



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

Andrea Mara Ribeiro da Silva Vieira

**NATUREZA DA CIÊNCIA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA
compreendendo a dimensão histórica e o papel da historicidade**

**Brasília
2020**

Andrea Mara Ribeiro da Silva Vieira

**NATUREZA DA CIÊNCIA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA
compreendendo a dimensão histórica e o papel da historicidade**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília.

Área de concentração: Educação

Linha de pesquisa: Ensino de Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Cássio Costa Laranjeiras

Brasília
2020

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

VV658n Vieira, Andrea Mara Ribeiro da Silva
NATUREZA DA CIÊNCIA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA
compreendendo a dimensão histórica e o papel da
historicidade / Andrea Mara Ribeiro da Silva Vieira;
orientador Cassio Costa Laranjeiras. -- Brasília, 2020.
315 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Educação) -- Universidade
de Brasília, 2020.

1. Educação Científica. 2. Natureza da Ciência. 3. História
da Ciência. 4. Dimensão Histórica da Ciência. 5.
Historicidade da Ciência. I. Laranjeiras, Cassio Costa,
orient. II. Título.

Andrea Mara Ribeiro da Silva Vieira

**NATUREZA DA CIÊNCIA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA
compreendendo a dimensão histórica e o papel da historicidade**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade De Brasília.

Prof. Dr. Cássio Costa Laranjeiras (UnB)

Prof. Dr. Olival Freire Júnior (UFBA)

Prof. Dr. Mauro Lúcio Leitão Condé (UFMG)

Prof. Dr. Gilberto Lacerda Santos (UnB)

Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo (UnB) - Suplente

Dedico à vida,
que em sua complexidade incessantemente revolve suas entranhas em busca de
novas articulações

Há seis anos fazia essa mesma dedicatória na minha dissertação de mestrado quando busquei aproximar história e história da ciência por meio do movimento do diálogo, dos intercâmbios de ideias, das redes de pessoas e de pensamentos.

A vida continuou seguindo seu curso, fazendo história entre tristezas, alegrias, decepções, surpresas, desejos, aprendizados, encontros, ilusões, desencontros, em toda a sua potência e também com a certeza da finitude.

Agradeço a oportunidade do encontro com o meu primeiro orientador no doutorado, professor Wildson Santos (*in memoriam*) pela convivência e os ensinamentos nas reuniões e pelas aulas inesquecíveis críticas e participativas, foi para mim um privilégio e um aprendizado ter sido aluna em sua última turma.

A potência do diálogo no primeiro contato pessoal com o meu orientador professor Cassio Laranjeiras, cuja conversa fluiu sem embargos, justificativas ou esclarecimentos acerca do objeto, aconteceu como se cada qual viesse forjando o seu caminho na certeza que logo adiante encontraria alguém com inquietações parecidas que pudessem se complementar, e foi essa “afinidade epistemológica” que me proporcionou a segurança da caminhada. Grata por ter desbravado as veredas desse “grande sertão” ao meu lado, agradeço também a confiança.

A oportunidade do reencontro com o professor Mauro Condé (UFMG), que na graduação e no mestrado contribuiu para que minha verve de historiadora vibrasse mais forte pela história da ciência. Agradeço por sua incansável luta em prol da história da ciência, sempre nos instigando e estimulando a novas e profícuas discussões. Pelo carinho, apoio e inspiração, a minha gratidão. Agradeço também ao professor Olival Freire Júnior (UFBA) por nos brindar com uma escrita profunda, crítica e reflexiva sobre a ciência, sempre atento aos movimentos da história, com a capacidade de tornar acessíveis os mais complexos temas, permitindo que o conhecimento cumpra a sua essencial função. Ao professor Gilberto Lacerda Santos (UnB) pelo aprendizado e pelas aulas participativas logo na minha chegada à Brasília, que me ajudaram a ter a certeza de que eu fiz a escolha certa ao coroar a minha carreira acadêmica com a educação e, também ao professor Cleyton Gontijo (UnB) pela oportunidade de aprendizado sobre gestão e políticas públicas educacionais, não apenas em sala de aula, mas na cotidianidade das reuniões que participei como representante discente. Meus agradecimentos a todos por aceitarem compartilhar desse momento tão importante da minha vida!

Os deslocamentos seguiram direções movediças permeadas por vibrantes diálogos e vivências que forjaram a minha compreensão sobre educação, sobretudo num momento de intensa crise. Minha gratidão aos professores da FE/UnB, em especial às coordenadoras do PPGE/FE/UnB, Maria Abádia e Cláudia Patto pelo carinho, competência e a forma humanizada como conduziram as suas gestões. Agradeço também aos professores Erlando Reses, Amaralina Souza, Patrícia Pederiva, Lívia Freitas, Bernardo Kipnis, a todos os docentes do PAD/FE com os quais aprendi bastante como professora substituta, à Carmenísia Aires, Raquel Moraes, Adriana Sales, Zélia Rocha, Ana Maria, Catarina de Almeida, Cristina Helena, Andréia Lacé, Remi Castioni, José Vieira, Katia Curado, Shirleide Pereira, Danielle Nogueira, Luiz Araújo, Ana Sheila e Natália Cassetari. Gratidão aos meus alunos de Organização da Educação Brasileira, turmas 2018 e 2019 FE/UnB, pelo aprendizado, pelos momentos reflexivos, pela intensa troca que renovou a minha crença no potencial da educação. A disciplina de OEB, rica diante da diversidade dos alunos dos mais variados cursos tornou-se um aprendizado, por exigir uma abordagem complexa que permitisse a todos vivenciar a educação que fosse mais próxima da sua realidade e com isso facilitasse a

compreensão. Obrigada aos faxineiros, porteiros, seguranças e técnicos administrativos pelo trabalho e dedicação silenciosa e muitas vezes invisível, para que o nosso dia-a-dia aconteça.

Aos diálogos que permanecem e seguem metamorfoseando a cada novo conhecimento, meus agradecimentos ao professor Carlos Maia (*in memoriam*) pelos ensinamentos no Mestrado, pelo livro inspirador e pelas palavras sempre gentis registradas no nosso último e-mail: “você tem capacidade intelectual para construir uma tese provocante que seguramente vai interessar ao seu novo departamento. Torço pelo seu sucesso” e lembre-se “a serenidade e a dedicação ao trabalho, juntas, é que podem ser seus melhores auxiliares”. Não sei se o decepcionaria, mas me empenhei em fazer o meu melhor. Ao professor José Carlos Reis e Maria Eliza Linhares pelas inspiradoras aulas de teoria da história e historiografia na UFMG, fundamentais para as discussões da tese. Ser agraciada pelo professor Paulo Abrantes (UnB) com preciosidades como, duas caixas-aquivo, uma nomeada “historiografia da ciência” e outra “epistemologia” contendo manuscritos e apontamentos (que certamente serão fontes primárias valiosas para outro trabalho), além de uma das primeiras edições da obra de Gaston Bachelard *Le Nouvel Esprit Scientifique*, me enche de contentamento ante a confiança no meu trabalho, e, claro, eleva ainda mais a minha responsabilidade. Grata também pelas conversas! O contato com a pedagogia histórico-crítica por meio da professora Raquel Moraes (UnB), foi essencial para a minha compreensão e pensamento crítico acerca da educação a partir do viés histórico. Muito obrigada! Agradeço ao professor José Eustáquio Romão (Instituto Paulo Freire) pelas observações quanto à epistemologia freiriana e por facilitar a aproximação com a vivência de Paulo Freire, a partir de suas histórias, e como bom mineiro, também de seus “causos”. O despertar para Thomas Kuhn, ao lado das inúmeras dúvidas no campo da física, eu tive o prazer de contar (além do meu orientador) com o professor querido e sempre solícito, Daniel Neri (UFOP). Os livros na área de Políticas Públicas em Educação que tive a alegria de receber das mãos do professor Célio da Cunha (UnB/UCB) acompanhado de uma longa e esclarecedora conversa foram essenciais para uma visão mais ampla acerca das políticas públicas educacionais.

As perdas inevitáveis da vida são transformadas em força, coragem para prosseguir e, exemplo deixado por meu pai César de Aguiar (*in memoriam*) e minha irmã Agnes Valéria (*in memoriam*). Meus filhos Thiago e Matheus, filhos-sobrinhos Cayo e Caíque, minha mãe Chena. D.Eny, agradeço o apoio e o incentivo. Ao meu amigo e companheiro Leonardo, agradeço por estar ao meu lado em todos os momentos e pela sua maneira sempre leve de encarar a vida, mesmo diante das adversidades.

Encontros e desencontros, temporalidades e seus rearranjos, um constante devir que mantém a amizade constante e incondicional do Márcio, Josimar, Alessandro, Cátia, Erliene, Rute, Rosângela, Eleazar Villaça, Danny, Narci, além de estreitar laços com Deise Simões e Breno Mendes e, me contemplar com novos encontros em que cada qual, a sua maneira, segue deixando a sua marca: obrigada Darliane, Lenilda, Dálcio, Bruno, Elô, Sidelmar, Marianela, Givaldo, Heron e Paolo. Agradeço à Mhammad Alhadj pelo apoio com as imagens e tecnologia. Agradeço à Maria Stela e Queina, minhas mais novas amigas. À Stela pela preocupação, apoio, conversas e generosidade mesmo passando por momentos difíceis e à Queina pelo carinho, incentivo e pela leitura da tese e o auxílio com o apêndice. A todos os amigos e colegas do grupo GFEEMM, CTS/UnB, NIET/UFMG e da Representação Discente 2016/2018, muito obrigada!

RESUMO

Especialistas da área do Ensino de Ciências apontam diversos caminhos para promover a motivação dos alunos quanto ao aprendizado de ciências e contribuir para uma educação científica passível de melhor compreensão, mais humanizada, inclusiva e democrática. Como solução para essa espécie de “*apartheid científico*” destaca-se dois caminhos: o primeiro, é que professores e alunos se dediquem a **compreensão da Natureza da Ciência**, inclusive, para que seja possível promover a mudança da “imagem de ciência” dominante que se apresenta como dogmática, cientificista e negacionista da ontologia; o segundo, é a **defesa da história da ciência** (ao lado da filosofia da ciência) como **metodologia ou ferramenta pedagógica** para o Ensino de Ciências e também para a compreensão da Natureza da Ciência. Compreender a Natureza da Ciência é fundamental, mas o ponto é: **a história da ciência utilizada como ferramenta didático-pedagógica contempla a busca por uma adequada compreensão da Natureza da Ciência e modifica a “imagem de ciência” dominante?** Conclui-se que não. As pesquisas da área de Ensino de Ciências não enfrentam discussões teórico-conceituais do campo científico da história em diálogo com a história da ciência, cujos tensionamentos são essenciais para entender o papel da história. Com isso, percorrer as veredas do campo da história provocou o deslocamento do seu uso então situado no campo pedagógico, para o campo da “epistemologia histórico-ontológica” marcada pela historicidade, na qual a história se apresenta como “constitutiva” da ciência, ou seja, é a ela imanente e não apenas adicional ou acessória. Essa análise desvelou um elevado grau de complexidade que culminou em novas aberturas tornando-se essencial o desenvolvimento de novo aparato conceitual como: “dimensão histórica da ciência”, “historicidade da ciência” e “complexo multidimensional da ciência” que possibilitaram a compreensão da Natureza da Ciência e a transformação da “imagem-concepção de ciências” com novos direcionamentos para a Educação científica. Neste percurso, demarcar conceitualmente a história surge como pressuposto para compreensão da complexidade da “dimensão histórica da ciência” e o papel da “historicidade da ciência” para a Educação científica de modo a torná-la mais inclusiva, democrática, dinâmica e humanizada, visto que mais próxima da vivência dos estudantes, inclusive, abrindo caminhos para discussões acerca de uma compreensão da ciência enquanto cultura.

Palavras-chave: Educação Científica; Natureza da Ciência; História da Ciência; Dimensão Histórica da Ciência; Historicidade da Ciência.

ABSTRACT

Experts in the area of Science Education point out several ways to promote students motivation regarding science learning and contribute to a scientific education that can be better understood, more humanized, inclusive and democratic. As a solution to this kind of “scientific apartheid”, they point out two paths: the first, is that teachers and students dedicate themselves to understanding the Nature of Science, including, so that it is possible to promote the change of the dominant “image of science” that it presents itself as dogmatic, of scientism and denialist of ontology; the second, is the defense of the history of science (alongside the philosophy of science) as a pedagogical methodology for Science Teaching and also for understanding the Nature of Science. Understanding the Nature of Science is fundamental, but the point is: Does the history of science used as a didactic-pedagogical tool contemplate the search for an adequate understanding of the Nature of Science and modify the dominant “image of science”? It is concluded that it is not. Research in the area of Science Education does not face theoretical-conceptual discussions in the scientific field of history in dialogue with the history of science, whose tensions are essential to understand the role of history. With that, walking the paths of the field of history caused the shift of its use then located in the pedagogical field, to the field of “historical-ontological epistemology” marked by historicity, in which history presents itself as “constitutive” of science, or that is, it is immanent and not just additional or accessory. This analysis revealed a high degree of complexity that culminated in new openings, making it essential to develop a new conceptual apparatus such as: “historical dimension of science”, “historicity of science” and “multidimensional science complex” that made it possible to understand the Nature of Science and the transformation of the “science image-conception” with new directions for Science Education. Along this path, conceptually demarcating history emerges as a prerequisite for understanding the complexity of the “historical dimension of science” and the role of “historicity of science” for Science Education in order to make it more inclusive, democratic, dynamic and humanized, given which is closer to the students experience, opening paths for discussions about an understanding of science as culture.

Keywords: Scientific Education; Nature of Science; History of Science; Historical Dimension of Science; Historicity of Science.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Visão consensual da natureza da ciência extraída de documentos internacionais de normas científicas.....	25
Quadro 2 - “Cronologia” das concepções de conhecimento científico.....	25
Quadro 3 - Características do conhecimento científico.....	26
Quadro 4 - Aspectos consensuais da natureza da Ciência.....	27
Quadro 5 - “Semelhança familiar” como possibilidade de compreensão do conceito de NDC com base no pensamento de Irzik e Nola (2011).....	28
Quadro 6 - Crítica à “visão consensual”- inadequada da natureza da ciência.....	28
Quadro 7 - A “Ciência Integral” deve considerar, dentre outros, os seguintes aspectos:.....	29
Quadro 8 - Motivos que justificam a compreensão da NDC.....	30
Quadro 9 - Demarcação da NDC.....	30
Quadro 10 - Visões deformadas da ciência a serem evitadas.....	32
Quadro 11 - Aspectos a serem incluídos nos currículos de ciências.....	33
Quadro 12 - Para a tradição contextualista a história da ciência contribui para o ensino, pois.....	38
Quadro 13 - Abordagem Inadequada dos Cursos de Filosofia.....	39
Quadro 14 - Papel da história para a ciência - os autores que defendem a compreensão da NDC....	100
Quadro 5 - Campo disciplinar.....	116
Quadro 16 - Princípios caracterizadores do rizoma.....	147
Quadro 17 - Alguns princípios da nova imagem-concepção de ciências.....	174
Quadro 18 - Proposição para abertura didático-pedagógica.....	210
Quadro 19 - Mudanças institucionais didático-pedagógicas e de gestão.....	229
Quadro 20 - O que se espera do professor(a).....	235

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rede de publicações e referências.....	55
Figura 2 - <i>Science Eye</i>	145
Figura 3 - Rizoma representado por Deleuze e Guattari.....	146
Figura 4 - Complexo multidimensional da ciência.....	176
Figura 5 - <i>Three models of science and culture</i>	259

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Demonstrativo de disciplinas obrigatórias por Universidade.....	221
GRÁFICO 2 – Percentual de disciplinas ministradas nas universidades pesquisadas.....	224

