e, dessa forma, as conclusões dependem dos referenciais teóricos utilizados.

Abaixo se encontra o quadro 17 o qual apresenta as respostas à questão 8 decodificadas nas respectivas UR.

Questão 8: Os mesmos dados podem conduzir a conclusões diferentes? Justifique como isso é (ou não é) possível.

Quadro 17 – Respostas das UR referentes à questão 8

UC8 - A relação entre os dados e as conclusões na Ciência	
UR 8.1 Os dados devem levar a uma única conclusão e justifica	Frequência: 2 registros (10%) <i>P14: Depende da qualidade dos dados. A princípio, não. Um exemplo atual de conclusão mal feita: disseminou-se que os infectados por COVID 19 possuem tipo sanguíneo A+. Só essa informação poderia levar à conclusão de que pessoas de sangue A+ estão mais susceptíveis ao vírus. Acontece que o tipo A+ é,</i>

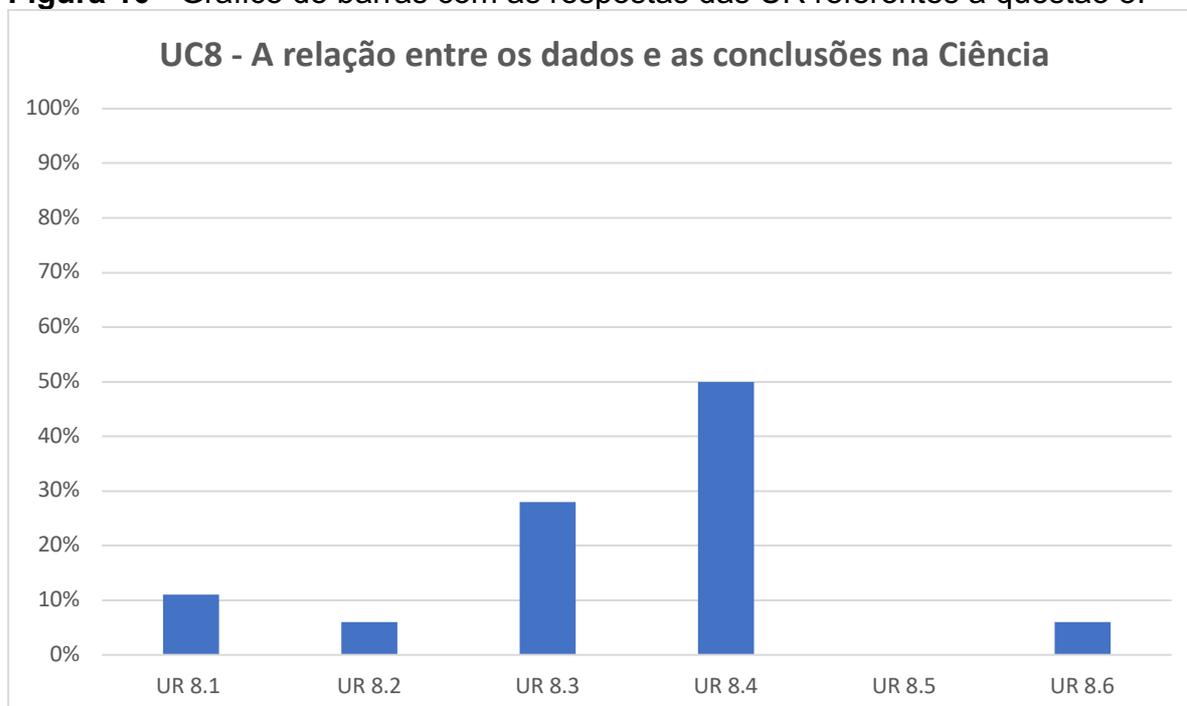
¹⁶ Entende-se essa expressão como: a conclusão deriva imediatamente dos dados, sem a necessidade de alguma subjetividade que faz a intermediação entre dados e conclusão.

	<p><i>junto com o tipo O+, o de maior incidência na população humana e assim essa conclusão pode não ser totalmente verdadeira. (https://www.suprevida.com.br/blog/tipo-sanguineo-pode-afetar-o-risco-de-covid-19)</i></p> <p><i>P16: Não seria possível se for adotado o método científico de forma objetiva.</i></p>
UR 8.2 Os dados devem levar a uma única conclusão sem justificativa	<p>Frequência: 1 registro (6%)</p> <p><i>P6: Em princípio não deveriam levar a conclusões diferentes.</i></p>
UR 8.3 Os dados podem levar a múltiplas conclusões não contraditórias	<p>Frequência: 5 registros (28%)</p> <p>Demais registros: P13</p> <p><i>P7: Sim, terá que bolar um novo experimento.</i></p> <p><i>P8: Creio que sim. É possível que duas teorias diferentes sejam consistentes com um conjunto de dados. Nesse caso, esse conjunto deve ser ampliado para incluir previsões discordantes entre as teorias, a fim de testar qual delas é correta. É possível também que duas teorias acabem por ser demonstradas equivalentes, como por exemplo, a descrição matricial ou ondulatória da mecânica quântica.</i></p> <p><i>P12: Sim, até certo ponto. Um estudo experimental mais cuidadoso (mais dados, mais refinamento) em geral, leva-nos a optar por uma única conclusão.</i></p> <p><i>P15: Quando as evidências não são robustas, pela impossibilidade de praticar um design estatístico/experimental adequado ou por falhas metodológicas de design ou análise, claro que sim. Mas "conclusões" nem mesmo deveriam ser proclamadas nessas condições. Por outro lado, quando os dados são confiáveis, teorias operacionalmente não idênticas (operacionalmente - diferem por mais do que apenas aspectos interpretativos, como ocorre em mecânica quântica; não idênticas - fazem previsões distintas em diferentes escopos físicos) deveriam ser distinguíveis por experimentos nos contextos em que suas previsões divergem.</i></p>
UR 8.4 Os dados podem levar a múltiplas conclusões dependendo da teoria (ou modelo) utilizada(o)	<p>Frequência: 9 registros (50%)</p> <p>Demais registros: P2, P4, P9, P10, P11, P17 e P18</p> <p><i>P1: Sim, podem. No caso mais simples, dados e resultados iguais podem levar a conclusões diferentes devido a pontos abertos na teoria que se baseiam, que permitem diferentes interpretações e, portanto, conclusões. Por exemplo, nas observações dos espectros</i></p>