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CC – Código Civil

CF - Constituição Federal de 1988

C.I.S. - *Centre International de Synthèse*

ERC – Estrutura das Revoluções Científicas

FC – Filosofia da Ciência

HC – História da Ciência

HFSC – História, Filosofia e Sociologia da Ciência

LDB - Lei de Diretrizes e Bases

MEC – Ministério da Educação

NDC - Natureza da Ciência

OCDE - *Organisation for Economic Cooperation and Development*

PNE – Plano Nacional de Educação

PPC - Programa de Pesquisa Científica

ST – Ser e Tempo

UNESCO – Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

SUMÁRIO

1 A NATUREZA DA CIÊNCIA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	24
1.1 A Natureza da Ciência na visão dos educadores de ciências: uma “visão consensual”	24
1.2 A Natureza da Ciência e a Educação científica	30
1.3 Inclusão da história da ciência no ensino de ciências	33
1.4 Políticas públicas educacionais em ciências: global e local	43
1.4.1 Panorama brasileiro das políticas públicas de Ensino de Ciências	47
1.4.2 Situação da Educação Superior como espaço de formação para mudança do ensino de ciências e educação científica	52
1.5 Abordagem Metodológica	53
2 PERSPECTIVAS EPISTEMOLÓGICAS DA NATUREZA DA CIÊNCIA	58
2.1 Demarcando a Natureza da Ciência	59
2.2 “O que tem sido a ciência?”	65
2.3 Afinal, o que é a Natureza da Ciência?	96
3 PERCORRENDO VEREDAS ENTRE O EPISTEMOLÓGICO, O HISTÓRICO E O ONTOLÓGICO-EXISTENCIAL	100
3.1 Demarcação conceitual como pressuposto para a compreensão da Natureza da Ciência da perspectiva da Dimensão Histórica	100
3.1.1 A identidade da história da ciência: demarcando conceitos de história, história da ciência, historiografia e historicidade	103
3.1.2 História da ciência e o campo científico	115
3.1.3 A história da ciência é um domínio do campo da história?	119
3.2 O tempo como elemento “visceral” da história	123
3.2.1 O tempo histórico e o tempo da ciência	125
3.2.2 Multiplicidade temporal: desafio epistemológico contemporâneo	128
3.3 Possibilidades para uma analítica da historicidade da ciência: ser e tempo	132
3.4 A Dimensão Histórica da Ciência	143
4 DIMENSÃO HISTÓRICA DA CIÊNCIA: A HISTORICIDADE COMO QUESTÃO EPISTEMOLÓGICA	152
4.1 A virada epistemológica histórico-ontológica	152
4.2 Desconstrução da imagem dominante de ciência	155
4.3 Nova imagem-concepção de ciência: complexo multidimensional constituído pela historicidade e multiplicidade temporal	163
4.3.1 Historicidade	164
4.3.2 Multiplicidade	169
4.3.3 Multitemporalidade	171
4.3.4 Multidimensionalidade	173
4.3.5 Complexo Multidimensional da Ciência	174
4.3.6 Entre a ciência e a não-ciência (pseudociência, <i>doxa</i> , opinião)	178
4.3.6.1 Dimensão da evidência científica	179
4.3.6.2 Métodos científicos (pluralismo metodológico)	179
4.4 Construção da NDC considerando o complexo multidimensional da ciência	180
4.5 A integridade da ciência e a NDC	195
5 VEREDAS ABERTAS: DIRETRIZES POSSÍVEIS PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	199
5.1 Caminho de volta: do epistemológico para o pedagógico pela via da dimensão histórica	201
5.1.1 Aberturas didático-pedagógicas considerando a historicidade da ciência	207
5.2 Formação de professores(as) e licenciandos(as) em ciências da natureza e história	219
5.2.1 A Universidade e os deslocamentos na gestão e políticas públicas na área de ciências da natureza	236
5.3 Educação científica e a “virada do ensino de ciências”	240
5.4 Existência de uma Cultura Científica	253
CONSIDERAÇÕES FINAIS	265
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	270
APÊNDICE A - Amostragem de disciplinas de história, filosofia e sociologia da ciência, epistemologia e afins	288

INTRODUÇÃO

Se a história fosse vista como um repositório para algo mais do que anedotas ou cronologias, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que atualmente nos domina (KUHN, 2009, p.19).

O viés cientificista, reprodutivista e pouco humanizado que permeia a visão dominante de ciências desde o século XVII, para muitos Especialistas da área do Ensino de Ciências funciona como fator excludente para alunos que não apresentam habilidades científicas e não conseguem se identificar com a área, talvez porque a memorização de fórmulas e teorias não encontre eco em suas vivências e práticas. A área de ciências da natureza tem enfrentado sérios problemas de aprendizado na Educação Básica, uma vez que não desperta o interesse dos alunos, em parte pela ausência de pertencimento à área tradicionalmente feita para “gênios” e, portanto, distante da realidade de muitas crianças e adolescentes, ademais se constitui num universo tradicional e predominantemente masculino e elitizado, logo, excludente das mulheres, negros e pobres, integrantes do “dualismo perverso”¹ existente nas escolas públicas brasileiras que secciona a função social da educação em escola do saber sistematizado para ricos e do acolhimento social para pobres.

Especialistas apostam em diversos caminhos para a solução do “*apartheid científico*”, que passam pela democratização do conhecimento científico, a busca de ferramentas pedagógicas e lúdicas para um ensino mais atrativo de ciências, o estímulo de estudantes a participação em competições e olimpíadas, até chegar a um aspecto mais profundo, que é assumir que a ciência está sujeita à compreensão como as ciências humanas (Método Idiográfico) e não apenas à explicação como as ciências da natureza (Método Nomotético), chegando ao ponto central da relevância da história para a NDC e para o ensino de ciências. O fato é, que os muitos estudantes que não apresentam habilidades para a ciência, sobretudo, aqueles não portadores do “capital cultural”² exigido pela educação hegemônica, e em lugar

1 De acordo com Libâneo (2012), esse dualismo perverso reproduz e mantém as desigualdades sociais pela caracterização de uma “escola do conhecimento para os ricos” e de uma “escola do acolhimento social para os pobres”. Esse autor não se furta à crítica à escola do conhecimento, acrescentando que “não se trata manter aquela velha escola assentada no conhecimento, isto é, no domínio dos conteúdos, mas de conceber uma escola que valorizará formas de organização das relações humanas nas quais prevaleçam a integração social, a convivência entre diferentes, o compartilhamento de culturas, o encontro e a solidariedade entre as pessoas” (LIBÂNEO, 2012, p.17). Assim deve ser o conhecimento científico, em especial, na área de ciências da natureza.

2 Segundo análise de Bourdieu e Passeron (2009) a escola atua como mecanismo reprodutor das condições sociais, uma vez que a cultura que transmite está mais próxima da cultura dominante, fazendo com que, os que têm familiaridade com essa cultura tenham mais facilidade de compreensão do que outros desprovidos de “capital cultural” dominante, tido como cultura legítima, portanto hegemônico, cujos códigos linguísticos integram a cultura e são reproduzidos nas condições de vida das classes mais favorecidas.

de despertá-las, são expurgados pelo próprio sistema que não vê neles estudantes em potencial, eles próprios, não se sentem capazes ou pertencentes ao universo das *hard sciences* que lhes parece inalcançável, pois cultural e historicamente esse é um campo restrito a “gênios” ou a pessoas que receberam educação “adequada” (hegemônica) para ocupar a elite da ciência. Neste sentido, conceber a ciência como cultura (“cultura científica”) é também uma forma de torná-la inclusiva, por estender os códigos e signos da área a pessoas sem acesso a um modo de vida no qual o acesso a viagens, cinema, livros, arte lhes propicie familiaridade com o universo científico.

Como visto, são vários os fatores que contribuem para a permanente elitização das ciências da natureza, mas o que surge de comum entre todos eles, por vezes de maneira latente, é a forma como a ciência é apropriada pela própria comunidade científica, pelos futuros professores e alunos e pela própria sociedade. A “imagem de ciência” inalcançável e distante do mundo vivido da história provoca distanciamento, tanto assim, que alguns dos especialistas que abordaremos apontam como solução o uso da história como ferramenta metodológica e pedagógica para aproximar as ciências do mundo das pessoas, de forma a fazer sentido *na e para* a vida e assim facilitar a compreensão da NDC.

Subscrevemos os argumentos daqueles que defendem a compreensão da NDC por parte de alunos e professores e também a relevância da história da ciência (e da “história”³) para o ensino de ciências e para a própria compreensão da NDC. No entanto, essa relação mostra-se mais complexa no campo científico da história, ainda pouco explorado pelos autores da área que não desenvolvem aspectos conceituais do “campo científico”⁴ da história e história da ciência, cuja demarcação surge como pressuposto para a investigação do papel da história. Para isso, se faz necessário adentrar o universo das ciências humanas e investigar os tensionamentos do campo científico da história em diálogo com a história da ciência.

Ao longo dessa pesquisa, o debate acadêmico relevante e necessário para a educação científica e para a própria ciência, teve a sua importância potencializada pelo cenário político que tanto tem impactado a educação, ciência e tecnologia. Embora se tratem de elementos atuais provenientes de um comportamento social datado e que aparentemente não dialoga com o objeto dessa pesquisa, além de não querer “dedilhar uma lira enquanto Roma arde em

³ As aspas são para indicar a imprecisão do uso indiscriminado desse conceito pela história da ciência, que será objeto de demarcação no Capítulo III.

⁴ Como referência, adoto o conceito de “campo” cunhado por Bourdieu (2004) na sociologia, no qual concebe o objeto, fenômeno, indivíduo, instituições em constante relação e movimento, num espaço de lutas e tensões e também de poder. Assim, nas palavras dele todo campo “é um campo de forças e um campo de lutas para conservar ou transformar esse campo de forças” (BOURDIEU, 2004, p. 22-23).

chamas” (CONANT, 1947, p. 9) e de considerar que “*a educação é um ato político*” (FREIRE, 1997, p. 58), esses acontecimentos estão em estreito diálogo com a pesquisa ao ratificar a relevância da história para a compreensão da ciência.

A disseminação em larga escala do discurso pseudocientífico⁵ (considerando que essas ideias já foram refutadas em algum momento da história e novas tecnologias não foram capazes de restabelecê-las no sentido de conferir-lhes cientificidade), como por exemplo, a planificação da terra, o criacionismo, a ineficácia das vacinas, têm causado na população confusão sobre o que é ou não científico, o que demonstra que a educação científica adquirida nas escolas foi ineficiente e pouco esclarecedora, cujos impactos desastrosos na população são reais, a exemplo do surto de sarampo⁶ em 2019, doença com certificação de eliminação em 2016 pela Organização Pan-Americana de Saúde – (Opas). Aliás, em breve espaço de tempo, a própria dinâmica da história coloca em cheque o discurso negacionista da ciência, quando vários países do mundo são acometidos pela pandemia do vírus Sars-CoV-2 (COVID – 19 - Coronavírus), que parece restabelecer no Brasil, a crença na ciência e na importância da vacinação.

Esses acontecimentos vivenciados no atual momento histórico-político brasileiro demonstram a importância da história, especialmente, na promoção da comunicação⁷ entre ciência e sociedade, talvez, por auxiliar na construção mental da ciência de um viés mais real, a partir da vivência, do exercício da empatia, da alteridade, permitindo a percepção dos benefícios, potencialidades e limites da ciência, além de torná-la mais humanizada (com suas qualidades e defeitos) e, portanto, mais próxima da realidade e da possibilidade de ser compreendida pela sociedade. É certo que não estamos movidos por esses acontecimentos,

⁵ Importante lembrar que a distinção entre teorias científicas e pseudocientíficas é um “problema da demarcação” do qual se ocuparam, por exemplo, os filósofos Karl Popper (1902-1944) e Imre Lakatos (1922-1974). A resposta de Popper a este problema é que as teorias científicas são refutáveis (falseáveis), e que a atitude científica consiste em submeter as teorias a testes que visem refutá-las ou falsificá-las. Em alternativa ao falseacionismo, Lakatos defende que a solução do problema da demarcação não está em refutar teorias (seria ingênuo, porque os cientistas não rejeitam as teorias apenas porque os fatos científicos as contradizem, “por ensaio e erro”, mas também por aspectos ditos “externos”—disputas políticas, acadêmicas etc...), mas pensar unidades mais abrangentes, ou seja, em “programas de investigação”, investigando o que o torna científico.

⁶ “O Ministério da Saúde informou hoje (4/9/2019) que, de 9 de junho até 31 de agosto, 2.753 casos de sarampo foram confirmados no país. [...] Segundo o secretário, uma estimativa calculada em parceria com a Organização Pan-Americana da Saúde (Opas) indica que 39,9 milhões de brasileiros estão desprotegidos contra o sarampo, por não terem tomado nenhuma dose da vacina.” Disponível em: <http://agenciabrasil.abc.com.br/saude/noticia/2019-09/sarampo-confirmados-2753-casos-98-em-sao-paulo>. Acesso: 07 set.2019.

⁷ Adoto como referência o pensamento desenvolvido por Paulo Freire no livro *Extensão ou Comunicação?* (1983) em que na análise da relação agrônomo e camponês, cujo espaço agrário é visto como ambiente passível de extensão ou comunicação do conhecimento, a “extensão” significa mera transmissão hierárquica por parte do “detentor” do conhecimento e a “comunicação” pressupõe diálogo, horizontalidade significando troca de saberes entre os interlocutores.

mas o surgimento deles no curso da pesquisa demonstra o quanto ainda é atual, relevante e emergencial o debate sobre o papel para a história de que tratou Thomas Kuhn e diversos outros autores, que não por coincidência, ao lado da filosofia e sociologia, possui alguns críticos, a exemplo das discussões acerca da permanência das mesmas como obrigatórias na Reforma do Ensino Médio e discussões da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), talvez, pelo viés crítico e questionador próprio desses campos científicos, capazes de permitir à população identificar o viés mercadológico em detrimento dos avanços científicos em defesa do bem estar da população.

Esse confronto provocado pelo discurso pseudocientífico, muito se deve também ao encastelamento da própria ciência, que fechada em suas fórmulas, teorias e leis (“internalismo” da ciência) ao lado de uma educação científica que carrega a marca da reprodução de uma compreensão hegemônica da ciência que privilegia a memorização em lugar da compreensão, como se leis e teorias fossem estáticas, absolutas e definitivas e, como se coubesse aos contemporâneos apenas conhecê-las e aplicá-las e não buscar compreendê-las com a possibilidade de modificá-las ou dar a elas novos usos e aplicações às práticas sociais.

Aspectos políticos e de comportamento social que parecem periféricos surgem como centrais nessa pesquisa, cujo **objetivo geral é demonstrar que as ciências da natureza e ciências humanas e sociais estão imbricadas**, cuja demarcação científica existente serve à melhor compreensão do escopo teórico metodológico das diversas áreas envolvidas, mas todas se encontram interconectadas, e, claro, a história aparece como expoente para essa discussão. Mutuamente, as questões epistemológicas são, inseparavelmente, questões políticas, históricas e sociais, assim, investigar o campo em sua episteme e ontologia implica também em contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas para a área.

Thomas S. Kuhn⁸ deixa antever no ensaio *A Estrutura das Revoluções Científicas* publicado no ano de 1962 que a ciência possui sim uma história, mas é preciso desvendar-lhe o sentido para que transforme decisivamente a imagem de ciência dominante, ao ressaltar que a história invocada por ele não é a história tradicional, sobretudo dos manuais⁹, cronológica, cumulativa e que exalta os mitos e a neutralidade da ciência, mas uma nova

⁸ Ao trazer à tona controvérsias do pensamento científico e histórico, Thomas Kuhn mostrou-se seminal para os debates subsequentes, não apenas sobre o papel da história para a ciência, mas também para a relação entre a Natureza da Ciência e a Educação científica.

⁹ “[...] a tendência dos manuais a tornarem linear o desenvolvimento da ciência acaba escondendo o processo que está na raiz dos episódios mais significativos do desenvolvimento científico” (KUHNS, 2009, pp.176-177).

tradição histórica, problematizada, não-neutra, que se desenvolve também por rupturas, atribuindo créditos desse pensamento ao filósofo e historiador da ciência franco-russo Alexandre Koyré (1892 a 1971) para quem “a ciência não parece em absoluto ser o mesmo empreendimento que foi discutido pelos escritores da tradição historiográfica mais antiga” (KUHN, 2009, p. 22).

Predecessores de Kuhn, em diferentes perspectivas, também haviam sinalizado a importância da história para a ciência. Ludwik Fleck (1896-1961) ao conceber a ciência como um “ato social” e histórico; ou como a “epistemologia histórica” de Gaston Bachelard (1884-1962); ou ainda como a “nova historiografia” praticada por Alexandre Koyré (1892-1964) e o seu núcleo parisiense; ou a história da ciência fundada no modelo positivista comtiano defendida Georges Sarton (1884- 1956); ou ainda, a história da ciência pautada nos “casos históricos” de James Bryant Conant (1893-1978). Cada um desses autores, de algum modo destacou o relevante papel da história para a ciência, porém, as diferentes concepções de história impactam de maneira distinta na compreensão da NDC. Autores brasileiros como, Harres (1999), Freire Jr (2002), Martins (2006), El-Hani e Silva (2006), Beltran, Saito e Trindade (2014), Moura (2014) dentre outros e especialistas da área de Ensino de Ciências, dentre os quais, Gil-Pérez, Fernández Montoro, Carrascosa Alís, Cachapuz e Praia (2001), Lederman Abd-El-Khalick, McComas e Matthews (1995), em certo sentido, alinham-se ao pensamento kuhniano ao defenderem a importância da história para a ciência e o ensino de ciências.