	<p>da radiação-beta, que se mostravam totalmente inexplicáveis pelos conhecimentos correntes da física nuclear, Bohr sugeriu que um dos pilares da física, a conservação de energia, fosse abandonado.</p> <p>P3: Sem dúvida. Isso é muito comum na ciência. Citarei um exemplo auto-biográfico. Estudei, durante meu doutoramento, sistemas eletrônicos com determinadas características obtidas experimentalmente. Durante anos, estes dados foram interpretados segundo dois modelos concorrentes. Isto é, duas conclusões distintas foram obtidas a partir do mesmo conjunto de dados.</p> <p>P9: Podem sim. Usando teorias e interpretações diferentes.</p>
UR 8.5. Os dados podem levar a múltiplas conclusões, mas não justifica	Frequência: 0 registro (0%)
UR 8.6 Não contempla a pergunta	<p>Frequência: 1 registro (6%)</p> <p>P5: A interpretação dos dados, e também a sua manipulação, é subjetiva. A Terra é, ou não é, plana?</p>

Fonte: Autor

Figura 10 - Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 8.



Fonte: Autor

No caso dessa UC, precisamos tomar cuidado ao olhar o quadro 17 e também a Figura 10 e concluir que nossos sujeitos de pesquisa apresentam noções

em conformidade com os debates a respeito da NdC.

Primeiramente, porque tivemos três sujeitos que negam a possibilidade do mesmo conjunto de dados poder ser utilizado para justificar mais de uma conclusão, sendo que um desses nem justificou. Além disso, houve cinco respostas que reconhecem que os dados podem ser aproveitados para derivar diferentes conclusões. Contudo, parecem entender que isso é um problema a ser resolvido e não uma característica da própria natureza do conhecimento científico.

Por exemplo, P7, P8 e P12 afirmam que conclusões distintas devem ser confrontadas por um novo experimento para resolver o debate, não reconhecendo que talvez, a divergência não seja em adequação aos dados empíricos, mas sim, em abordagem teórica, além de que múltiplos Programas de Pesquisa, utilizando a terminologia Lakatosiana, podem coexistir e competir em um mesmo contexto histórico e que a escolha por um dos programas pode não ser consequência puramente empírica.

Ademais, P15 parece também preso a ideia de que um experimento deve ser utilizado para decidir em favor de uma conclusão em detrimento a outra. No entanto, esse sujeito sofisticou um pouco mais sua resposta uma vez que apresenta a ideia de teorias serem “operacionalmente não idênticas”. Nesse sentido, P15 afirma existirem teorias cujas interpretações divergem apesar de conseguirem explicar e prever fenômenos dentro de um mesmo escopo físico (operacionalmente idênticas). Por outro lado, existem teorias que preveem resultados distintos para um mesmo fenômeno. Nesse caso, elas devem ser distinguíveis experimentalmente, ou seja, um experimento capaz de testar qual das duas explica melhor.

Além disso, distinguir não garante que racionalmente devemos descartar a teoria que não teve sucesso na explicação desse fenômeno em específico, pois essa mesma teoria pode ainda ser muito frutífera e a outra, que passou nesse teste, pode vir a falhar em testes futuros e deixar de ser frutífera, ou em termos Lakatosianos, fazer parte de um programa degenerativo, ou seja, que sobrevive tentando se proteger de anomalias e não oferece progresso científico. Logo, não é um experimento crucial que descarta uma teoria em detrimento a outra, pois ambas sobrevivem com anomalias. A visão de P15, nesse caso, é semelhante a Popperiana combatida por Lakatos (1989b, p. 128, tradução nossa):

Popper defende que o exemplo mais importante de progresso científico ocorre

quando um experimento crucial mantém uma teoria *irrefutada* enquanto refuta uma teoria rival. Mas, na realidade, na maioria, se não em todos os casos quando existem teorias rivais, sabe-se que ambas são infectadas em simultâneo por anomalias.

Ainda sim, ocorreu uma grande incidência de respostas apresentando trechos os quais evidenciam como os sujeitos entendem que podemos utilizar diferentes teorias (ou teorizações, modelos, etc.) para analisar ou interpretar os mesmos dados, gerando assim, diferentes conclusões. Por exemplo, P2 cita a questão da estética no momento de se aceitar conclusões, discussão essa que existe na literatura desde os positivistas lógicos passando por Popper entre outros. Isso foi discutido na seção 1.4 dentro do conceito de simplicidade, ou seja, encontramos na resposta a presença desse aspecto da Natureza do Conhecimento Físico o qual havíamos abordado.

Destacamos também o sujeito P3, o qual afirma ter vivido um debate científico a respeito de conclusões distintas de uma mesma base de dados. No restante de sua resposta existe um relato desse cientista:

Em meus estudos, propus uma experimentação com objetivo de identificar qual modelo representa de maneira mais global o sistema. Ao mesmo tempo, pesquisadores suecos propuseram experimentação bastante distinta daquela que realizei, mas com o mesmo propósito. O mais interessante deste processo, foi que demonstramos ao mesmo tempo, com metodologias distintas, que as teorias anteriormente tidas como concorrentes, quando tratadas como complementares levam a uma representação mais completa do sistema estudado (Resposta de P3 a questão 8).

Nesse trecho é interessante analisar como as discussões a respeito da NdC podem ser observadas na prática científica. De fato, P3 se viu em meio a um debate científico entre dois modelos. Nesse ponto, houve o reconhecimento de diferentes metodologias em ação, concordando com o que Feyerabend (1974) defendeu como a Ciência se constitui de vários métodos e não um único.

Além disso, é interessante perceber como diferentes metodologias levaram à mesma conclusão, os modelos não eram necessariamente contraditórios como se acreditava mas sim, complementares, demonstrando um processo de reestruturação do conhecimento, sendo nesse caso, um processo de unificação.

5.2.9 Unidade Temática de Contexto 9

No que diz respeito a essa UC, seu objetivo foi identificar quais as noções que os sujeitos de pesquisa tiveram a respeito da explicação social da Ciência. Pretendemos não somente reconhecer a aceitabilidade dos sujeitos de pesquisa com relação a influência social que a Ciência sofre, mas também o papel de fatores humanos (sociais, culturais, políticos, econômicos e filosóficos) nos aspectos cognitivos da Ciência.