Assim, não é suficiente reconhecer a relevância da história para a ciência, mas é preciso também aceitar que as distintas formas de conceber ou instrumentalizar o uso da história impactam nas concepções acerca da Natureza da Ciência (modelo positivista, racionalista crítica, portadora de relativismo científico etc...) e reverberam na “imagem de ciência”, bem como, na forma como a ciência é concebida pela comunidade científica e como orienta a educação científica em seus matizes epistemológicos, metodológicos e pedagógicos. Consciente disso, Kuhn destaca que a história capaz de gerar transformação na imagem dominante de ciência¹⁰ precisa ser de outro tipo, que não, cronológica e exemplificativa, se opondo à história de matriz linear e cumulativa.

¹⁰ Essa imagem de ciência dominante a qual Kuhn se refere é aquela disseminada por Sarton, seu ex-professor de graduação, que via a ciência como “um conhecimento positivo sistematizado” e, tal como Comte, Sarton via na história da ciência um caráter pedagógico. Por um lado, fazia com que o cientista se aprofundasse no método em busca da verdadeira ciência, por outro, tinha como objetivo narrar o progresso da humanidade em direção ao estado positivo. As concepções comtianas de progresso, linearidade e cumulatividade são marcantes nas obras de Sarton, e Kuhn referia-se a outro tipo de história da ciência diferente daquela feita por Sarton (KUHN, 2006, p.341). Quanto ao neopositivismo, num primeiro momento, o pensamento kuhniano não se mostrou em conflito

Todavia, o debate entre especialistas da área de educação, também não coloca em questão que história (qual corrente historiográfica) seria capaz de contribuir com o ensino de ciências, muito embora as pesquisas confirmem a relevância desta também para a compreensão da NDC. Esses autores possuem vários argumentos em comum, dentre eles que, além da história da ciência tornar os cursos mais contextualizados e reflexivos (MATTHEWS, 1995) funciona também, como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. Assim, colocados em perspectiva os autores da área de história da ciência e os especialistas em educação, ambos atribuem relevante papel à história.

Ao lado da literatura especializada, as políticas públicas, global e local, também conferem destaque ao papel das ciências humanas na definição do lugar ocupado pela ciência e dos seus impactos sociais, com ênfase na inclusão das disciplinas história da ciência e filosofia da ciência nos currículos de ensino de ciências. No ano de 2003 o Escritório da UNESCO no Brasil divulgou o documento *A Ciência para o Século XXI- uma nova visão e uma base de ação* ([2003] 2005) no qual propõe educação global de “ciência para o século XXI”¹¹ em que as ciências humanas possuem relevante papel na definição do lugar ocupado pela ciência e no seu impacto na sociedade, sobretudo, no que tange às consequências globais das transformações científico-tecnológicas e suas inflexões nas questões ambientais, éticas e de desenvolvimento social. No entanto, para atender a esta demanda global e aplicá-la à nossa realidade, é preciso que haja análises mais críticas acerca das ciências da natureza e seu desenvolvimento.

As políticas públicas educacionais no Brasil estiveram em consonância com as perspectivas globais para a educação científica conforme disposto nas *Orientações e Parâmetros Curriculares* de que esses alunos tivessem disciplinas como história e filosofia da ciência. Todavia, a atual previsão legal que adota a Base Nacional Comum Curricular - BNCC, em especial quanto ao ensino médio, há um descolamento da proposta dos especialistas e da previsão da UNESCO, a começar pela não obrigatoriedade do itinerário formativo das ciências da natureza, o que implica em reconhecer que nem todas as escolas brasileiras disponibilizarão esse itinerário aos seus alunos, de maneira que tende a reduzir o número de alunos interessados no ensino de ciências da natureza. Desta forma, a BNCC

com o neopositivismo do Círculo de Viena, mas como o próprio Kuhn esclarece em entrevista: “Em a *Estrutura das Revoluções Científicas* critico a tradição positivista, mas não tinha lido nem uma linha sobre Rudolf Carnap” (BORRADORI, 2003, p.215), o que não impediu de, posteriormente, perceber o conflito dos pensamentos de ambos.

¹¹ “Os currículos científicos devem incluir a ética da ciência, bem como formação em história e filosofia da ciência, tratando também de seu impacto cultural”. (Edição publicada pelo Escritório da UNESCO no Brasil 3a impressão: 2005). Disponível em <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000207.pdf>. Acesso: 20 set.2015.

parece estar no contrafluxo dos avanços que as pesquisas na área de ensino de ciências, história e filosofia da ciência conquistaram.

Introduzimos até aqui uma visão do imbricamento existente entre as ciências da natureza e as ciências humanas e sociais do qual o nosso recorte mais geral está em investigar e compreender o papel da história para a NDC e para a educação científica. Contudo, essa questão exige maior refinamento conceitual para compreender a NDC e o papel da história e história da ciência para o Ensino de Ciências ante a complexidade das áreas, em que a demarcação do conceito história torna-se indispensável, compondo o que denominamos “dimensão histórica da ciência”¹² também integrada pela historiografia, história da ciência, historicidade, dentre outros conceitos. Ainda hoje, vemos a história (ou dimensão histórica) aplicada à ciência da natureza como algo disforme sem os contornos do campo científico, provocando reproduções conceituais inadequadas capazes de distorcer a imagem e compreensão da ciência ante a não observância dos debates promovidos pelo campo da história, capazes de auxiliar na inserção da história da ciência no campo da disciplina da história.

A contribuição da história ao campo da história da ciência mostra-se fundamental na delimitação de contornos teóricos e metodológicos do campo e de seu fazer científico, em que Maia (2013) imputa este estado de latência ao próprio historiador, a quem ele denomina de “historiadores ausentes”, em que “a história da ciência era uma espécie de ‘terra de ninguém’, ou de todos, desenvolvida à margem da ação dos historiadores e dos departamentos de História” (MAIA, 2013, p.11). O autor não quer dizer com isso que a história da ciência deve ser feita apenas por historiadores, mas também por eles, e, quando não, que o campo científico da história com seus conceitos e teorias seja observado, afinal história da ciência é história.

Identificar a complexidade da dimensão histórica da ciência chama a atenção para aspectos centrais da história que precisam ser analisados, dentre eles a temporalidade. Em substituição ao tempo absoluto ou mesmo, em lugar do tempo relativo marcado pelo presente/passado/futuro (responsável pela contextualização da ciência), bem como, em substituição às delimitações entre tempo histórico e natural, essa pesquisa nos conduziu a um campo tensionado pela “multiplicidade temporal” e as variadas dimensões da ciência, cujos diversos e múltiplos conceitos, epistemologias, campos disciplinares, ontologias, experiências, vivências, etc., se encontram interconectados e de modo complexo dialogam e

¹² Esse conceito está desenvolvido no Capítulo III. Daqui em diante será utilizada a expressão “dimensão histórica da ciência” para referir-se à história em seu sentido amplo.

entrecruzam, cujas veredas tentaremos percorrer por meio da “analítica da historicidade da ciência” e da “dimensão histórica da ciência”, destacando que ambas são dinâmicas e comportam multiplicidade.

Os resultados mais imediatos desse refinamento na investigação sobre o papel da história é a compreensão da NDC em sua dinamicidade e complexo multidimensional, causada, sobretudo, por recorrentes produções dos olhares sobre si mesmo e reflexões teóricas que nos conduziu ao questionamento do que especialistas da área de ensino de ciências produziram até o momento. Dessa questão surge o seguinte problema: **a história da ciência utilizada como ferramenta didático-pedagógica contempla a busca por uma adequada compreensão da NDC e modifica a “imagem de ciência” dominante?** A nossa hipótese diz que não, uma vez que, as pesquisas da área carecem das discussões teóricas acerca da história da ciência, visto que, distanciadas dos tensionamentos próprios do campo científico da história, que uma vez acionado e colocado em diálogo conduz a novos caminhos, como os conceitos de “dimensão histórica”, “historicidade da ciência” e “complexo multidimensional da ciência”, que por serem mais complexos tornam-se mais eficazes para compreensão da NDC e transformação da Educação científica. Percorrer as veredas da história provocou o deslocamento do seu uso então situado no campo pedagógico para o campo epistemológico e ontológico - marcado pela historicidade – no qual a história é “constitutiva” da ciência, ou seja, é a ela imanente e não apenas adicional ou acessória. Analisar a história como campo científico que é, significa compreender a complexidade da “dimensão histórica” e o papel da “historicidade da ciência” e sua “multiplicidade temporal” para a Educação científica, contribuindo para compreensão da ciência e sua natureza, tornando-a mais inclusiva, democrática, dinâmica e humanizada, visto que mais próxima da vivência dos alunos, contribuindo inclusive, para a o reconhecimento da ciência como cultura.

Considerando que tudo é potencialmente histórico¹³, por ser selecionado e narrado, por possuir uma memória (ainda que não narrada) implica dizer que a ciência, a natureza, os homens não escapam à história, nem tampouco à própria história. “A História faz-se a partir do tempo: um tempo complexo, construído, multifacetado” (PROST, 2012, p.98). Por isso, temos como fundamental conhecer as especificidades do tempo histórico, uma vez que, nas palavras de Marc Bloch significa “realidade concreta e viva, submetida à irreversibilidade de

¹³ De início, esclarecemos que a nossa visão não é de ciência totalmente construída, visto que, em alguns momentos a natureza interfere no curso da história e a ela se sobrepõe, e neste sentido, “[...] por um lado, temos a concepção de que toda a nossa visão é condicionada historicamente, por outro, não podemos ignorar o comportamento da natureza” (CONDÉ, 2017, p. 23).

seu impulso, o tempo da história ao contrário é o próprio plasma em que se engastam os fenômenos e como lugar de sua inteligibilidade” (BLOCH, 1976).

Desta forma, problematizar o papel da história para a ciência a que se referiu Thomas Kuhn e penetrar em aspectos da nova historiografia que este atribuiu ao núcleo parisiense de Alexandre Koyré, como sendo, naquele momento, a responsável por uma mudança na imagem de ciência, analisando conjuntamente com autores da área de ensino de ciências como Abdel-Khalick e Lederman (1990) e Matthews (1995) que defendem a importância da história da ciência para ensino, nos conduziu à demarcação de conceitos, o que representou um salto para a pesquisa, visto que demandou a incorporação de outros elementos fundamentais para se pensar o papel da história, como por exemplo, indagar se a ciência possui história que lhe é imanente. Esse percurso demandou a discussão sobre ontologia e a temporalidade que são bases da historicidade¹⁴. O reconhecimento da historicidade da existência, para que seja histórico precisa considerar a dimensão da temporalidade, e como a ciência é uma atividade humana, nos moldes propostos por Martin Heidegger em *Ser e Tempo*, abre-se a possibilidade para uma “analítica da historicidade da ciência” cuja estrutura ontológica fundamental do ser ao temporalizar-se surge como constitutiva da existência humana.

No Brasil, autores como Laranjeiras (2009) defende que a história é constitutiva da ciência, ou seja, “no caso da ciência, sua historicidade é fator fundamental para uma adequada compreensão e o entendimento da sua dinâmica” (LARANJEIRAS, 2009, p.207), seguido de Maia (2013) que ressalta que independente de ser escrita por historiadores *tout court* ou historiadores da ciência, a ciência possui historicidade face à presença humana em seu desenvolvimento e de Condé (2017) que afirma que “mais do que ter história, a ciência tem uma historicidade” (CONDÉ, 2017, p.21), contribuem para intensificar o debate. Desta forma, nas palavras de Laranjeiras (2009) perceber a história e filosofia da ciência como “constitutivas da ciência” significa transcender meros ajustes e paliativos com o objetivo de tornar a educação científica mais factível, mas fazer com que “educadores revisitem a ciência que ensinam” (LARANJEIRAS, 2009, p.210) e a compreendam de maneira endógena, percebendo que ela é constituída pela história, e, reciprocamente, a história também a constitui.

¹⁴ Na aula de habilitação ao ensino universitário: *O conceito de tempo na ciência histórica (Der Zeitbegriff in der Geschichtswissenschaft)* proferida por Heidegger em Friburgo no dia 27 de julho de 1915 (mais de dez anos antes de ST publicado em 1927), este deixaria claro que o conceito de tempo relacionado à história é dinâmico e múltiplo, diferentemente do conceito de tempo das ciências da natureza newtoniano que predominava a época.

A nossa hipótese toma como ponto de partida o fato de que sem a discussão conceitual de natureza epistemológica e ontológico-existencial, como pressuposto para compreensão da NDC a integridade da ciência fica comprometida, tornando-a reducionista, inviabilizando a transformação da imagem-concepção de ciência dominante e o surgimento de uma nova educação científica. Compreender a NDC a partir de uma única perspectiva epistemológica e/ou mudar apenas aspectos didático-pedagógicos ao inserir a história da ciência no currículo, veremos, não se mostram suficientes, sendo preciso compreender os conceitos envolvidos, conceber o pluralismo epistemológico, a multiplicidade temporal, as variadas dimensões da ciência e, principalmente, a ciência em sua historicidade para que se transforme em produtora de sentido e os seus pressupostos epistemológicos apresentem fundamentos para uma nova educação científica, e, por conseguinte, reflitam em novas políticas públicas para a educação científica.

Toda essa complexidade impacta na reformulação da epígrafe kuhniana, no sentido de pensar também a ciência e não apenas a história, como algo além das fórmulas, leis, princípios e teorias, reconhecendo-a como uma atividade humana em constante transformação, o que também produziria uma transformação na imagem da ciência reverberando na educação científica e possivelmente nas políticas públicas a ela relacionadas.

A metodologia utilizada consistente na **análise bibliográfica** por meio de **pesquisa exploratória** com levantamento de referencial teórico e documental que conduziram à problemática. As análises exploratória e explicativa se deram com base em dados qualitativos, com a demarcação inicial do conceito de NDC e sua relação com o ensino de ciências. Em seguida demarcamos o campo científico da história e história da ciência e trabalhamos os conceitos complexos: de “historicidade da ciência”, desenvolvido a partir da “analítica da historicidade da ciência”, “multiplicidade temporal”, “imagem-concepção de ciência”, “integridade da ciência” “complexo multidimensional da ciência” e “cultura científica”, todos abarcados pelos **três conceitos centrais** condutores dessa pesquisa: **(i) Natureza da Ciência (ii) Dimensão histórica; (iii) Educação científica**, que ao final, servirão de base para a demonstração de resultados através de proposição exemplificativa como possibilidade de operacionalização.

Esse percurso conduziu à estruturação da tese em cinco capítulos. O **Capítulo I A Natureza da Ciência e a Educação científica** traz a revisão bibliográfica acerca da relação entre a NDC e a educação científica, no qual assumimos uma postura crítica em relação aos autores especialistas da área que, em maioria, adotam a “visão consensual” e outros a “semelhança de família” ou “ciência integral” como referencial para a compreensão da NDC.

No **Capítulo II** elencamos algumas *Perspectivas Epistemológicas da Natureza da Ciência*, haja vista que há uma questão que precede o debate relacional entre a NDC e Educação científica. Antes, como elemento desencadeador para os debates que se seguem, é inevitável realizar a demarcação do conceito de NDC e destacar a abordagem de algumas das múltiplas concepções epistemológicas que, certamente, encontram-se imbricadas ao conceito de NDC, para compreender o *que é*, e ao final compreender *qual é* a NDC contemporânea reconstruindo-a, a partir das veredas da dimensão histórica.

O **Capítulo III** *Percorrendo veredas entre o epistemológico, o histórico e o ontológico*, investigamos o papel da história para a ciência partindo do pressuposto da demarcação conceitual do campo científico da história, para a qual o conceito de tempo é central. Este percurso que concebe a ciência numa perspectiva ampliada, indo além da epistemologia para também ser analisada do ponto de vista histórico e ontológico-existencial, é essencial para demonstrar o deslocamento do uso da história como ferramenta situada no campo pedagógico para o campo epistemológico - marcado pela ontologia e historicidade – uma vez que, a história é “constitutiva” da ciência, ou seja, é a ela imanente e não apenas acessória.

O **Capítulo IV** *A Dimensão Histórica como questão epistemológica: o papel da historicidade* busca operacionalizar os conceitos demarcados no capítulo anterior por meio do aprofundamento da analítica da historicidade da ciência, com vistas a compreender o papel da Dimensão Histórica para a NDC, cujo *topos* na epistemologia reconfigura a definição de NDC em oposição àquelas defendidas pelos especialistas da área de ensino de ciências e desvela a existência de um caráter multidimensional para a ciência.

Por fim, será no **Capítulo V**: *Veredas abertas: diretrizes possíveis para a educação científica* que trataremos das possibilidades para a operacionalização do novo tecido ou complexo multidimensional da ciência, ou ainda, da nova imagem-concepção de ciência na Educação científica, sem, todavia, construir ou apresentar modelos face à natureza aberta, incompleta e dinâmica da ciência, mas tão somente, diretrizes possíveis.

Em síntese, explorar a coexistência entre ciências da natureza e ciências humanas e sociais conduz a problematizações sobre a ciência e a sua natureza, sobre o fazer científico, o homem e suas visões de mundo, viabilizando a compreensão e produção de sentido. Todavia, não basta produzir sentido numa perspectiva pedagógica é necessário que seja repensada em seu viés epistemológico e ontológico-existencial que a constituem.

Destacar o papel da história para a ciência e compreender a complexidade da “dimensão histórica da ciência”, o papel da “historicidade da ciência” e sua “multiplicidade

temporal” a partir da análise da história como campo científico que é, surge como abertura significativa para debates teóricos essenciais à compreensão da ciência e sua natureza, cujos tensionamentos próprios do campo científico, uma vez explicitados, provocam discussões não apenas para o desenvolvimento da ciência, bem como para o desenvolvimento da Educação científica, de modo a torná-la mais clara, portanto, mais inclusiva, democrática, dinâmica e humanizada, visto que mais próxima da vivência dos alunos, contribuindo inclusive, para o reconhecimento da ciência como cultura.

CAPÍTULO I

1 A NATUREZA DA CIÊNCIA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA¹⁵

1.1 A Natureza da Ciência na visão dos educadores de ciências: uma “visão consensual”

Alinhados ao pensamento de Thomas Kuhn que destaca a relevância do papel da história para a ciência, pesquisadores e especialistas da área da educação científica, desde o início da década de 90 do século XX defendem que a história é relevante para a compreensão da Natureza da Ciência (NDC) por parte de alunos e professores e também para a educação científica. Essa discussão apresenta-se como ponto de partida do **nosso tema que é investigar o papel da história para a educação científica.**

Mesmo compartilhando do pressuposto dos autores de que a compreensão da NDC é substancial para a educação científica, revisitar essa discussão trouxe a lume algumas problemáticas a serem previamente investigadas. **Primeiramente, é necessário conhecer a concepção de NDC que esses autores entendem como adequada para promover a mudança na educação científica.** Neste capítulo inicial nos ocuparemos desta primeira questão.

Os levantamentos bibliográficos realizados demonstram certa polissemia acerca do conceito de NDC, mesmo que autores como Alters (1997) ao investigar o nível de correlação entre as concepções dos filósofos da ciência sobre a NDC e as literaturas utilizadas na educação científica tenham concluído pela ausência de consenso sobre qual é a NDC, o percurso seguido pelos estudiosos, demonstra forte tendência à adoção de pontos convergentes como características comuns à definição de NDC, ou seja, uma “visão consensual” acerca do conceito de NDC.

Ao responderem à pergunta: *What is the nature of science?* McComas, Clough e Almazroa (1998) **defendem que ela se dá pela interação de disciplinas como história e filosofia da ciência e, como tal, a NDC é um domínio fundamental para orientar os educadores de ciências a retratar a ciência aos estudantes** com mais precisão. Esses autores optaram por apresentar como consensuais características acerca da NDC extraídas de oito documentos internacionais de normas científicas¹⁶, e, a partir de uma perspectiva

¹⁵Embora a expressão Ensino de Ciências seja mais usual entre os pesquisadores da área, além de, em alguns momentos ser utilizada indistintamente, para os efeitos dessa pesquisa utiliza-se Educação científica pelas razões apresentadas e desenvolvidas em capítulo próprio.

¹⁶Os documentos são: 1) USA; *Benchmarks for Science Literacy* (AAAS, 1993); 2) USA; *Science Framework for California Public Schools* (California Department of Education, 1990); 3) USA; *National Science Education*

conciliatória elegeram os pontos em comum. Para eles o conhecimento científico deve ter as seguintes características:

Quadro 1 - Visão consensual da natureza da ciência extraída de documentos internacionais de normas científicas

- O conhecimento científico, embora durável, possui caráter de tentativa
- O conhecimento científico vincula-se fortemente, mas não inteiramente à observação, evidências experimentais, argumentos racionais e ceticismo
- Não há apenas uma maneira de se fazer ciência (portanto, não existe um passo-a-passo, um método científico universal)
- A ciência é uma tentativa de explicar fenômenos naturais
- Leis e teorias servem a diferentes papéis na ciência, portanto, os estudantes devem observar que as teorias não se tornam leis mesmo com evidências adicionais
- Pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência
- Os novos conhecimentos devem ser relatados de forma clara e aberta
- Os cientistas exigem manutenção de registros precisos, revisão por pares e replicabilidade
- As observações estão carregadas de teorias
- Os cientistas são criativos
- A história da ciência revela tanto um caráter evolutivo como revolucionário
- A ciência faz parte das tradições sociais e culturais
- A ciência e tecnologia impactam entre si
- As ideias científicas são afetadas por seu meio social e histórico

Fonte: MCCOMAS; CLOUGH; ALMAZROA, 1998, p. 513 (tradução da autora).

Na concepção de Abd-el-khalick e Lederman (2000), que também não apresentam uma definição para a NDC, esses autores destacam que ela está em movimento e, em decorrência disto, as concepções variaram ao longo do tempo, considerando o desenvolvimento dos estudos científicos, a saber:

Quadro 2 - “Cronologia” das concepções de conhecimento científico

1900 - compreender a NDC era compreender o “método científico”
1960 - ênfase estava nas habilidades de investigação e processos científicos
1970 - conhecimento científico começa a ser descrito como provisório, probabilístico e histórico
1980 - surgem nas definições da NDC fatores psicológicos e sociológicos, como o papel social do discurso na validação afirmações científicas
1990 - ênfase da NDC seria na interação entre crenças, valores sociais e culturais.

Fonte: ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000, elaboração e adaptação da autora.

Ao se propor à análise, “do que é e não é” a NDC em *What is and what is not nature of science?* Lederman (2007) adverte que o ponto de apoio para essa questão é indagar, “o que é ciência” considerando as visões de mundo, valores e crenças inerentes ao próprio

Standards (NRC, 1996); 4) Australia; *A Statement on Science* (Curriculum Corporation, 1994); 5) USA; *The Liberal Art of Science* (AAAS, 1990); 6) England/Wales; *Science in the National Curriculum* (Department of Education, 1995); 7) New Zealand; *Science in the New Zealand Curriculum* (Ministry of Education, 1993) e; 8) Canada; *Common Framework* (Council of Ministers of Education, 1996) - Ver McComas et al. (1998) pp.42,43.

conhecimento científico, bem como, ao seu desenvolvimento. Lederman (2007) concebe a ciência como um corpo de conhecimentos detentor de um método. Segundo ele, a NDC passa a referir-se à epistemologia, ou seja, é a NDC a responsável por tratar a ciência como forma de conhecimento. Contudo, mesmo partindo do conceito de ciência (que o diferencia dos outros autores) ele se alinha à maioria ao defender a existência de variadas visões da NDC. No entanto, para ele isso não se apresenta como um problema, visto que, defende a existência de mais “consensos” do que desacordos, face aos saberes epistemológicos, filosóficos, históricos e culturais que por alcançarem certo nível de generalidade favorecem o diálogo e as pesquisas.

Alinhado ao pensamento de McComas (1998), Lederman (2007) destaca como características da NDC que o conhecimento científico é:

Quadro 3- Características do conhecimento científico

Provisório - (sujeito a mudanças);
Empírico - (baseado e/ou derivado de observações do mundo natural);
Subjetivo - (permeado por crenças, valores pessoais, éticos e visões de mundo);
Construção humana - (envolve imaginação e criatividade) e;
Imbuído de questões sociais e culturais.

Fonte: LEDERMAN, 2007, elaboração e adaptação da autora.

De uma perspectiva ampla, Lederman (2007) defende que a NDC envolve arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas, culturais da ciência, e, neste sentido, compreendê-la significa saber do que ela é feita, como elaborá-la e *o que e porque* ela influencia e é influenciada. Mas esse mesmo autor relativiza a sua concepção ao reconhecer que a NDC é algo em movimento e, com isso, as opiniões a respeito dela estão em constante mudança gerando percepções distintas sobre o conhecimento científico.

Parte dos autores aqui citados assume expressamente serem adeptos da “visão consensual” acerca da NDC, o que, por si, já implica na adoção do pensamento de autores pertencentes a uma determinada visão de mundo sobre a ciência com o predomínio do pensamento de autores como: Karl Popper, Thomas Khun, Mário Bunge, Stephen Toulmin, Imre Lakatos, Larry Laudan e Ronald Giere (BELL, *et.al*, 2001) Embora os consensos estejam em constante movimento e variem no tempo e de acordo com cada autor, vimos que há traços em comum, sendo que o mais forte deles está na clara pretensão em se combater a visão “dogmática e positivista” da ciência.

No Brasil, boa parte da literatura especializada utiliza os mesmos autores como referência. Moura (2014) realizou revisão bibliográfica na qual elencou alguns aspectos consensuais acerca da NDC, agrupando-os em cinco tópicos gerais:

Quadro 4 -Aspectos consensuais da natureza da Ciência

“A ciência é mutável, dinâmica e tem como objetivo explicar os fenômenos naturais”
“Não existe um método científico universal”
“A teoria não é consequência da observação/experimento e vice-versa”
“A ciência é influenciada pelo contexto social, cultural político etc, no qual ela é constituída”
“Os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais, influências externas, entre outros para fazer ciência”.

Fonte: MOURA, 2014, p.34-35, elaboração e adaptação da autora.

O primeiro consenso significa afirmar que a ciência não é detentora de verdades absolutas por estar em constante movimento e transformação, assim como o olhar do cientista. Quanto ao segundo, de não haver regras universais concentradas em um único método científico, também é relevante por demonstrar que utilizar metodologias variadas implica em resultados distintos, corroborando a existência de verdades particularizantes e não absolutas. Já o terceiro consenso defende que a ciência se constrói com teoria e experimento, entretanto, não há uma linearidade entre eles, uma vez que não estão dispostos em etapas pré-definidas, sendo que, ao contrário, a relação entre teoria e experimento é complexa e não muito bem definida, no sentido de saber previamente quais as teorias ou metodologias serão utilizadas, o que significa dizer que nenhuma observação é livre das concepções prévias daqueles que observam. O quarto, destaca a não-neutralidade da ciência, visto que, é impactada pelos aspectos ditos “externalistas” ao sofrer a influência do contexto social, político, cultural, econômico, institucional, dentre outros. Por fim, o quinto consenso refere-se a não-neutralidade dos cientistas, que em face disso, reconhecem que cometem erros, utilizam suas crenças, imaginação e valores no fazer científico. Contudo, a visão consensual sobre a NDC tem sofrido variadas críticas, como nos adverte André Ferrer Martins (2015):

Essencialmente, a chamada “visão consensual” (VC) estabelece um conjunto de aspectos, de caráter geral, a respeito dos quais haveria um consenso amplo no que diz respeito ao que se espera que esteja presente no currículo escolar de ciências. Como um referente para a instrução, a VC busca um consenso pragmático em torno de determinados aspectos que seria válido para se pensar a inserção da temática NDC nas escolas, portanto. A VC tem recebido críticas de diversas naturezas (p. ex.: ALTERS, 1997; RUDOLPH, 2000; CLOUGH, 2007; ALLCHIN, 2011; IRZIK; NOLA, 2011; VAN DIJK, 2011; MATTHEWS, 2012; DUSHL; GRANDY, 2013), enquanto, por outro lado, vem sendo articulada e obtendo adeptos (p. ex.: LEDERMAN, 1992, 2007; McCOMAS et al., 1998a, 1998b; OSBORNE et al., 2003; McCOMAS, 2008; ABD-EL-KHALICK, 2012a, 2012b; LEDERMAN; BARTOS; LEDERMAN, 2014). Nesse ponto, cabe perguntar: é possível superar essas críticas e buscar outra forma de construir currículos e pensar sobre o que ensinar? (MARTINS, 2015, p.706).

Moura (2014) destaca uma alternativa à “visão consensual” apresentada por Gürol Irzik e Robert Nola (2011), o uso do conceito “Semelhança Familiar (*family resemblance*)”¹⁷ baseado na ideia de que os membros de uma mesma família podem compartilhar algumas características ou serem diferentes em relação a outros, como é o caso das diferentes disciplinas que possuem semelhanças e diferenças entre si. O uso da “semelhança familiar” em substituição à “visão consensual” se apresenta como uma possibilidade mais ampla e flexível, visto que, a ciência é complexa e dinâmica, e, por isso, dificilmente pode ser descrita por um conjunto estático de regras ou aspectos.

Quadro 5 - “Semelhança familiar” como possibilidade de compreensão do conceito de NDC com base no pensamento de Irzik e Nola (2011).

Atividades. Embora existam diferentes áreas da ciência elas possuem semelhanças em relação às atividades que desempenham, sejam elas, observacionais, materiais ou matemáticas.
Objetivos e valores. A concepção de semelhança familiar permite compreender que cada ciência pode ter propósitos diferentes, de acordo com as diferentes interpretações filosóficas.
Metodologias e regras metodológicas. Não há uma metodologia única a ser seguida, e que embora as diversas áreas da ciência não compartilhem da mesma metodologia, ainda assim, possuiriam aspectos metodológicos semelhantes, que as uniriam.
Produtos. Nem todas as áreas da ciência têm os mesmos produtos, ou seja, possuem hipóteses, leis, teorias, modelos, dados experimentais etc... distintos, mas com algum grau de igualdade face a concepção de semelhança familiar.

Fonte: IRZIK e NOLA, 2011 *apud* MOURA, 2014, pp. 35, 36 elaboração e adaptação da autora.

Dentre os críticos da visão consensual encontra-se também Adúriz-Bravo (2001), que ao pesquisar diversos autores (a exemplo McComas) sobre a visão do conceito de NDC por parte dos professores de ciência, concluiu que parte significativa dos “consensualistas” possuía “visão inadequada ou insuficiente acerca da natureza da ciência” (ADÚRIZ-BRAVO, 2001, p. 83).

Quadro 14 - Crítica à “visão consensual”- inadequada da natureza da ciência

- relação linear e unidirecional entre teoria e experiência
- critérios unicamente lógicos na verificação ou falsificação das hipóteses
- visão realista ingênua da correspondência entre conhecimento e realidade
- visão teleológica do avanço científico
- excesso de objetividade científica
- visão rígida do método científico
- visão acumulacionista do progresso científico.

Fonte: ADÚRIZ-BRAVO, 2001, elaboração e adaptação da autora.

¹⁷O “original de Semelhança de Família foi desenvolvido por Wittgenstein” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 593). Wittgenstein formula o conceito das “semelhanças de família” nos §66 a §68 das *Investigações Filosóficas* publicada em 1953 em oposição ao essencialismo, ao argumento de que nem sempre por trás do mesmo nome está a mesma essência, ou seja, o mesmo conjunto de características compartilhadas por todos os exemplares do mesmo nome.

Allchin (2017) acrescenta um dado interessante ao debate, visto que, para ele faltou uma visão articulada e sistematizada dos aspectos específicos incluídos ao lado daqueles desprezados, de modo a demonstrar o que levou os defensores da “visão consensual” a chegarem à composição do consenso. De acordo com ele, seria necessário revisar os princípios fundamentais orientadores da visão consensual, uma vez que uma lista tão concisa não é capaz de contemplar todos os aspectos necessários à compreensão da NDC para educação científica. Em oposição à “visão consensual” o autor defende que a NDC seja concebida na forma de “Ciência Integral” ou *Whole Science* (ALLCHIN, 2011, 2013), e, para isso deve compreender aspectos como:

Quadro 15 - A “Ciência Integral” deve considerar, dentre outros, os seguintes aspectos:

- Erros devidos a medições não padronizadas ou instrumentos mal calibrados
- Contaminação de amostras
- Ausência de controles relevantes
- Métodos estatísticos inadequados ou mal utilizados
- Generalização limitada de resultados
- Questões de gênero
- Conflitos políticos ou econômicos de interesse da comunicação da ciência
- Integração de perspectivas sociais com perspectivas internalistas.