A justificativa dessa UC é que a aceitação de influências sociais na Ciência não necessariamente significa que o sujeito aceita uma explicação social da Ciência, ou seja, com a influência social sob os aspectos cognitivos. Até por isso, a questão 9 foi propositalmente ampla, afinal, não queríamos pessoas que pensam na influência social somente vinculada ao financiamento da pesquisa deixassem de relatar tal visão.

O quadro 18 abaixo apresenta as respostas dadas à questão 9 já decodificadas nas UR correspondentes.

Questão 9: Você acredita que fatores sociais, culturais, políticos, econômicos e filosóficos podem influenciar a produção científica? Justifique sua resposta apresentando exemplos.

Quadro 18 – Respostas das UR referentes à questão 9

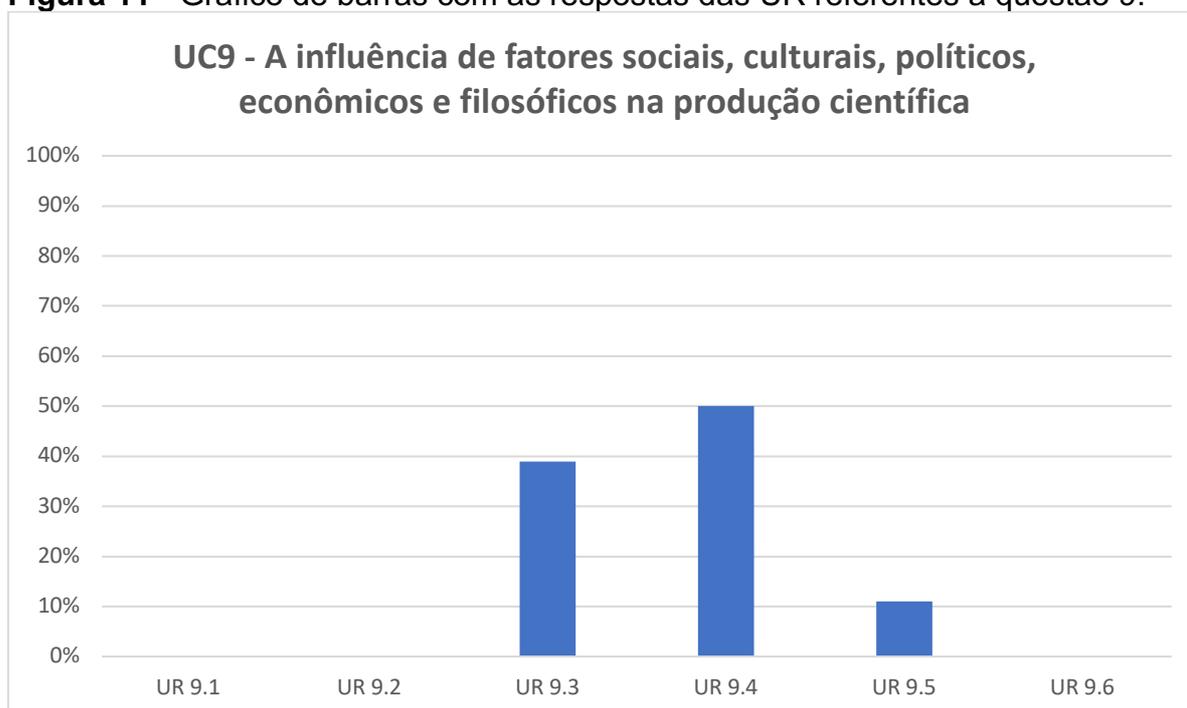
UC9 - A influência de fatores sociais, culturais, políticos, econômicos e filosóficos na produção científica	
UR 9.1 Nega a influência e reforça uma visão empírico-indutivista da Ciência	Frequência: 0 registro (0%)
UR 9.2 Nega a influência, mas não justifica	Frequência: 0 registro (0%)
UR 9.3 Afirma a influência, mas limitam a aspectos não cognitivos	<p>Frequência: 7 registros (39%)</p> <p>Demais registros: P4, P6, P15 e P17.</p> <p><i>P7: Sim, muitas vezes somos limitados por falta de equipamento. Assim temos que refazer as perguntas.</i></p> <p><i>P8: Sim. A política de financiamento à ciência e a percepção social da relevância da ciência certamente afetam a produtividade e status dos cientistas. Basta comparar por exemplo a situação de pesquisadores atuais no Brasil e na Alemanha...</i></p> <p><i>P14: Sem dúvidas. Particularmente nas ciências experimentais o</i></p>

	<p><i>fator econômico é um grande influenciador na produção científica. As políticas de desenvolvimento de um estado também afetam sobremaneira a produção e aí entram aspectos políticos, filosóficos (ideológicos) entre outros.</i></p>
UR 9.4 Afirma a influência inclusive nos aspectos cognitivos	<p>Frequência: 9 registros (50%) Demais registros: P3, P5, P9, P12 e P13</p> <p><i>P1: Sim, podem. Recorro ao passado e uso a mecânica Aristotélica, evidentemente falha na explicação de fenômenos observáveis, mas aceita e legitimada pela Igreja.</i></p> <p><i>P2: Óbvio. Como disse, Ciência é um empreendimento humano, social e político. [...] Podemos ver isso pela longa duração da Física aristotélica e a sua substituição pela física <u>clássica</u>¹⁷ justamente no período do renascimento/humanismo.</i></p> <p><i>P10: Sem dúvida. Em todos os casos isso aconteceu: tome-se qualquer teoria, tal como a mecânica quântica. Sua construção final, com base no pensamento da escola de Copenhagen, foi firmemente conduzida com base na filosofia do empirismo lógico.</i></p> <p><i>P18: Sim, mas o que difere a ciência dos outros tipos de conhecimento é justamente a tentativa de minimizar a influência desses fatores. O mais difícil é reduzir essa influência na coleta de dados. Por exemplo, se os dados sobre a Covid 19 forem manipulados com fins políticos, não há rigor nas outras etapas do ciclo empírico que seja capaz de consertá-los.</i></p>
UR 9.5 Afirma a influência, mas não justificam	<p>Frequência: 2 registros (11%)</p> <p><i>P11: Sim, em função das respostas às questões 7 e 8 acima.</i></p> <p><i>P16: Sim, em algumas áreas onde predominam fenômenos sociais e humanos.</i></p>
UR 9.6 Não contempla a pergunta	<p>Frequência: 0 registro (0%)</p>

Fonte: Autor

¹⁷ O sujeito de pesquisa escreveu “moderna” em associação com o termo “ciência moderna”, mas no contexto da física essa associação é complicada e pode gerar confusão pois Física Moderna é aquela que emergiu no final do século XIX e início do século XX. Dessa forma, acreditamos que substituir o termo “moderna” por “clássica” torna o texto mais compreensível.