Fonte: ALLCHIN, 2017, p. 20, elaboração, adaptação e tradução da autora.¹⁸

Importa mencionar, que além de Allchin (2017) se posicionar contra a “visão consensual” por ser reducionista e representar apenas parte do que significa a NDC, ele entende que a imposição de uma visão parcial pode significar a substituição da visão dominante por eles combatida por outra igualmente deformada. O autor não chega a desenvolver uma discussão epistemológica, mas realça alguns aspectos que entende relevantes para compor as discussões sobre a natureza da ciência e como ponto de partida, ele esclarece que a pergunta que se deve fazer é “porque” deve se compreender a NDC e ao mesmo tempo, devem desenvolver um amplo entendimento quanto ao seu funcionamento (não quanto a epistemologia) para auxílio na “tomada de decisões pessoais e públicas.

Assim, os autores apresentados defendem o relevante papel que a compreensão da NDC exerce para a educação científica, muito embora, em sua maioria, reconheçam que não há consenso sobre qual é a NDC, embora não discordem quanto a relevância da filosofia e da

¹⁸“*Errors due to non standardized measurement or poorly calibrated instruments; contamination of samples; lack of relevant controls; inappropriate or misused statistical methods; over generalization of limited results; confirmation bias; gender bias; and political or economic conflict of interest in communicating science [...] Especially important is the seamless integration of social perspectives with standard internalist [...]*”. (ALLCHIN, 2017, p.20).

história. Para alguns, as múltiplas concepções acerca do conceito de NDC apresenta-se como um problema, uma vez que não há possibilidade de compreensão do ensino de ciências e educação científica se inexistir uma visão uniforme acerca da sua natureza. Algumas alternativas para o problema foram apresentadas, dentre elas: o uso da “visão consensual”, do conceito de “semelhança de família”, bem como, da “ciência integral”, sobre qual seria a NDC.

Uma vez investigada sobre qual é a NDC os autores passaram a pesquisar porque a compreensão da NDC é relevante para a educação científica.

1.2 A Natureza da Ciência e a Educação científica

Iniciemos por Lederman (2007) que possui extensa obra sobre o assunto. Esse autor apresenta cinco argumentos trazidos por Driver, Leach, Millar e Scott (1996) que demonstram a relevância para a educação científica de se compreender a NDC. Os argumentos são os seguintes:

Quadro 8 - Motivos que justificam a compreensão da NDC

<u>Utilitário</u> : porque auxilia no gerenciamento dos objetos e processos tecnológicos na vida cotidiana;
<u>Democrático</u> : por atuar na tomada de decisão nas questões sociocientíficas;
<u>Cultural</u> : porque é necessário para apreciar o valor da ciência como parte da cultura contemporânea;
<u>Moral</u> : por ajudar a desenvolver uma compreensão das normas da comunidade científica que incorporam compromissos morais de valor geral para a sociedade;
<u>Aprendizagem de ciências</u> : facilita a aprendizagem dos conteúdos de ciência.

Fonte: LEDERMAN, 2007, elaboração, adaptação e tradução da autora.

Lederman (2007) elenca o que os alunos devem saber, não como rol taxativo, fornecendo para tanto um quadro de referências que auxilia na delimitação da NDC aplicada à educação científica:

Quadro 9 - Demarcação da NDC

- Primeiro: é fundamental que os alunos entendam a diferença entre observação, descrição, sobre o fenômeno natural (que são "diretamente" acessíveis aos sentidos ou extensões dos sentidos), inferência, dedução ou conclusão que vão além dos sentidos.
- Segundo: os alunos devem saber a distinção entre leis, que são as declarações ou descrições das relações entre fenômenos observáveis e teorias, que são explicações inferidas para fenômenos observáveis.
- Terceiro: o estudante precisa saber que o conhecimento científico não é neutro, ainda que derivado de observações do mundo natural. Que a ciência envolve invenção de explicações e isso exige criatividade do cientista. Que os modelos teóricos não são cópias fiéis da realidade.
- Quarto: que o conhecimento científico é subjetivo e/ou carregado de crenças. Os compromissos teóricos dos cientistas, as crenças, o conhecimento prévio, as experiências e expectativas influenciam seu trabalho. Esses fatores compõem o <i>background</i> da ciência.
- Quinto: a ciência como empresa humana é praticada no contexto de uma cultura maior, e seus praticantes (cientistas) são produto dessa cultura. Esses elementos compõem o tecido social, estruturas de poder, políticas, fatores socioeconômicos, filosofia e religião.

- Sexto: o conhecimento científico não é absoluto, este conhecimento, incluindo "fatos", teorias e leis, é provisório e está sujeito a mudanças. As reivindicações científicas mudam à medida que novas evidências, tornadas possíveis através dos avanços na teoria e na tecnologia, são levadas a efeito sobre teorias ou leis existentes, ou como evidências antigas são reinterpretadas à luz de novos avanços teóricos ou mudanças nas orientações de programas de pesquisa estabelecidos. A essa altura lembramos que o próprio autor defende que a NDC encontra-se em constante movimento, o que implica que o rol por ele apresentado também está sujeito à revisão.

Fonte: LEDERMAN, 2007, elaboração, adaptação e tradução da autora.

Harres (1999) pesquisou as concepções de NDC entre estudantes e professores, bem como aquelas constantes dos currículos, tendo constatado uma visão mais positivista, em que predomina o conhecimento científico como absoluto e a ideia de que o principal objetivo dos cientistas é descobrir leis naturais e verdades. Sobre a *imagem da ciência* apareceram três maneiras de conceber o conhecimento científico: racionalismo, empirismo e relativismo tendo predominado o empirismo. Diante disso, conclui que a pesquisa mostrou-se importante para dar suporte à ideia de que uma epistemologia praticada na escola pode guiar a investigação educativa na área de ciências.

McComas, Clough e Almazroa (1998) esclarecem que para os educadores de ciências, a NDC é utilizada para descrever a interseção entre questões abordadas pela filosofia, história, sociologia e psicologia da ciência na medida em que estas questões se aplicam e influenciam no ensino e aprendizagem de ciências e, por isso, é fundamental para orientar os educadores de ciências a retratar a ciência aos estudantes com mais precisão. Compreender a NDC permite entender como funciona a ciência, seus pontos fortes e limitações, bem como, o valor dos diferentes tipos de conhecimento científico, não somente como um único corpo de verdades literais. Incorporar a NDC na medida em que se ensina o conteúdo científico humaniza as ciências em lugar de memorizar apenas os resultados, compreende o processo. Referindo-se a Matthews (1989), asseveram que o objetivo não é ensinar aos estudantes filosofia da ciência como disciplina pura, mas sim, com o objetivo de ajudá-los na conscientização dos processos de desenvolvimento do conhecimento científico.

Abd-El-Khalick e Lederman (2000) defendem a importância da melhoria das concepções de NDC em relação aos professores de ciências e que ao tempo da publicação do artigo, embora houvesse pesquisas defendendo a inserção das disciplinas de história e filosofia da ciência na educação científica e, fossem muitos os argumentos teóricos, não haviam pesquisas empíricas que examinassem criticamente os impactos sobre os pontos de vista dos professores sobre a NDC. Enfatizam ainda que possuir entendimentos adequados de NDC não é suficiente para permitir que professores melhorem as concepções dos alunos sobre a NDC. Os autores chamam a atenção para a quantidade de artigos com propostas

“intuitivas” sobre a educação científica mais adequada, destacando a essencialidade de pesquisas empíricas para a comprovação de resultados e dos caminhos de investigação a serem seguidos, como por exemplo, pesquisas que investigassem a influência das disciplinas, história e filosofia da ciência, sobre as concepções de seus estudantes acerca da NDC.

Os autores espanhóis e portugueses, Gil-Pérez; Montoro; Carrascosa Alís; Cachapuz e Praia (2001) afirmam que o ensino, inclusive universitário, transmite uma visão empírico-indutivista da ciência muito distante da forma como se constrói e produz o conhecimento científico. **Conhecer a NDC evita que cientistas, professores e estudantes, incorram na reprodução da “visão deformada” da ciência, uma “visão ingênua”** afastada do que significa a construção do conhecimento científico, mas que se consolidou até tornar-se um estereótipo aceito socialmente, reforçado pela própria educação científica como tentativa de aproximação de uma “imagem mais correta e adequada do trabalho científico”.

Gil-Pérez; Montoro; Carrascosa Alís; Cachapuz e Praia (2001) ao se voltarem contra as visões deformadas da ciência para “não incorrer em simplificações e deturpações” também desenvolveram a pesquisa por meio de “consensos” sobre o que deveria ser evitado quando da adoção de posturas científicas que por consequência caracterizariam a NDC, concluem pela existência de sete “visões deformadas” da ciência tratadas na literatura. Com base na reflexão e (auto) crítica de alguns grupos de professores essas visões devem ser evitadas:

Quadro 10 - Visões deformadas da ciência a serem evitadas

1. “concepção empírico-indutivista e atórica” – por destacar o papel neutro da observação e experimentação, desprezando o papel das hipóteses como orientadoras da investigação, bem como das teorias. A concepção empírico-indutivista continua a possuir um peso junto aos professores de ciências, mas advertem os autores, que apesar da importância dada à observação e experiência, em geral, o ensino é livresco e desprovido de trabalho experimental;
2. “visão rígida (algorítmica, exata, infalível,...)”- concebe o “método científico” como um conjunto mecânico de etapas a seguir. Dá ênfase ao tratamento quantitativo de controle rigoroso, subestimando a criatividade. Não permite vir à tona a dúvida, o erro e a ambiguidade, que são alvo de eliminação quando não, ignoradas, em lugar de tê-las em conta. O oposto a essa visão é alvo de crítica por ser tratado como relativismo;
3. “visão aproblemática e ahistórica (portanto, dogmática e fechada)” – significa a transmissão de conhecimentos acabados, sem demonstrar os problemas que lhe deram origem e o seu desenvolvimento, o que reforça a omissão no ensino de ciências;
4. “visão exclusivamente analítica”- essa visão representa uma divisão parcelar dos estudos, que na visão dos autores, possui caráter limitado e simplificador, haja vista que, desconsidera os esforços posteriores de unificação. A desvalorização dos processos de unificação, como característica fundamental da evolução do conhecimento científico, constitui obstáculo à educação científica;
5. “visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos” - o conhecimento científico como tem sido estudado, surge como linear e cumulativo que ignora as crises e as mudanças. Essa interpretação simplista para a qual o ensino contribui quando, por exemplo, deixa de demonstrar como o conhecimento se desenvolveu, envolvendo confrontações entre teorias rivais e controvérsias científicas;
6. “visão individualista e elitista da ciência” - o conhecimento científico surge como obra de gênios e não da comunidade científica ou de um grupo de cientista. Faz parte do senso comum que o trabalho científico é reservado a uma elite intelectual, a uma minoria, que culmina em explícitas discriminações de classes sociais e de gênero. Não há esforços para a democratização da ciência;
7. “visão socialmente neutra da ciência” - transmite uma imagem descontextualizada, esquecendo-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS), procurando manter os cientistas alheios ao problema do mundo “fechados em torres de marfim”.

Fonte: GIL-PÉREZ *et. al.*, 2001, p. 129 – 133, elaboração e adaptação da autora.

Os autores indicam dez aspectos que devem ser incluídos no currículo de ciências, a fim de favorecer a construção do conhecimento científico com vistas a uma “visão não deformada da ciência”. Assim, para eles o currículo de ciências deve conter:

Quadro 16 - Aspectos a serem incluídos nos currículos de ciências

1. “situações problemáticas abertas”- os alunos podem tomar decisões acerca do que estudar;
2. “interesse das situações”- propostas que deem sentido ao estudo;
3. “análise qualitativa significativa”- ajuda a compreender e enquadrar as situações definidas de acordo com os conhecimentos disponíveis e com o interesse do problema;
4. “formulação de hipóteses”- fundamentadas em conhecimentos disponíveis;
5. “formulação de estratégias”- deve incluir dispositivos experimentais com o objetivo de favorecer uma visão mais “correta da atividade científico-técnica contemporânea”;
6. “análise atenta dos resultados” na conformidade do corpo de conhecimentos disponíveis, criando condições para que os alunos comparem a sua evolução conceitual e metodológica com aquela experimentada pela comunidade científica;
7. “perspectivas”- redefinir os estudos, passando a um outro nível de complexidade;
8. “esforço de integração”- levar em conta a interação entre diversos conhecimentos, contribuindo um corpo coerente de conhecimento;
9. “atenção à comunicação”- dar atenção à verbalização e à comunicação como aspectos essenciais da atividade científica;
10. “dimensão coletiva do trabalho científico”- organização de grupo de trabalho e facilitação na interação entre esses grupos e comunidade científica.

Fonte: GIL-PÉREZ *et. al.*, 2001, p. 140 e 141, adaptado pela autora do Quadro 1 “Aspectos a incluir no currículo de ciências para favorecer a construção de conhecimentos científicos”.

Cachapuz, Praia e Jorge (2004) argumentam em defesa da “**construção epistemológica da Educação em Ciência**” como área interdisciplinar que envolve filosofia da ciência, história da ciência, sociologia da ciência e psicologia educacional, carece de uma **teoria geral** que permita uma necessária unificação para conferir maior coerência aos conceitos.

Também entre os cientistas há muita imprecisão quanto ao conceito e compreensão acerca da NDC. Dois cientistas de comunidades científicas diferentes foram entrevistados por Schwartz (2012) com o objetivo de investigar como cada um percebe o seu próprio mundo de ciência. A conclusão foi uma variedade de visões acerca da NDC, porém, ambos concordavam em dois aspectos: o primeiro deles, que os cientistas não pensam sobre o que é a ciência ou qual é a sua natureza; e o segundo, que os alunos deveriam aprender sobre as características da NDC.

1.3 Inclusão da história da ciência no ensino de ciências

Investigada a NDC e porque compreendê-la é importante para a educação científica, acrescentou-se a essa linha de pensamento um terceiro elemento que para essa pesquisa é dos

mais importantes: a história e a filosofia da ciência são essenciais à educação científica e à compreensão da NDC, sendo Matthews (1995) a favor da inclusão da história e da filosofia da ciência nos programas de formação de professores dessa área¹⁹.

A defesa da abordagem histórica e filosófica para o ensino de ciências tem suas raízes no pensamento do “professor de história e teoria da ciência indutiva da Universidade de Viena” – conforme referenciado na versão em inglês publicada em 1919 [1883] de sua principal obra *The Science of Mechanics: a critical and historical account of its development* - o austríaco Ernest Mach²⁰ (1838-1916), no qual desenvolveu um relato crítico e histórico do desenvolvimento da ciência mecânica. Segundo Matthews (1995) Mach admitia que “para a compreensão de um conceito teórico, é necessário que se compreenda o seu desenvolvimento histórico” (MATTHEWS, 1995, p. 169), o que pode ser visto logo na Introdução da obra citada que enfatiza que “a história do desenvolvimento da mecânica é bastante indispensável para uma completa compreensão da ciência em sua condição atual” (MACH, 1919, p.1).

Na mesma linha proposta por Mach, Pierre Duhem na obra *The Aim and Structure of Physical Theory* [1906] se serve da história da ciência para fundamentar as suas reflexões sobre o conceito de teoria física:

O método mais legítimo, seguro e que mais frutos dá na preparação de um estudante para receber hipóteses físicas é o método histórico. Relembrando as transformações através das quais os fatos empíricos adviram enquanto as formas teóricas eram esboçadas pela primeira vez; descrever a longa colaboração por meio da qual o senso comum e a lógica dedutiva analisaram este assunto e modelaram essa forma até que uma foi exatamente adaptada à outra: esta é a melhor forma, certamente a única forma de dar àqueles que estudam física uma visão clara e correta da muito complexa organização dessa ciência (DUHEM, 1906 *apud* PORTELA; LARANJEIRAS, 2005).

¹⁹ No emblemático artigo *História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação*, referenciado por pesquisadores da área de educação científica e ensino de ciências, Matthews (1995) fundamenta a sua defesa nas propostas do Currículo Nacional Britânico e nas recomendações contidas no Projeto americano 2061 de diretrizes curriculares. Como o nosso objetivo é investigar o papel da história para a ciência e educação científica, faremos ainda neste capítulo no item *Panorama Brasileiro das Políticas Públicas do Ensino de Ciências*, um breve levantamento acerca das políticas públicas brasileiras e um mapeamento exemplificativo quanto à existência de disciplinas em cursos superiores que contemplem a discussão história e ciência (ver APÊNDICE A).