Figura 11 - Gráfico de barras com as respostas das UR referentes à questão 9.



Fonte: Autor

Percebemos uma tendência de as respostas se concentrarem em duas UR, em que ambas codificam trechos que afirmam positivo para a influência de aspectos humanos. No entanto, apenas 50% dos sujeitos de fato tiveram respostas que aceitam a influência social nos aspectos cognitivos da Ciência. Outros 39% aceitam uma influência social apenas em aspectos não cognitivos, ou seja, externos, em algum sentido, a natureza do conhecimento científico.

Destacamos, por exemplo, P8 e P14 que se limitaram a discutir aspectos econômicos e de financiamento de pesquisa. Novamente, entendemos que o debate é importante e precisa ser travado, no entanto, em nada ele contribui para o debate a respeito da NdC. Esses dados parecem entrar em conformidade com o que Chalmers (1994) afirma, em que uma sociologia não cognitiva da Ciência parece não ser contestada mesmo entre os mais ortodoxos defensores da racionalidade científica.

Por outro lado, temos aqueles sujeitos que parecem aceitar a explicação social da Ciência em algum grau. Por exemplo, P1 faz referência a um aspecto político no qual a aceitação da Mecânica Aristotélica (segundo P1) se deve ao poder de uma instituição religiosa (Igreja Católica). Dessa forma, o mesmo

reconhece que a aceitação de uma explicação científica por uma comunidade científica sofre influência da religião dominante nessa comunidade.

O exemplo de P18 é interessante: ele entende que há fatores sociais interferindo na Ciência mas vê isso como um problema a ser resolvido, que há uma necessidade de minimizar a influência desses fatores. Além disso, ele cita novamente a ideia de método científico (ciclo empírico), mostrando novamente que P18 é um sujeito ainda preso a essa ideia.

Vale ressaltar que nós não estamos corroborando as narrativas descritas pelos autores dessas respostas, e sim, procuramos analisar as respostas de acordo com nossos referenciais, levando em conta o que os próprios sujeitos de pesquisa acreditam. Lembramos que não está no escopo desse trabalho discutir os exemplos históricos citados.

Percebemos também que P1 novamente não teve uma resposta que enfatizava aspectos empírico-indutivistas, característica que percebemos fortemente na sua resposta à questão 3. Ainda sim, é possível que esse sujeito não aceite por completo que a Ciência tenha uma explicação social e nossa questão não foi capaz de fazê-lo externar alguma discordância. Tivemos essa percepção pelo fato de que esse sujeito citou um exemplo no qual a explicação dada na época é hoje rejeitada (Mecânica Aristotélica). Logo, é possível que esse sujeito acredite que a explicação social se dê apenas para a má Ciência, ou a Ciência que já foi desacreditada, como Chalmers (1994) prevê que acontece, contudo, como mostra Latour (2000), mesmo a ciência tida como fato está sujeita a uma explicação social.

Essa mesma desconfiança não temos com P2 pois na questão 3 esse sujeito de pesquisa mostrou ter uma posição *Anarquista Metodológica*¹⁸. Além disso, P2 inicia sua resposta à questão 9 afirmando que a Ciência é um empreendimento humano, social e político. Possivelmente, quando faz questão de afirmar que a substituição da Mecânica Aristotélica se deu *justamente* no período renascentista/humanista, P1 se refere a crítica direcionada às autoridades intelectuais e da valorização da razão humana e do empirismo que eram algumas das características do final desse período e início da era moderna (CHAUÍ, 2002).

Não pretendemos debater se P1 está correto em colocar a substituição da Mecânica Aristotélica como evento do final do Renascimento ou do início da Era

¹⁸ Inferimos a partir da maneira com que o mesmo cita Paul Feyerabend.

Moderna, como dito anteriormente, foge do intuito desse trabalho.

5.3 COMENTÁRIOS GERAIS

Ao analisar todos esses dados percebemos haver uma tendência a visões empírico-indutivistas por parte dos sujeitos de pesquisa, embora algumas respostas possam ter deixado dúvidas (como a resposta de P1 à questão 9). No entanto, houve também alguns sujeitos que apresentaram respostas em conformidades com o debate a respeito da NdC conduzido no capítulo 1.

Algumas impressões ficaram ao término da análise das nove Unidades Temáticas de Contexto, e seria possível que algumas questões pudessem ser acrescentadas ou retiradas. Embora a questão 4 possa ter se relacionado com a questão 3, possibilitando identificar possíveis contradições entre respostas (caso de P1), esse objetivo pôde ser alcançado pelas demais UC, logo, acreditamos que a questão 4 pode não ser necessária.

Além disso, as perguntas não foram capazes de identificar o que P1 entendia por “Método Científico”, visto que o mesmo sujeito parece ter uma abertura a debates relacionados a aspectos sociais da Ciências (talvez por influência de sua formação inicial). Dessa forma, uma questão que perguntasse o que os sujeitos entendem por Método Científico poderia ser mais eficiente em reconhecer visões empírico-indutivistas ou até falsificacionistas (as quais não identificamos).

Enfatizamos também o sucesso da questão 9, já que indagações como essa aparecem em outros questionários a respeito da NdC, como por exemplo o VNOS-C. Contudo, nossa questão junto às UR construídas podem ajudar a identificar visões que levam em conta apenas a influência social sob aspectos não cognitivos da Ciência. Assim, acreditamos que formalizar esse tipo de pergunta de forma abrangente facilita a identificação de respostas com trechos que genuinamente apresentam a aceitação de uma explicação social para a Ciência.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nossa pesquisa originou-se de inquietações pessoais que ocorreram ao longo do curso de graduação em Bacharelado em Física, no qual fiquei frustrado pela falta de discussões conceituais e metodológicas a respeito da Ciência na qual estava sendo formado. Isso se somou ao interesse em Filosofia que possuo desde o

ensino médio e de História desde o fundamental, interesses que foram ampliados e desenvolvidos ao longo do mestrado.