²⁰ Em sua primeira fase, a partir de 1908, o *Círculo de Viena* era denominado de *Sociedade Ernest Mach* (constituiu-se oficialmente como *Círculo de Viena* em 1929) uma vez que nesse primeiro momento, o matemático Hans Hahn, o físico Philip Frank e o economista e cientista social Otto Neurath, sob a liderança de Schlick (Carnap ainda não integrava o Grupo), concentravam as suas discussões na filosofia de Mach, sobretudo, os seus estudos em defesa do “fenomenismo”, para o qual nenhuma proposição das ciências naturais seria admissível se não fosse passível de verificação empírica. Somente a experiência estaria no plano do real, de modo que todo o resto trata-se de conceitos criados com vistas à organização dessa experiência. Todavia, foi a “publicação de *The Scientific World Conception: The Vienna Circle*, assinada por Carnap, Hahn e Neurath e dedicada a Schlick, que coincidiu com a “Primeira Conferência para a Epistemologia das Ciências Exatas” em meados de setembro de 1929” (UEBEL, 2016) transformou-se no Manifesto do Grupo que refinou o objetivo traçado na primeira fase.

A corrente da história da ciência capitaneada por Thomas Kuhn, com influência historiográfica por ele reconhecida do núcleo parisiense de Alexandre Koyré²¹, bem como, a de alguns de seus antecessores, como Ludwik Fleck, Gaston Bachelard e o próprio Koyré, bem como, os seus contemporâneos e sucessores, como Bruno Latour e David Bloor, ao lado dos autores e pesquisadores discutidos no Capítulo I, sugerem que as discussões se pautem em história não positivista, descontínua e não cumulativa.

É importante destacar que Thomas Kuhn não seria o primeiro não-positivista a considerar a história como elemento importante para a ciência - embora Georges Sarton seu professor em Harvard tivesse lecionado história da ciência baseada no *Curso de Filosofia Positiva* de Auguste Comte – antes dele, segundo Gattinara (2001) desde os anos 1900 na França, Èmile Meyerson defendeu o “uso estratégico da história da ciência” e sua valorização filosófica deu origem à "tradição epistemológica" francesa da qual Gaston Bachelard, Alexandre Koyré e Georges Canguilhem são os expoentes.

Condé (2010; 2012) destaca a importância da obra do polonês Ludwick Fleck [1935] para o pensamento Kuhniano, que ao pesquisar sobre a sífilis considerou os fatores sociais como constitutivos da gênese e do desenvolvimento do fato científico. Destacamos ainda, que o próprio Thomas Kuhn no prefácio da ERC, além de reconhecer a influência de Fleck e da historiografia francesa, reconhece também a influência de James B. Conant a quem dedica o livro, mas a faz com ressalvas quanto à metodologia ainda que envolvessem os casos históricos (KUHN, 2006, p. 334).

Georges Alfred Leon Sarton²² (1884-1956) químico e historiador, considerado fundador da disciplina história da ciência nos Estados Unidos foi professor de história da ciência em Harvard entre os anos de 1940 a 1951 do qual Kuhn foi aluno de graduação. Sarton sob o impacto da obra de seis volumes *Curso de Filosofia Positiva* publicada por Auguste Comte em 1830, na qual defendia a filosofia positivista como instrumento de reforma intelectual do homem e de reorganização da sociedade “destruída” pela Revolução Francesa, em que a ciência e o espírito humano se submetiam à “lei dos três estados” com vistas ao desenvolvimento. Tal como Comte, Sarton via na história da ciência um caráter

²¹ “[...] A influência de Koyré sobre ele foi historiográfica e não filosófica” (GUTTING, 2002). Entretanto, o diálogo (aproximação) entre Kuhn e os franceses "precisa ser construído e não relatado" (GUTTING, 2002, p.53).

²² Sarton foi o fundador do periódico *Isis* em 1912 dedicado à publicação de textos em história da ciência quando ainda residia em Ghent, cuja edição passou a ocorrer nos EUA a partir de 1915 face a migração de Sarton para aquele país. Após um tempo suspenso por falta de financiamento, as publicações foram retomadas em 1924 quando um grupo de amigos se reuniu para criar a *History of Science Society* como um meio de financiamento da *Isis*, forma que permanece até os dias atuais. Disponível em: <https://www.sarton.ugent.be/>. Acesso: 15 abr.2016.

pedagógico, visto que, por um lado, fazia com que o cientista se aprofundasse no método em busca da verdadeira ciência, e, por outro, tinha como objetivo narrar o progresso da humanidade em direção ao estado positivo.

Georges Sarton, professor de história da ciência em Harvard entre 1940 a 1951, teve Kuhn como aluno em suas aulas de graduação, por ele descritas como pomposas e enfadonhas. Não somente a insatisfação com as aulas afastava Kuhn de Sarton, mas a tradição positivista que envolvia o pensamento e a obra de Sarton, também os distanciava. Embora Kuhn reconheça a importância de Sarton como historiador da ciência, em sua opinião “havia um tipo de história da ciência a ser feita que Sarton não estava fazendo. [...] Mas o que ensinavam, com frequência, não era exatamente história [...] era história de manuais” (KUHNS, 2006b, p.341).

Ainda no contexto estadunidense, logo após a Segunda Guerra, o químico, historiador da ciência e presidente de Harvard por três décadas, James Bryant Conant (1893-1978), a quem Kuhn dedicou a *Estrutura das Revoluções Científicas*, realizou uma reforma curricular de maneira a introduzir em Harvard a história da ciência para não-cientistas, por entender que as pessoas poderiam compreender melhor os métodos científicos se compreendessem como a ciência se desenvolve historicamente (CONANT, 1964a).

Conant desenvolveu um curso experimental de história da ciência para não cientistas, tendo, logo em seguida, realizado uma reforma curricular em Harvard, na qual introduziu os *cases* de história da ciência no currículo, por entender que as pessoas poderiam compreender melhor os métodos científicos se compreendessem como a ciência se desenvolve historicamente. O projeto educacional de história da ciência²³ por ele implementado em Harvard, destacava o papel fundamental da história (“casos históricos”) como facilitadora da compreensão da “ciência dura” aproximando os leigos da ciência com o objetivo de demonstrar os aspectos positivos na tentativa de neutralizar os rótulos negativos advindos com a guerra, e, também, com as duas bombas atômicas lançadas pelos Estados Unidos em Hiroshima e Nagasaki.

O projeto educacional desenvolvido por Conant serviu de base para *The Project Physics Course* (1960) desenvolvido por Rutherford, Holton, Brush e Watson, conhecido como *Projeto Harvard*, que tinha por objetivo desenvolver um curso de Física a partir de uma

²³ As notas do curso intitulado *On Understanding Science* tornaram-se a base do livro publicado em 1947 com o mesmo nome, e, posteriormente, publicado no Brasil com o título: *Como Compreender a Ciência* (1964). Em 1952, dando continuidade ao projeto, Conant começou a lecionar sobre filosofia da ciência e se apoiando nas pesquisas de seu colega Quine, lançou um novo curso de graduação, curso este que se tornaria a base do livro *Harvard Case Histories in Experimental Science* publicado em 1957.

perspectiva humanista que passou a ser também utilizado em escolas secundárias, tendo prolongado por toda a década de 80 e ainda perdura, ante a nomeação de James Rutherford como fundador e diretor do programa do *Projeto 2061 - Science for all Americans* - desenvolvido pela *American Association for Advancement of Science - AAAS*²⁴.

Fazendo coro ao projeto de Conant, o historiador da ciência em Harvard I. Bernard Cohen, também defendia o ensino de história da ciência, mas somente para cientistas. Em 1950, organizou um simpósio, em que contribuiu com o trabalho: *Um sentido de história na ciência* (COHEN, 1950, pp. 343-359). Neste trabalho, apontou diversas inexatidões e distorções históricas em vários textos-padrão de ciências. Ele chama atenção para os cuidados necessários que se deve ter ao escrever a história, especialmente no que diz respeito à busca de um conhecimento mais profundo por parte dos professores, de forma a tornar as aulas mais ricas, profundas e interessantes.

Thomas S. Kuhn (1922-1996) cujo primeiro contato com a história da ciência foi por meio de James Conant que em 1947 o convidou para trabalhar como seu assistente no curso educação científica para não-cientistas, bem como, o aceitou no quadro *Society Fellows* de Harvard para exercer cargo semelhante ao de professor colaborador, reconheceu nele o primeiro a introduzi-lo na história da ciência, iniciando assim, a transformação da sua concepção de progresso científico (KUHN, 2006a, p.16).

Neste sentido, lecionar para não-cientistas baseado em “casos históricos” foi fundamental para que Kuhn compreendesse alguns aspectos conceituais e metodológicos e os refinasse para concluir que a “narrativa histórica tem de tornar plausíveis e compreensíveis os eventos que descreve” (KUHN, 2011, p.29), não bastando apenas a inserção do “evento científico” em um contexto histórico, uma vez que, não revela a complexidade histórica, isto é, o desenvolvimento científico em sua historicidade.

Desta forma Kuhn desenvolve seu pensamento de forma mais aproximada das abordagens mais gerais que compreendiam a visão de mundo da historiografia francesa²⁵, iniciando-se por uma abordagem não positivista da ciência, além de destacar expressamente

²⁴ “An American international non-profit organization with the stated goals of promoting cooperation among scientists, defending scientific freedom, encouraging scientific responsibility, and supporting scientific education and science outreach for the betterment of all humanity”. Disponível em: <http://www.aaas.org/about/mission-and-history>. Acesso: 20 jul.2015.

²⁵ “Continuei a estudar especialmente os escritos de Alexandre Koyré e encontrei pela primeira vez os de Émile Meyerson, Hélène Metzger e Anneliese Maier. Mais claramente do que muitos outros eruditos recentes, esse grupo mostrou o que era pensar cientificamente, numa época em que os cânones do pensamento científico eram muito diferentes dos atualmente em voga”. (KUHN, 2009, p.10). Embora não citado por Kuhn no prefácio de sua obra, Gaston Bachelard também foi uma importante referência para o seu pensamento.

na introdução da *Estrutura* “um papel para a história”, o que não deixa dúvidas quanto à importância da história para a ciência, a sua compreensão e o seu desenvolvimento.

Matthews (1995) destaca que a história e a filosofia da ciência se mostram essenciais na solução do que ele denomina: “crise do ensino contemporâneo de ciências” “evidenciada pela evasão de alunos e professores das salas de aula bem como pelos índices assustadoramente elevados de analfabetismo em ciências” (MATTHEWS, 1995, p.165). Para ele, tanto a teoria como a prática do ensino de ciências são enriquecidas pelas informações colhidas da história e da filosofia da ciência, mas para isso, será necessário incluir as disciplinas de que história, filosofia e sociologia da ciência na formação dos futuros professores. O autor completa enumerando diversos aspectos que a **tradição contextualista** considera positivos quanto aos usos da história da ciência na educação científica:

Quadro 12 -Para a tradição contextualista a história da ciência contribui para o ensino, pois:

Motiva e atrai os alunos
Humaniza a ciência
Promove uma melhor compreensão dos conceitos científicos
Há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência
Demonstra que a ciência é dinâmica, mutável, e, por isso, sujeita a transformações
Se opõe a ideologia científicista
Permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente

Fonte: MATTHEWS, 1995, p.186. Adaptação da autora.

Autores que defendem a relevância da história como norteadora das discussões da ciência e o seu desenvolvimento, além de não ter clareza quanto as correntes historiográficas, também não promoveram diálogo da história da ciência com a história, com o objetivo de problematizar as discussões centrais e acessar o escopo teórico e metodológico capaz de garantir melhor compreensão do campo científico da história da ciência, a partir de conceitos essenciais para a história, como a questão da temporalidade, limitando as potencialidades da história para usos pedagógicos de contextualização. É certo que intensificação dos estudos em história e filosofia da ciência na segunda metade do século XX respondeu não somente às necessidades intelectuais e conceituais ligadas ao desenvolvimento de certas disciplinas, mas também, às necessidades sociais decorrentes da crescente influência que a ciência e tecnologia passaram a ter nas sociedades contemporâneas.

Como a pesquisa científica não comporta generalizações, Teixeira; Freire Jr. e El Hani (2009) em investigação qualitativa envolvendo estudantes do curso de física sobre o uso da abordagem contextual na “prática pedagógica de um professor-investigador de física no

Ensino Superior”²⁶, que resultou na publicação do artigo *A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física*. Os resultados, de modo geral, apresentaram certo amadurecimento acerca dos aspectos da natureza da ciência, na compreensão dos estudantes participantes da pesquisa, visto que, houve maior diversificação nas visões sobre métodos científicos e o papel do experimento na ciência, superando significativamente a visão realista ingênua, além de maior entendimento acerca da natureza conjectural da ciência e da influência de fatores sociais na produção científica.

Todavia, nos adverte Martins (2006) na *Introdução: a história das ciências e seus usos na educação* que a história da ciência não pode substituir o ensino comum da ciência, mas, apenas complementá-lo. O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender a interação entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras, que ao contrário, faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e por sua vez, influenciando muitos aspectos da sociedade.

Admitida a importância da história e da filosofia da ciência para a formação de professores e pesquisadores, a questão que se segue é como ensinar esses tópicos aos estudantes e professores de ciências, de forma a torná-lo eficaz, este é o problema que nos traz El-Hani (2006). Segundo o autor, considerando que os cursos de filosofia da ciência negligenciam a história da ciência, utilizando-a somente como fonte de exemplos na apresentação das teorias, essa abordagem torna-se inadequada, por várias razões:

Quadro 13 - Abordagem Inadequada dos Cursos de Filosofia

- obriga aos alunos aceitar interpretações históricas fornecidas por filósofos da ciência, como se fossem verdadeiras, sem a possibilidade de submetê-las à crítica;
- a aprendizagem significativa dos alunos acerca da NDC não é favorecida por essa abordagem, uma vez que são confrontados com respostas a questões epistemológicas não colocadas por eles;
- usualmente, alunos de ciências naturais em geral têm um conhecimento relativamente limitado sobre história e filosofia, tornando-se mais factível um curso que não enfoque apenas discussões epistemológicas, mas que situem essas discussões no contexto de episódios históricos relacionados à ciência estudada.

Fonte: EL-HANI, 2006, elaboração e adaptação da autora.

Silva e Pagliarini (2008) ressaltam que as pesquisas na área de educação científica têm enfatizado a importância de uma educação científica mais contextualizada e humanística

²⁶ Foram investigadas as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), universidade pública do Nordeste brasileiro, localizada na cidade de Feira de Santana, estado da Bahia.

que possa ser útil a todos os cidadãos e não apenas aos que lidam diretamente com conhecimentos científicos em sua vida profissional. Fazendo coro com Matthews (1995) e McComas *et al.*, (1998) os autores também defendem o uso da história e filosofia da ciência como uma das estratégias que pode contribuir para promover um ensino científico mais contextualizado, humanizando o conteúdo a ser ensinado, favorecendo uma compreensão mais ampla dos conceitos científicos e também sobre a forma como a ciência opera e sua relação com a sociedade. Entendem que se por um lado, aspectos histórico-filosóficos contribuem nessas questões para promover a educação científica, por outro, a sua ausência ou o mau uso, acabam por gerar visões distorcidas da NDC, visto que, narrativas históricas distorcidas sustentam visões de senso comum sobre a ciência.

Cientes da relevância do uso da história e filosofia da ciência no ensino de ciências os autores Beltran; Saito e Trindade (2014) reconhecem a inexistência de materiais especializados dirigidos ao ensino de história da ciência nos cursos superiores, sendo, portanto, um aspecto indispensável a ser desenvolvido, devido às especificidades da área, enquanto área interdisciplinar específica, que tem objeto próprio construído na interface de três esferas de análise: a epistemológica, historiográfica e conceitual.

Insurgindo-se contra o “ensino de física dominante” restrito à memorização de fórmulas aplicadas na solução de exercícios, Zanetic (2005) defende que a mudança desse quadro envolve aulas que abordem para além da conceituação teórica e a experimentação, também a história da física e da filosofia da ciência, aproximando a ciência da sociedade e de outras áreas da cultura, contribuindo para uma educação “problematizadora, crítica, ativa, engajada na luta pela transformação social” (ZANETIC, 2005, p. 21).

Numa proposta inovadora em relação à literatura que defende a inclusão da história e filosofia da ciência (e sociologia da ciência para autores como Matthews) como ferramenta pedagógica de aprendizado ou para tornar a educação científica mais contextualizada e humanística, Laranjeiras (1994) em sua pesquisa *Redimensionando o ensino de física numa perspectiva histórica* propõe a inserção de elementos da história e filosofia da ciência no universo escolar como forma de enfatizar a dimensão cultural da ciência, concebendo desta forma, a história e filosofia da ciência como dimensões “constitutivas” do conhecimento científico e não meros apêndices elucidativos do conteúdo ou ferramentas pedagógicas para um ensino de ciências com mais atrativos.