Além de objetivos científicos, esse trabalho possuiu objetivos pessoais, pois tenho genuíno interesse em contribuir, mesmo que minimamente, para a melhora dos cursos de Bacharelado em Física no país, tanto para melhorarmos a formação de nossos cientistas, como para a satisfação de nossos estudantes.

Iniciamos esse trabalho por meio da descrição dos nossos referenciais teóricos, e para isso, buscamos estudar artigos e livros que debatem o conhecimento científico. Com isso, concluímos que há indícios que abordagens fundamentadas na História, Filosofia ou Sociologia da Ciência poderiam auxiliar os professores a deixar as aulas mais contextuais, humanas, críticas e significativas.

Além disso, abordamos a epistemologia da Física e algumas possíveis contribuições para a formação do Físico. Somada a discussão a respeito dos Saberes Docentes, chegamos a conclusão de que é importante o docente ter noções adequadas a respeito da Natureza da Ciência para que possa explorar discussões históricas, filosóficas e sociológicas em suas aulas.

Na sequência, apresentamos um levantamento sistemático dos artigos publicados no Brasil de 2018 até o primeiro semestre de 2020 que discutiam aspectos relacionados ao curso de Bacharelado em Física. Nesse levantamento concluímos que o grau de bacharelado não vem sendo contemplado pelas pesquisas, e por isso, mostramos a necessidade de mais pesquisas que tenham como foco a formação de físicos como pesquisadores. O levantamento mostrou também um excesso de artigos que tratam de temas do Bacharelado em Física mas não discutem como esse conhecimento pode ser utilizado para auxiliar a formação dos físicos.

O objetivo geral desse trabalho consistiu em conhecer as noções de docentes de Física que atuam nas disciplinas do núcleo específico dos cursos de Bacharelado em Física no Brasil a respeito da NdC. Para isso, construímos um questionário com perguntas abertas nas quais os docentes tiveram a liberdade de se expressar conforme suas próprias convicções e com seu próprio vocabulário, não impondo respostas prévias e evitando ao máximo induzir as que desejávamos obter. Com isso, nossa pesquisa se configurou como Qualitativa e também apresentou as características que esperávamos: intersubjetiva e hipotético-dedutiva.

As respostas ao questionário foram analisadas por meio da *Análise de*

Conteúdo segundo Bardin (2016), no qual construímos uma Unidade Temática de Contexto para cada questão e também Unidades Temáticas de Registro para decodificar as respostas. Todas essas foram construídas previamente ao envio do questionário e decodificadas intersubjetivamente por integrantes do IFHIECEM.

Nosso trabalho contribui para área uma vez que sistematizamos aspectos epistemológicos da Física e da Ciência em geral que podem auxiliar outros pesquisadores a conduzir mais estudos a respeito da presença da História, Filosofia e Sociologia da Ciência na formação de pesquisadores em Física. Além disso, nossa pesquisa também sistematizou e analisou informações relevantes contidas no documento oficial que orienta os cursos de Física no Brasil, contribuindo, dessa forma, para auxiliar novas pesquisas que busquem estudar a formação de bacharéis em Física no Brasil.

A parte empírica dessa pesquisa mostrou a persistência de noções empírico-indutivistas e rígidas em alguns sujeitos de pesquisa, contudo, também tivemos sujeitos que se interessam em aspectos epistemológicos, históricos e sociais da Física, e esses demonstraram reconhecer que uma formação em HFSC auxilia a compreender melhor a Ciência com a qual trabalham.

Percebemos também a importância desse tipo de pesquisa ser realizada com questionários abertos e com diversidade de perguntas pois um mesmo sujeito pode reproduzir ideias inadequadas e ideias mais críticas e bem fundamentadas a respeito da NdC. Ainda sim, acreditamos que o questionário que construímos pode ser melhorado caso alguém pretenda aplicá-lo novamente em outro contexto.

Acreditamos que mais pesquisas devem ser feitas a fim de entender quais as potencialidade da História, Filosofia e Sociologia da Ciência na formação dos pesquisadores em Física bem como a possibilidade de contribuir, em algum grau, para a redução da evasão nos cursos de Física pois auxiliaria na diminuição da frustração dos estudantes pela falta de entendimento conceitual.

Além disso, dentro dos referenciais teóricos e análise dos dados empíricos realizados por esse trabalho, defendemos que as próximas reformulações, em cursos de Bacharelado em Física, devem considerar a inclusão de uma disciplina com aportes em HFSC (no caso dos cursos que ainda não possuem). Defendemos também a presença da HFSC como parte ativa na organização do currículo permeando debates nas diferentes disciplinas, principalmente naquelas do núcleo

específico de formação de pesquisadores.

Por fim, sugerimos também que as pessoas responsáveis por pensar os currículos dos cursos de Bacharelado em Física, discutam alternativas para incentivar o desenvolvimento da criatividade e a inserção na pesquisa. Por exemplo, algumas disciplinas teóricas dos últimos anos poderiam contar com a escrita de um texto nos padrões científicos como parte da avaliação, fazendo com que os estudantes tenham que ler artigos e procurar temas ou problemas de pesquisa. Outra possibilidade para uma formação mais investigativa, como já discutimos, é a presença da iniciação científica ou estágio em pesquisa como componente curricular obrigatório, culminando em pelo menos uma monografia no final do curso. Contudo, ressaltamos que esse trabalho deve ser organizado a fim de proporcionar uma formação verdadeiramente investigativa, de tal forma que integre ensino e pesquisa e que engaje docentes e discentes na resolução de problemas e não na reprodução de roteiros.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F. **The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science**. Unpublished doctoral dissertation Oregon State University, Oregon, 1998.

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**, Rio Grande do Sul, v. 16, n. 3, p. 473-488, 2011.

ALMEIDA, M. M. Proposta de atividade para o estudo de movimentos bidimensionais nos cursos introdutórios de Física. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 41, n. 4, São Paulo, 2019.

ALONSO, A. V.; MAS, M. A. M.; DÍAZ, J. A. A.; ROMERO, P. A. Consensos sobre la naturaleza de la ciência: La comunidad tecnocientífica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 331-363, 2007.

ALVES, É. M. et al. Simulating single-spin dynamics on an IBM five-qubit chip. **Rev. Bras. Ensino Fís**, vol. 42, São Paulo, 2020.

ANDRADE, M. A. B. S. de. **A epistemologia da Biologia na formação de pesquisadores: compreensão sistêmica de fenômenos moleculares**, 2011, 233 f. Tese (doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2011.

ARAMAN, Eliane Maria de Oliveira. **Contribuições da História da Matemática para a construção dos saberes do professor de Matemática**. 2011. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

ARRUDA, S. M. et al. Dados comparativos sobre a evasão em Física, Matemática, Química e Biologia da Universidade Estadual de Londrina. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 418-438, 2006.

ARRUDA, S. M.; UENO, M. H. Sobre o ingresso, desistência e permanência no curso de Física da Universidade Estadual de Londrina: algumas reflexões. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 159-175, 2003.

ARTUSO, E.; MARIM, C. Comparação Estatística de Autovalores de um Operador de Schrödinger Perturbado. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 42, São Paulo, 2020.

BALLESTERO, H. C. E.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M. A aprendizagem da linguagem física em um curso de introdução à Mecânica Clássica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 2-19, abr. 2018.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BATISTA, I. de L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.

BHATTACHARJEE, P. R. A simple organized approach for balancing nuclear equation. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 3, São Paulo, 2018.

BIANCHETTI, L. Formação de docentes e pós-graduação: docente ou pesquisador? Há futuro para esse ofício? **Educação Unisinos**, v. 15, n. 3, São Leopoldo, 2012

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto, 1994.

BRANDO, F. R.; CALDEIRA, A. M. A. A escolha profissional: identificar-se como professor de Ciências Biológicas. **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação para a Ciência**. Bauru: Atas Abrapec, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CES n. 1.304/2001**. Dispõe sobre as Diretrizes Nacionais Curriculares para os cursos de Física. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>> . Acesso em: 12 abr. 2020.

BRUSH, S. Should the History of Science be Rated X? **Science**, Londres, v. 183, n. 4130, p. 1164-1172, 1974.

BUNGE, M. **Diccionario de Filosofía**. Ciudad del México: Siglo XXI editores, 2005.

_____. **La ciência: su método y su filosofía**. Buenos Aires: Siglo XXI editores, 2004.

_____. **Teoria e Realidade**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1974.

CALDERÓN, G.; MUNÓZ, J. H.; RIVERA, J. Y. Dispositivo para medir tempo y temperatura usando um microcontrolador. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 2, 2018.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. O Currículo de Física: Inovações e Tendências nos anos noventa. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, p. 3-19, 1996.

CASTILLO, J. E.; SIERRA, Y.; CUBILLOS, N. L. Classical simulation of Grover's quantum algorithm. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 42, São Paulo, 2020.

CATELLI, F.; GIOVANNINI, O.; HOFFMANN, P. Um problema didático: como determinar ângulos de paralaxe trigonométrica. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 1, São Paulo, 2018.

CHALMERS, A. F. **A Fabricação da Ciência**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1994.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência Afinal?** Brasília: Editora Brasiliense, 1993.

CHAUÍ, M. **Convite a Filosofia**. São Paulo: Ed. Ática, 2000.

COLOMBO, L. C.; SALINAS, S. J. Es importante la epistemología de las ciencias na formación de investigadores y de profesores em Física? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 22, n. 3, p. 455-462, 2004.

CONTRERAS, J. **Enseñanza, currículum y professorado: Introducción crítica a la didáctica**. Madrid: Akal, 1994

COSTA, M. da. **Experimentos Históricos em Ambiente Virtual: uma Abordagem Histórico-didática a Respeito da Teoria Eletrofraca para o Estudo de Física de Partículas no Ensino Superior**. 2018. 423 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

COSTA, M. da.; BATISTA, I. L. Abordagem histórico-didática para o ensino da Teoria Eletrofraca utilizando simulações computacionais de experimentos históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 242-262, abr. 2020.

CUNHA, J. A. R. da; GENOVESE, L. G. R.; QUEIROS, W. P. Das limitações Histórico-Conceituais das Apresentações do Conteúdo de Entropia nos Livros de Física do Ensino Superior e uma Proposta de Ensino Fundamentada em Fatos Históricos. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, p. 117-134, Canoas, mar./abr., 2018.

CUNHA, Silvio Luiz Souza. Reflexões sobre o EAD no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 151-153, 2006.

CUPANI, A. Acerca de la vigencia del ideal de objetividade científica. **SCIENTIAE Studia**, São Paulo v. 9, n. 3, p. 501-525, 2011.

CUPANI, A.; PIETROCOLA, M. A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.19, p.100-125, jun. 2002. Número especial.

DOEUFF, M. L. Hope in Science. Em: **W. A. Sessions, Francis Bacon's Legacy of Texts: the art of discovery grows with discovery**. New York: AMS press, p. 9-24, 1990.

DOURADO, S. S.; MARCHIORI, M. A. Processos quase estáticos, reversibilidade e os limites da Termodinâmica. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 41, n. 2, São Paulo, 2019.

DUTRA, R. S. et al. Efeitos do vento solar na magnetosfera terrestre: uma abordagem didática dos cinturões de Van Allen. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 42, São Paulo, 2020.

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. **Bachelor Program: Rules, Regulations and Syllabi**, Paris, 2019. Disponível para download em: <<https://programmes.polytechnique.edu/en/bachelor/program-details/structure-of-the-bachelor>>. Acesso em: 16/08/2020.

EINSTEIN, A. Física e Realidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 9-22, 2006. Publicado originalmente em: Journal of the Franklin Institute, 221, 313-347, 1936. Tradução de Sílvio, R. Dahmen.

EVANGELISTA, E. de F. D. Deduções do limite de Chandrasekhar: uma abordagem didática dos trabalhos originais do autor. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 41, n. 2, São Paulo, 2019.

FERREIRA, J. V.; Andreas, M. M. Um módulo com simulaciones interactivas didáticas para la comprensión conceptual de um modelo física em um trabalho de laboratório de Física em la universidade. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, p. 183-199, 2018.

FEYERABEND, P. **Contra o método: tradução de Octanny S. da Mota e Leonidas Hegenber**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1997.