No artigo a “Concepção de Conhecimento e a Dimensão Cultural da Ciência” Laranjeiras (2009) adota a “História da Ciência como mote” (LARANJEIRAS, 2009, p.193) contrapondo-se à perspectiva fragmentária e utilitarista da ciência e seu ensino fora da

dimensão cultural. Laranjeiras (2009) retomando o aspecto central do seu pensamento reitera que perceber a história e filosofia da ciência como constitutivas da ciência, nos conduz a “vislumbrar uma saída que transcenda meros ajustes, remendos acadêmicos utilitaristas em sua grande maioria, sendo talvez, necessário que os educadores revisitem a ciência que ensinam” (LARANJEIRAS, 2009, p.210). Com isso, deixa claro que para se compreender a ciência em sua dimensão cultural será preciso revisita-la em sua historicidade estabelecendo a “relação epistemológica” entre sujeito e o conhecimento científico:

[...] um ensino em que se pretende dialógico e, portanto, culturalmente referenciado, deve estar fundamentado numa epistemologia histórica, aquela que na análise do processo de construção do conhecimento, reconhece a historicidade do mesmo. No caso da ciência, sua historicidade é fator fundamental para uma adequada compreensão e o entendimento da sua dinâmica (LARANJEIRAS, 2009, p.207).

Portela; Laranjeiras (2005) e Paula; Laranjeiras (2005) fazem um resgate da dimensão histórica da ciência a partir dos “casos históricos” e “experimentos históricos” como estratégia didático-pedagógica no processo de contextualização e articulação da dimensão histórica do conhecimento científico no ensino de física.

“Que papéis a História da Ciência pode eventualmente desempenhar no ensino de ciências?” (*sic*). Essa pergunta feita por Abrantes (2002) no texto *Problemas metodológicos em historiografia da Ciência* lhe remete a pensar nos variados objetivos do ensino de ciências nos diversos níveis “(primeiro e segundo graus) ou o que tem por objetivo a formação de especialistas (3º. grau, pós-graduação, etc.)” (ABRANTES, 2002, p.86), sendo, segundo ele, necessário distinguir a importância que a história da ciência possa ter para a formação de estudantes e professores de ciências.

Problematizando um pouco mais a questão, fazendo coro a Laranjeiras (1994), no sentido de que a história da ciência não é uma mera ferramenta pedagógica facilitadora do aprendizado de ciências, Abrantes (2002) também se distancia da maioria dos autores quando se mostra “cético quanto à utilidade eventual da História da Ciência para o ensino de conceitos e de teorias científicas contemporâneas” (ABRANTES, 2002, p.86), bem como, em relação ao fato de que a “História da Ciência possa funcionar como um “arquivo morto” de idéias (*sic*), problemas, métodos, conceitos, etc. e, eventualmente, de imagens de natureza, que poderiam motivar programas de pesquisa científica na atualidade” (ABRANTES, 2002, p.86-87). O autor esclarece:

Acredito que a principal função da História da Ciência no ensino de ciências nos diversos níveis seja a de desenvolver um senso crítico com respeito às imagens de ciência (e de natureza) que prevalecem em dado momento histórico e que são

veiculadas pela imprensa, pelos professores e pelos manuais utilizados no ensino, frequentemente de modo sub-reptício (ABRANTES, 2002, p.87).

Assim, embora Abrantes (2002) não defenda explicitamente a história e história da ciência como “constitutiva da ciência”, e, de outro lado, também não a vê como uma ferramenta facilitadora da educação científica, mas com o papel de desenvolver um senso crítico em relação às “imagens” dominantes de ciências, contribuindo para uma “compreensão de como se dá a inserção da atividade científica na sociedade e as relações do conhecimento científico com diversos setores da cultura” (ABRANTES, 2002, p.87) e para explicitar o que se tornou “invisível” por encontrar-se incorporado às nossas práticas, valores e crenças, ante a ausência de problematização.

Por certo que, ainda hoje, há posições contrárias ao uso da história, filosofia e sociologia da ciência na educação científica ao argumento de que compromete o espírito científico dos jovens cientistas, assim como, compromete o próprio estatuto científico tido como forte. Esse posicionamento teve destaque nos anos de 1970 com o *Programa Forte em Sociologia das Ciências* desenvolvido na Universidade de Edimburgo por David Bloor e Barry Barnes, movidos pela publicação da *Estrutura* por Thomas Kuhn em 1962, também sustentavam posições contrárias ao positivismo na ciência, mas com o principal objetivo de explicar o conteúdo das teorias científicas em termos apenas sociológicos, desprezando a natureza e a parte empírica da ciência, o que lhes rendeu, por parte da academia, a acusação de “relativismo” na ciência.

A tentativa do *Programa Forte* de radicalizar a abordagem sociológica do conhecimento científico eclipsando a realidade empírica, a nosso ver, não compromete a abordagem da ciência de uma perspectiva construcionista, principalmente por não fazer dela uma abordagem ingênua, mas consciente das suas implicações e desdobramentos, uma vez que ao lado do *Programa Forte*, também foi alvo de muitas críticas importantes para o esclarecimento dos seus limites e potencialidades.

Mesmo cientes dos limites e potencialidades, os autores aqui debatidos nos deram uma pequena mostra de que o papel desempenhado pela história da ciência na educação científica seja compondo a sua base (constitutiva), seja através de suas contribuições (ferramenta pedagógica), apesar das muitas variantes, está longe de ser consenso. Aliás, o argumento de que a HFSC são importantes ferramentas pedagógicas para a educação científica pode ser facilmente implodido quando analisado da perspectiva daqueles alunos e professores das “*hard sciences*” que primam pela “objetividade” e não se sentem atraídos pelas ciências humanas, o que nesse caso, os usos da história, filosofia e sociologia da ciência

como ferramenta de aprendizagem seria inútil ou provocaria o efeito reverso, ou seja, o distanciamento desses alunos e professores das ciências.

Laranjeiras (1994) e Abrantes (2002) começam a romper com ideia da história da ciência facilitadora da educação científica para concebê-la, no que diz respeito ao primeiro autor como constitutiva da ciência e quanto ao segundo com o papel de desenvolver um senso crítico com respeito às imagens de ciência e de natureza.

A NDC permite entender o funcionamento e desenvolvimento da ciência, e, uma vez ampliado o espectro epistemológico (a esse respeito abordaremos no capítulo seguinte) permite também compreender a concepção da ciência em sua historicidade. Retomando Mach (1919) para quem se fazia necessária a compreensão do conceito teórico para que pudesse compreender o seu desenvolvimento histórico, acrescentamos ao pensamento do autor, que é preciso compreender os conceitos teóricos em sua historicidade, não de forma apenas cronológica e contextualizada estanque, mas de modo dinâmico.

Por fim, embora a linha pareça tênue, é de fundamental importância destacar que **defender a compreensão da NDC na educação científica não é o mesmo que ter a história e filosofia nos currículos de ciência, mas também compreendê-la em sua integridade²⁷ ou inteireza, e não apenas parcialmente com risco de substituir uma visão deformada por outra sem compreensão acerca da sua dinâmica e multiplicidade.** Para autores como Matthews (1995) a HFSC vem se mostrando como um caminho interessante para contribuir com a incorporação da NDC ao ensino de ciências.

Assim, veremos adiante que há um movimento global em torno das Políticas Públicas Educacionais em defesa da necessidade da compreensão acerca da NDC, bem como, do uso da história e filosofia da ciência no ensino de ciências e educação científica.

1.4 Políticas públicas educacionais em ciências: global e local

A defesa da inclusão de discussões acerca da NDC, diálogo entre ciências da natureza e ciências humanas, inclusão da história e filosofia da ciência no ensino de ciências não se restringe apenas ao debate acadêmico (que deveria servir de parâmetro para a formulação de políticas públicas), mas alcança também as políticas educacionais em vários países²⁸ incluindo o Brasil.

²⁷Thomas Kuhn refere-se à “integridade histórica” da ciência (KUHN, 2009, p. 22) como sendo aquela que possibilita a compreensão da sua natureza a partir de própria época.

²⁸Desde os anos de 1990 há uma tendência internacional em políticas públicas de inclusão dos estudos acerca da NDC no ensino de ciências.

É preciso conceber as políticas públicas em educação em sua dupla perspectiva: local e global. O Brasil participa como estado membro da UNESCO desde a sua fundação em Paris no ano de 1946 com o objetivo de reconstruir os sistemas educacionais após a Segunda Guerra Mundial, voltados à promoção de uma “cultura para a paz”. No ano de 2003 o Escritório da UNESCO no Brasil divulgou o documento *A Ciência para o Século XXI- uma nova visão e uma base de ação* ([2003] 2005) propõe uma educação global de “ciência para o século XXI”, na qual as ciências humanas têm relevante papel na definição do lugar ocupado pela ciência e no seu impacto na sociedade, sobretudo, no que tange às consequências globais das transformações científico-tecnológicas e suas inflexões nas questões ambientais, éticas e de desenvolvimento social. “Os currículos científicos devem incluir a ética da ciência, bem como formação em história e filosofia da ciência, tratando também de seu impacto cultural” (UNESCO, 2005, p.39), devendo os cientistas comprometer-se com os padrões éticos baseados nas normas consagradas nos instrumentos internacionais de direitos humanos e de responsabilidade social.

O documento divulgado pelo Escritório da UNESCO Brasil é resultado da *World Conference on Science* realizada pela UNESCO e o Conselho Internacional para Ciência (ICSU) em 1999 na cidade de Budapeste, que culminou na produção do documento *Science for the twenty-first century - a new commitment* publicado em 2000, que dispõe expressamente no item 41 sobre a inclusão da ética científica nos currículos, bem como a “formação em história e filosofia da ciência e seu impacto cultural”²⁹ (UNESCO, 2000, p. 466), o que de certa forma vai ao encontro da conferência de abertura realizada pelo *President Third World Academy of Sciences* José Israel Vargas que destacou o significado de estarem reunidos no limiar de um novo milênio, como sendo para ponderar demandas urgentes acerca do lançamento de um novo contrato social *para e com* a ciência e tecnologia, advertindo para os benefícios destas, bem como, para os riscos da tecnocracia, destacando de um lado, os problemas e as dores causadas pela ciência ao longo do século XX, e, do outro, a “esplêndida iluminação que trouxe ampliando e aprofundando nossa compreensão quanto ao funcionamento tanto da natureza como do próprio tecido da sociedade”³⁰ (UNESCO, 2000, p.21).

²⁹“*Science curricula should include science ethics, as well as training in the history and philosophy of science and its cultural impact*” (UNESCO, 2000, p. 466).

³⁰ “*Ladies and gentlemen, allow me to recall that we are assembled here on the threshold of a new millennium to ponder the pressing demands for launching a new social contract under the aegis of science, bearing in mind at the same time the recollection, not only of the upheavals and pangs that science has mainly entailed in this terrible century of ours, but also of the splendid enlightenment it has brought about, enlarging and deepening our understanding of the workings both of nature and of the very fabric of society*” (UNESCO, 2000, p. 21).

Importante destacar que esse documento aponta para a mudança da imagem de ciência tão debatida ao longo do século XX reconhecendo que o “sucesso da ciência esteve até recentemente ligado à abordagem reducionista” em que modelos de sistemas simples são utilizados para explicar fenômenos naturais complexos, advertindo que nas últimas décadas, “cientistas começaram a estudar sistemas complexos e hoje estão lutando para identificar maneiras adequadas de obter resultados relevantes”³¹ (UNESCO, 2000, p.6) dado o alto grau de incerteza gerado por essa nova forma de conceber a ciência. A ciência complexa tratada de maneira reducionista encontra-se presente no próprio comportamento social cujas questões científicas levantadas são “centradas nos problemas”, enquanto o “sistema de ciência é centrado na disciplina”, reconhecendo que “descobertas importantes nas ciências naturais e sociais ocorreram nas chamadas fronteiras de disciplinas”³² (UNESCO, 2000, p.21).

Destacamos que as discussões que precederam a Conferência Mundial de Budapeste e lhe serviram de base explicitam os objetivos e as diretrizes para a nova ciência do século XXI. Notadamente as deliberações do Conselho Executivo³³ da UNESCO na sessão 149^a. EX/8 realizada em Paris em 16 de abril de 1996³⁴ que dispõe sobre *Nouvelles initiatives en matière scientifique* (documento 149 EX/8, *décision* 3.3.1), a partir da organização de uma Conferência Mundial sobre a Ciência realizada em Budapeste no ano de 1999. Uma das bases desse documento é a elaboração da estratégia e do plano de ação mundial para a cooperação internacional para o progresso da ciência e de suas aplicações em favor do desenvolvimento, com enfoque na reflexão aprofundada acerca das perspectivas da ciência e do seu papel no século XXI, conforme descrito no item 12 do documento (UNESCO, 1996, p.4).

A análise sistematizada desse conjunto de deliberações e decisões aponta para a relevância do papel das ciências humanas no desenvolvimento científico. O Conselho

³¹“The success of science was until recently linked to the reductionistic approach, through which simple model systems are studied in order to reach conclusions that are extrapolated to explain natural phenomena. However, a few decades ago, scientists began studying complex systems and today are struggling to identify appropriate ways to derive relevant results. Conclusions based on the study of complex systems generally involve high degrees of uncertainty. Since public decision-making often requires the analysis of complex systems, this uncertainty contributes to undermining the public trust that science has enjoyed until today” (UNESCO, 2000, p.6).

³²“While the issues raised by production and society are problem-centred, our science system is discipline-centred. And we fail to draw proper conclusions from the history of science over the past three decades and the fact that the really important discoveries in both the natural and social sciences have taken place in the so-called borderlands of disciplines” (UNESCO, 2000, p.21).

³³ “O Conselho Executivo é o órgão que exerce em nome do conjunto dos Estados Membros a administração cotidiana da UNESCO. Na prática, é a espinha dorsal da Organização, sendo quem define e prepara a agenda da Conferência Geral, recomenda a aprovação dos programas e do orçamento que lhe apresenta e supervisiona a implementação das atividades previamente aprovadas. Informação disponível no Ministério das Relações Exteriores em: http://brasunesco.itamaraty.gov.br/pt-br/o_que_e_a_unesco.xml. Acesso: 02 mai.2019.

³⁴ Esse documento está disponível no livro - Arquivos da UNESCO 149 Conseil Exécutif, 1996. Vol. CCIX. 149^a. Session, I. Acessado no arquivo da sede da UNESCO em Paris em dez.2018.

Executivo na Sessão 151 EX/5.1³⁵ no tópico *The sciences in the service of development* prevê no item 25 que os objetivos da Conferência Mundial das Ciências que então se realizaria em 1999 deveria ser claramente definido “indicando os papéis complementares das ciências da natureza, sociais e humanas”³⁶ (UNESCO, 1997, p.22); o item 30 reafirma a adesão à *Declaração Universal dos Direitos Humanos* e necessidade de respeito ao pluralismo e diversidade cultural na implementação do projeto de “ética universal” contribuindo para reforçar o diálogo entre culturas; o item 31 destaca a importância da educação em filosofia, recomendando que as atividades destinadas a melhorar os currículos de filosofia em todos os níveis de ensino sejam reforçadas através da criação de cadeiras de filosofia da UNESCO, particularmente nos países em desenvolvimento, bem como, o desenvolvimento de redes para a educação em filosofia³⁷ (UNESCO, 1997, p. 23-24); o item 26 enfatiza a Ética do Conhecimento Científico e Tecnologia e recomenda a associação com *International Council of Philosophy and Human Sciences* (ICPHS), *International Council of Social Sciences* (ICSS) e *Scientific Unions* (ICSU); e conclui no item 35 defendendo instrumentos que aumentem a visibilidade e as atividades da UNESCO nas áreas social e humana, incluindo direitos humanos, filosofia e ética.

As diretrizes para a educação em ciências globalizada do século XXI previstas na *Declaração de Budapeste e Santo Domingo* da UNESCO dispõem que cada país a adotará segundo as suas normas, cultura e saberes locais, o que no caso do Brasil implica em primeiramente aprofundar e aprimorar os conhecimentos e as análises dos debates sobre as construções histórico-sociais da ciência, o que representaria um importante passo para os estudos da complexa interação entre ciência, tecnologia e sociedade.

A perspectiva global para os rumos da ciência com ênfase numa visão complexa cujo ponto de partida é a complementaridade entre as ciências da natureza e as ciências humanas e sociais, em certa medida, em termos de políticas públicas educacionais foi então adotada também no Brasil, isto é, numa perspectiva local, que vem a cada dia se distanciando da proposta da UNESCO, sobretudo com a Reforma do Ensino Médio e a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) advindas com a Lei 13.415/2017.