FREITAS, G. B. R. L.; GOMES, A. H. Dilatação do tempo, referenciais acelerados e o paradoxo dos gêmeos. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 41, n. 3, São Paulo, 2019.

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA. **Bacharelado em Física Projeto Político Pedagógico**. Ji-Paraná, 2013. Disponível em: <http://www.fisicajp2.unir.br/uploads/48059049/arquivos/PPP_Bacharel_2014_Proc_23118_184811363.PDF>. Acesso em: 05/08/2020.

FURTADO, J. Sobre a ação de Euler-Heisenberg e o espalhamento da luz pela luz. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 41, n. 3, São Paulo, 2019.

GARMS, M. A. CALDAS, I. L. Síntese das Leis de Kepler. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 2, São Paulo, 2018.

GAUDIO, A. C.; PIETROCOLA, M. Calouros do Bacharelado e da Licenciatura em Física da UFES: Diferenças, Semelhanças, Dificuldades e Resiliência – Um estudo de caso. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, 2019.

GAUTHIER, Clermont; MARTINEAU, Stéphane; DESBIENS, Jean-François; MALO, Annie; SIMARD, Denis. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Editora UNIJUÍ, Ijuí, Rio Grande do Sul, 1998.

GIL PEREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GUADAGNINI, P. H.; ROCHA, F. S.; BARTELLE. Um medidor de luminosidade com módulo sensor integrado e aquisição automática de dados com aplicações didáticas. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v.41, n. 3, 2019.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUO, I. S.; VEIT, E. A. Dificuldades e avanços no domínio do campo conceitual da modelagem didático-científica: um estudo de caso em uma disciplina de física experimental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, 2018.

HOLANDA, L. M. et al. Comportamento magnético de materiais por meio da mecânica estatística. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 42, São Paulo, 2020.

IVCHENKO, V. Quantitative analysis of the applicability limits of the model of a one-dimensional infinite square well. **Rev. Bras. Ensino Fís**, vol 42, São Paulo, 2020.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1995.

LAKATOS, I. Falsification and the methodology of scientific research programmes. In **The methodology of scientific research programmes: philosophical Papers Volume 1**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 8-101, 1989a.

_____. History of science and its rational reconstructions. In **The methodology of scientific research programmes: philosophical Papers Volume 1**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 102-138, 1989b.

LATOUR, B. **Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LAUDAN, L. **Progress and its problems: towards a theory of scientific growth**. Londres: Routledge and Kegan Paul, 1977.

LEAL, H. Feyerabend e a racionalidade científica. In: LORENZANO, P.; TULA MOLINA, F. **Historia y filosofia de la ciência em el como sur**. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, 2002.

LEDERMAN, N. G. et al. 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, p. 497-521, 2002.

LIMA, N. W. et al. Louis de Broglie's wave-particle duality: from textbooks' blackboxes to a chain of reference presentation. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, 2020.

MARTÍNEZ-BORREGUERO, G. et al. A didactic reformulation of the laws of refraction of light. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 3, São Paulo, 2018.

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

MENDES, G. H. G. I. **Modelagem matemática e construção epistemológica de modelos científicos: uma abordagem para o ensino de Física**. Londrina, 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina.

MENDES, G. H. G. I.; BATISTA, I. L. Matematização e Ensino de Física: Uma Discussão de Noções Docentes. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 757-771, 2016.

MENEZES, D. P. et al. A Física da UFSC em números: evasão e gênero. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 324-336, abr. 2018.

MIGLIORATTI, F. A.; BATISTA, I. L. Perspectivas da Sociologia do Conhecimento Científico e o Ensino de Ciências: um estudo em revistas da área de ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, p. 01-31, 2018.

MOTTA, C. J. N. **Francis Bacon e a nova indução: Reforma do entendimento e restauração do homem**. São Paulo, 2015. Tese (Doutorado em Filosofia) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

NETTO, J. da S.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. Fenômenos intermediários de interferência e emaranhamento quânticos: o interferômetro virtual de Mach-Zehnder integrado a atividades didáticas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 185-234, abr. 2018.

OLIVEIRA, F. P.; AMORIM, H. S.; DEREZYNSKI, C. P. Investigando a atmosfera com dados obtidos por radiossondas. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 3, São Paulo, 2018.

OLIVEIRA, I. N. et al. Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduino. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 42, São Paulo, 2020.

PAES, R. P.; NASCIMENTO, V. A. Estudo teórico de transição quântica de fases em fases bosônicas aprisionados por redes ópticas periódica e quase periódica. **Rev. Bras. Ensino Fís**, vol. 41, n. 1, São Paulo, 2019.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 89-109, 2002.

PIRES, F. F.; SILVA, J. A.; FORARO, T. C. de M. Estética e simetria nas leis de Newton: uma análise de alguns livros didáticos usados na formação inicial de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 2, n. 1, p. 337-365, ago. 2019.

POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo, Cultrix, 2013.

PRADO, F. D. Experiências curriculares com História e Filosofia da Física. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, Florianópolis, n. 6 (Número Especial), p. 9-17, jun, 1989.

RAMOS, M. P.; MALUF, R. V. Sobre a teoria de Einstein para ondas gravitacionais e sua aplicação no estudo da radiação emitida por um pulsar binário. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 2, São Paulo, 2018.

REIS, J. R. T.; RODRIGUES, A. G.; NETO, N. M. B. Medindo a constante dielétrica em líquidos: um estudo de caso para elaboração de uma proposta para formação de físicos experimentais. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 41, n. 1, São Paulo, 2019.

REISS, J.; SPRENGER, J. Scientific Objectivity. In: Edward N. (ed.) ZALTA. **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. 2014. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-objectivity/>. Acesso em: 20/09/2017.

RIDENTI, M. A.; AMORIM, J.; DAL PINO, A. Termodinâmica das reações químicas aplicada à física de plasmas. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, vol. 30, n. 3, São Paulo, 2018.

ROBILOTTA, Manoel Roberto. O Cinza, o Branco e o Preto – Da Relevância da História da Ciência no Ensino da Física. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, Florianópolis, 5 (Número Especial): p. 7-22, jun. 1988.

ROMERO, A. L. S.; BARBANO, E. C.; MISOGUTI, L. Sistema computadorizado para deslocamento de amostra com motor de passo utilizando o L298: aplicação na técnica de varredura-Z. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 41, n. 4, 2019.

SALES, Jacira Teles de. O projeto político pedagógico no ensino superior e o papel social de educadores no processo de aprendizagem. **Revista Cereus**, v. 1, n.m1, ago. 2009 OnLine.

SILVA, D. R.; PEIXOTO, P. A força de atrito estático não é conservativa. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 1, São Paulo, 2018.

SILVA, M. R. da; MATTOS, A. de M.; MINIKOSKI, D. A Febre Puerperal: A desconsideração da hipótese de Ignáz Semmelweis em uma abordagem Sócio-Constructivista. **PROBLEMATA: Revista Internacional de Filosofia**, v. 11, p. 22-35, 2020.

SILVA, S. L. L.; FUMIÃ, H. F. É seguro atirar para cima? Uma análise da letalidade de projéteis subsônicos. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 41, n. 3, São Paulo, 2019.

SLODKOWSKI, K.; PINHEIRO, M. C.; LUCHESE, T. C. As limitações do modelo do campo elétrico do condutor e suas implicações didáticas. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 2, São Paulo, 2018.

SOUZA, M. A. M.; RODRIGUES, J. J. O Método de Deformação como ferramenta didática na Teoria de Campos. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 41, n. 1, São Paulo, 2019.

STEUP, M. Epistemology. In: Edward N. (ed.) ZALTA. **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, 2005. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/entries/epistemology/>>. Acesso em: 20/04/2020.

SUAVE, R. N.; FERREIRA, E. A.; NOGUEIRA, J. A. Análise da repentina duplicação da largura de um poço quadrado infinito 1-dim: um resultado surpreendente à primeira vista. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, vol. 42, São Paulo, 2020.

TARDIF, M; RAYMOND, D. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. **Educação & Sociedade**, ano XXI, no 73, 2000.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

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

TEIXEIRA, J. C. et al. Dinâmica de distribuição de fontes de capitais científicos entre docentes/pesquisadores de um programa de pós-graduação stricto-sensu de uma universidade pública. **Avaliação**, Campinas; Sorocaba, SP, v. 17, n. 1, p. 179-206, mar. 2012.

TOBAJA, L. M.; GIL, J. Enfoque histórico em la enseñanza del campo electro magnético. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 4, São Paulo, 2018.

TOMAZIO, N. B.; ROMERO, A. L. S.; MENDONÇA, C. R. Desenvolvimento de um obturador de feixe óptico utilizando um disco rígido de computador. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 1, 2018.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Instituto de Física. **Projeto Político Pedagógico do Curso de Bacharelado em Física**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.fis.unb.br/arqs/Projeto_Politico_Pedagogico_Bacharelado_vol1.pdf>. Acesso em: 12/04/2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, Centro de Ciências Exatas. **Resolução CEPE/CA N° 0272/2009**. Reformula o Projeto Pedagógico do Curso de Física – Habilitação: Bacharelado, a ser implantado a partir do ano letivo de 2010. Londrina, 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/prograd/docs_prograd/resolucoes/2009/resolucao_272_09.pdf>. Acesso em: 12/04/2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Pró-Reitoria de Graduação Divisão de Ensino. **Projeto Pedagógico – Bacharelado**. Ponta Grossa, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, Instituto de Física, **Reestruturação Curricular dos Cursos de Graduação em Física: Projeto Pedagógico**. Salvador, 2015. Disponível em: <http://www.fis.ufba.br/sites/fis.ufba.br/files/processo_reestruturacao_curricular_cursos_graduacao_fisica_parte-1.pdf>. Acesso em 12/04/2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Instituto de Ciências Exatas. **Projeto Pedagógico Curso de Física: Versão Curricular 2019-1**. Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <https://www.fisica.ufmg.br/graduacao/wp-content/uploads/sites/3/2019/07/projeto_pedagogico2019.pdf>. Acesso em: 12/04/2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, Centro de Ciências Exatas e da Natureza. **Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Física do CCEN/UFPB**. João Pessoa, 2016. Disponível em: <https://sig-arq.ufpb.br/arquivos/2017124181c2c13947551c7c7d581396/Proposta_PPC_Bacharelado_em_Fisica.pdf>. Acesso em: 12/04/2020.

VANDERSCHRAAF, P.; SILLARI, G. Common Knowledge. In: Edward N. (ed.) ZALTA. **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, 2005. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/entries/common-knowledge/>>. Acesso em: 20/04/2020.

VEIGA, Ilma Passos da. Projeto político-pedagógico da escola: uma construção coletiva. In: VEIGA, Ilma Passos da (org.). **Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível**. Campinas: Papirus, 1998. p. 11-35.

VELOSO, M. S. O.; SERRANO, A. Um olhar meticuloso das disciplinas experimentais dos cursos de física à distância. **R. bras. Ens. Ci. Tecnol.**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 386-407, set./dez. 2018.

VILAS BOAS, A. et al. História da Ciência e Natureza da Ciência: debates e consensos. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 30, n. 2, p. 287-322, ago. 2013.

WEHMANN, C. F. et al. Estudo e aplicações de simulação computacional em problemas simples de mecânica dos fluidos e transferência de calor – Parte II: Problemas clássicos de transmissão de calor. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 2, São Paulo, 2018.

APÉNDICES

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O senhor(a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa intitulado, provisoriamente, “Problematizando a formação do Bacharel em física no Brasil: Uma discussão das noções de docentes com relação a natureza da ciência”, de responsabilidade do pesquisador João Pedro Sussel Bertogna. Para participar, é necessário que leia este documento com atenção.

O intuito deste estudo é coletar dados para minha Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina.

Com o objetivo de conhecer as noções a respeito de algumas questões em Natureza da Ciência de professores de Física de cursos de bacharelado, gostaria de contar com sua colaboração no preenchimento do questionário em anexo, bem como, com a autorização para a publicação de suas análises. Ao autorizá-lo, estará contribuindo com a pesquisa e concordando com futuras publicações dos dados fornecidos.

Sua decisão de participar é voluntária e o senhor(a) pode recusar-se a participar. O questionário receberá um código que substituirá seu nome. Todos os dados coletados serão mantidos de forma confidencial e serão utilizados apenas para fins científicos. Sua identidade não será revelada em qualquer circunstância.

APÊNDICE B

Unitarização das unidades de contexto

Os dados estão em posse do autor e podem ser solicitados por meio do e-mail jp_eng10@hotmail.com.