³⁵ Esse documento está disponível no livro - Arquivos da UNESCO 151 Executive Board, 1997. Vol. CCXV. 151ª. Session, II. Acessado no arquivo da sede da UNESCO em Paris em dez.2018.

³⁶ “*Considers that the objectives of the World Science Conference to be held in 1999 should be more clearly defined, indicating the complementary roles of the natural and the social and human sciences [...]*” (UNESCO,1997, p.22).

³⁷ “*Reaffirms the importance of philosophy education and recommends that the activities aimed at improving philosophy curricula at all levels of education be reinforced, as appropriate through the creation of Unesco chairs in philosophy, particularly in developing countries, and the development of networks for philosophy education*” (UNESCO, 1997, p.23-24).

1.4.1 Panorama brasileiro das políticas públicas de Ensino de Ciências

Na esteira do que propõe a UNESCO e convergindo para as discussões entre especialistas da área, as *Orientações Curriculares para o Ensino Médio e Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*, ambas na área de *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*³⁸, dispõem que a escola, ao definir seu projeto pedagógico, deve propiciar condições para que o estudante além dos fundamentos básicos da investigação científica, reconheça a “ciência como uma atividade humana em constante transformação, fruto da conjunção de fatores históricos, sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos”³⁹. A orientação curricular enfatiza a viabilidade do uso da “história da ciência” como forma de tornar mais interessante seu aprendizado, visto que ao aproximar os “aspectos científicos dos acontecimentos históricos, possibilita a visão da ciência como uma construção humana”⁴⁰, assim como, da “filosofia da ciência”, que teria maior relevância para o professor ao compreender a concepção de ciência, o que acabaria por refletir na sua abordagem em sala de aula⁴¹.

Quanto à “contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e, o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo” (BRASIL/MEC, 2010).

Utilizando como referência o ensino de física, as *Orientações Curriculares para o Ensino Médio* dispõem:

Como afirmado anteriormente, os conteúdos ensinados na escola constituem um novo saber, deslocado de sua origem. Um tratamento didático apropriado é a utilização da história e da filosofia da ciência para contextualizar o problema, sua origem e as tentativas de solução que levaram à proposição de modelos teóricos, a fim de que o aluno tenha noção de que houve um caminho percorrido para se chegar a esse saber. Há, então, uma contextualização, que é própria do processo do ensino na escola (BRASIL/MEC, 2006, p. 50). (grifamos).

Esse documento refere-se ao uso da história da ciência como essencial para enriquecer o ensino de Física e tornar mais interessante seu aprendizado, visto que, aproxima os aspectos

³⁸ A proposta mais geral de aproximação entre as ciências da natureza e humanas prevista nas orientações curriculares e nos parâmetros, *s.m.j.*, conflitam com as propostas contidas na BNCC. O art. 12. da Lei 13.415/2017 prevê que o processo de implementação da BNCC se iniciará a partir do segundo ano letivo subsequente à data de homologação da BNCC, sendo que a 3ª versão foi homologada em dezembro de 2018. Destaque-se que a BNCC possui caráter normativo e em decorrência disto, as suas previsões têm que ser contempladas no momento de elaboração dos currículos.

³⁹ *Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso: 06 set.2015.

⁴⁰ *Ibidem*, p. 64.

⁴¹ *Ibidem*, p. 65.

científicos dos acontecimentos históricos possibilitando a visão da ciência como uma construção humana, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de determinada época (BRASIL/MEC, 2006, p.64), enquanto a filosofia da ciência tem maior importância para o professor, isto é, na construção de sua concepção de ciência impactando no momento de abordagem em sala de aula (BRASIL/MEC, 2006, p.65).

Contudo, a atual política brasileira tem impactado a educação e a ciência, sobrepondo políticas de governo às políticas de Estado estabelecidas. A aprovação da Lei 13.415/17 conhecida como a “Reforma do Ensino Médio” revoga expressamente alguns artigos da LDB conflitando com a implementação dos parâmetros globais e orientações locais por incompatibilidade com as normas vigentes, uma vez que de acordo com a nova lei os estudos de história não são obrigatórios no Ensino Médio, e nem mesmo o serão, no momento da elaboração da Base Nacional Curricular Comum – BNCC⁴². Há um conflito entre o global e o local que geram impactos no ensino de ciências.

Ainda quanto ao Ensino Médio que de acordo com a previsão constitucional do art. 208 inc. I § 1º é um direito público subjetivo, isto é, obrigatório, gratuito e de qualidade e em que pese o seu *status* constitucional, apresenta os piores índices da Educação Básica e a maior evasão de acordo com o IDEB⁴³ - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica e os dados do INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira⁴⁴. A Lei de Diretrizes e Bases – LDB Lei 9394/96, dispõe em seu art. 35 e incisos, que o Ensino Médio é a etapa em que os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental são aprofundados e consolidados, bem como, é também o momento de dar maior ênfase à preparação para o trabalho e cidadania, aprimorando-o como pessoa humana, “incluindo a formação ética, autonomia intelectual e o pensamento crítico” e, que tem por finalidade “a

⁴² A Lei 13.415/17 alterou o art. 35 da LDB para acrescentar o seguinte: “Art. 35-A: A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento: [...] § 2º A Base Nacional Comum Curricular referente ao ensino médio incluirá obrigatoriamente estudos e práticas de educação física, arte, sociologia e filosofia”. BRASIL, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm#art3. Acesso: 23 mar.2018.

⁴³ O IDEB observado para o Ensino Médio em 2017 ficou em 3.8 contra 4.7 que seria o resultado esperado e os resultados observados de 5.8 para os anos iniciais do Ensino Fundamental e de 4.7 nos anos finais do Ensino Fundamental. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/resultado/resultadoBrasil.seam?cid=9555136>. Acesso: 15 set.2019.

⁴⁴ “A taxa de evasão no último segmento do ensino fundamental caiu de 5% para 4,3%, na transição dos anos 2016 e 2017. Para o mesmo período, no ensino médio passou de 11,1% para 9,1%. Nos anos iniciais do ensino fundamental, a taxa de repetência passou de 7,4% em 2014 para 7,1% em 2016 e a evasão escolar caiu 0,1%, atingindo 1,5% em 2016”. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/indicadores-de-fluxo-escolar-apontam-queda-na-evasao-para-ensino-fundamental-e-medio/21206. Acesso: 20 dez.2019.

compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996).

Com o advento da Lei 13.415/17, denominada Reforma do Ensino Médio, alguns artigos da LDB foram alterados, dentre eles, o art. 36 que prevê que o “currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos” (BRASIL, 2017), sendo as “ciências da natureza e suas tecnologias” (art. 36 inc. III) um desses itinerários, não obrigatórios⁴⁵, que comporá a “oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino” (BRASIL, 2017). Também a história como detentora de relevante papel para a ciência, conforme já visto, está inserida nos itinerários formativos, portanto, não é obrigatória, consoante previsão contida no art. 36, IV que trata das “ciências humanas e sociais aplicadas”.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) homologada pelo Ministro da Educação Rossieli Soares em 14 de dezembro de 2018 (em sua 3ª. versão) é um documento normativo, portanto, de cumprimento obrigatório que “define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (BRASIL, 2018), com principal objetivo de balizar a qualidade da educação em todo país, a partir de um patamar comum de aprendizagem e desenvolvimento.

Prosseguindo a abordagem, quanto ao ensino médio, ainda que, as ciências da natureza objeto do ensino de ciências, e, as ciências humanas responsáveis pelo relevante papel de compreensão da NDC não sejam disciplinas obrigatórias por integrarem itinerários formativos (cabe à escola incluí-los no currículo), é importante destacar o que dispõe a BNCC sobre ambos. A BNCC propõe que os estudantes do ensino médio “possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente” (BRASIL, 2018, p. 470)⁴⁶. Ao tratar das ciências da natureza e suas tecnologias (biologia, física e química) no item 5.3 da BNCC que trata do objetivo geral deste itinerário dispõe:

⁴⁵ “Art. 35-A [...] § 3º O ensino da língua portuguesa e da matemática será obrigatório nos três anos do ensino médio [...] § 4º Os currículos do ensino médio incluirão, obrigatoriamente, o estudo da língua inglesa [...]”. BRASIL, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm#art3. Acesso: 23 mar.2018.

⁴⁶BRASIL, BNCC, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf Acesso: 14 jan.2019. Documento homologado pela Portaria nº 1.570, publicada no D.O.U. 21/12/2017, Seção 1, Pág. 146.

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza. (BRASIL, 2018, p.537).

Dispondo ainda como competências específicas que os alunos do ensino médio devem adquirir:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos [...] **2.** Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida [...] e fundamentar decisões éticas e responsáveis. **3.** Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções [...].(BRASIL, 2018, p. 539). (Grifamos).

Além disso, a BNCC propõe que as ciências da natureza e suas tecnologias possibilitem aos estudantes ampliar as suas “habilidades investigativas apoiando-se em análises quantitativas e na avaliação e na comparação de modelos explicativos”, de maneira a permitir a comunicação com diversos públicos e utilizar diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), os conhecimentos produzidos e propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e responsáveis.

A postura mundial para as ciências em que se propõe uma “cultura universal da ciência” concebida como uma ação humana, em que precisa desenvolver-se e transformar em “ciência para todos”, predominando o estímulo à criação científica e conduzindo a um desenvolvimento humano sustentável na "sociedade do conhecimento” quando somente então estará apta a transformar a “produção endógena de conhecimento numa plataforma para o desenvolvimento e, desse modo, numa atividade socialmente valorizada” (UNESCO, 2005), ao lado da literatura especializada do ensino de ciências, preveem perspectivas voltadas para um ensino de ciências de viés compreensivo e crítico, que de certa forma, encontrava amparo nas Orientações e Parâmetros Curriculares.

Todavia, na BNCC, em especial quanto ao ensino médio, percebe-se um retrocesso e um descompasso em relação à proposta dos especialistas e à previsão da UNESCO. A começar pela não obrigatoriedade do itinerário formativo das ciências da natureza, o que implica em reconhecer que nem todas as escolas brasileiras disponibilizarão esse itinerário aos seus alunos, de maneira que tende a reduzir o número de alunos interessados no ensino de ciências da natureza. Também a previsão explícita contida nas *Orientações e Parâmetros*

Curriculares, no sentido de que esses estudantes tivessem disciplinas como história e filosofia da ciência, já não integram mais a nova BNCC, prevendo apenas, de maneira generalizada que as ciências da natureza tenham uma base de conhecimentos contextualizada, que possuam interação com as demais áreas do conhecimento com o objetivo de favorecer discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às ciências da natureza, destacando que, se a escola não disponibilizar o itinerário formativo em ciências humanas esse diálogo estará prejudicado.

Por fim, a BNCC parece estar no contrafluxo dos avanços que a pesquisa na área de ensino de ciências, história e filosofia da ciência conquistaram face ao aparente retorno à perspectiva “internalista”, na qual são considerados os aspectos internos de funcionamento das leis e teorias científicas, como a análise de fenômenos naturais e mesmo que disponha sobre a análise de situações-problema do conhecimento científico e suas implicações no mundo, a ressalva é que o faça em busca de soluções, mas utilizando procedimentos e linguagens próprios das ciências da natureza.

É certo que a BNCC representa apenas a base, isto é, regula as diretrizes para que cada rede de ensino e escola possa elaborar os seus currículos⁴⁷ de forma a atender as especificidades locais. Todavia, ela possui “caráter normativo” (BRASIL, 2018, p.7) do qual decorre a obrigatoriedade em executá-la de acordo com as previsões nela contidas, e segundo o art. 26, § 10 da Lei 13.415/17 a “inclusão de novos componentes curriculares de caráter obrigatório na Base Nacional Comum Curricular dependerá de aprovação do Conselho Nacional de Educação e de homologação pelo Ministro de Estado da Educação”.

Com isso, o que vemos é que todas as alterações nos futuros currículos decorrerão da BNCC, inclusive de cursos superiores e dela não podendo se distanciar no sentido de incluir novos componentes obrigatórios, o que gerará uma desigualdade de conteúdos entre as escolas, já que a BNCC se distanciou da proposta de Educação para o século XXI e dos estudos especializados da área que priorizam a compreensão da NDC. Alterado pela Lei que trata da Reforma do Ensino Médio, o art. 62 da LDB passou a vigorar com a seguinte redação:

⁴⁷“Art. 26. Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos” (BRASIL, 2017).

Art. 62. A formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura plena, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nos cinco primeiros anos do ensino fundamental, a oferecida em nível médio, na modalidade normal.

[...]

§ 8º Os currículos dos cursos de formação de docentes terão por referência a Base Nacional Comum Curricular. (BRASIL/MEC, 1996). (Grifamos).

Dessa forma, a nova proposta da BNCC, que mais se aproxima de uma perspectiva “internalista” de ciência, e de acordo com o § 8º do art. 62 da LDB (nova redação dada pela Lei 13.415/17), afeta também a formação dos professores que irão atuar na educação básica já que também a terão como referência.

Tanto em escala global quanto local, seja na perspectiva da literatura especializada ou em termos de políticas públicas, inferimos inicialmente um destaque para o papel das ciências humanas na definição do lugar ocupado pela ciência e dos seus impactos sociais, com ênfase na inclusão das disciplinas história da ciência e filosofia da ciência nos currículos de ensino de ciências. De outro lado, com a aprovação da BNCC percebemos um distanciamento dessa proposta inicial, com uma conseqüente reaproximação da perspectiva internalista da ciência.

1.4.2 Situação da Educação Superior como espaço de formação para mudança do ensino de ciências e educação científica

No Brasil, o novo *Plano Nacional de Educação* (PNE) aprovado pela Lei 13.005/14 estabelece como meta e estratégia: “mapear a demanda e fomentar a oferta de formação de pessoal de nível superior, destacadamente a que se refere à formação nas áreas de ciências e matemática [...]” (BRASIL, 2014), ou seja, a formação de professores em nível superior se dará nos cursos de pedagogia e das respectivas licenciaturas em física, química, biologia e matemática.

Como vimos, o § 8º do art. 62 da LDB (redação dada pela Lei 13.415/17) dispõe que os currículos dos cursos de formação de docentes terão por referência a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que por sua vez se distancia da proposta de uma educação científica ou ensino de ciências com um viés “interdisciplinar” com destaque para o diálogo com as ciências humanas, em especial, considerando a história e a filosofia da ciência. Todavia, como a BNCC ainda em fase de implementação e a literatura especializada, assim como, os documentos internacionais que estão avançados na defesa deste diálogo, isto é, conforme proposto pela UNESCO e desde 2006 nas *Orientações Curriculares para o Ensino Médio e Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais* que estabelecem que o projeto pedagógico, deve propiciar condições para que o estudante

além dos fundamentos básicos da investigação científica reconheça a “ciência como uma atividade humana em constante transformação, fruto da conjunção de fatores históricos, sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos” (BRASIL/MEC, 2006), há no mínimo, mais de uma década esse projeto de educação científica já deveria ter sido incorporado aos projetos pedagógicos e currículos nas Universidades com vistas à formação de professores.

Realizamos um levantamento por amostragem de universidades federais em todo país que poderiam desde o início deste século ter incorporado em seu currículo disciplinas e/ou discussões com o objetivo de propiciar formação de professores que fossem capazes de levar à educação básica uma ciência menos dogmática, mais compreensiva e menos explicativa, com menos reprodução de fórmulas e teorias face ao contato com outras disciplinas, em especial, história, filosofia e sociologia da ciência que possibilitem a este futuro professor reflexões críticas acerca da ciência. No momento da abordagem analítica do apêndice A, veremos a relevância do Ensino Superior para as mudanças indispensáveis à Educação Básica, em especial, científica.

1.5 Abordagem Metodológica

Esta seção destina-se à apresentação do delineamento da pesquisa, das decisões e percursos seguidos, métodos, técnicas e teorias utilizadas com o objetivo de investigar e **compreender o papel da história para a ciência e educação científica** a partir da seguinte questão de pesquisa: **a história da ciência utilizada como ferramenta didático-pedagógica contempla a busca por uma adequada compreensão da NDC e modifica a “imagem de ciência” dominante?** Ao revisitar os autores verificamos que junto com o papel da história eles defendem a importância da compreensão da NDC para o ensino de ciências, todavia as discussões em torno desse conceito são substanciais para a modificação da concepção de ciências ou imagem de ciência, rompendo com a imagem dominante, mas da forma como vem sendo tratada, possui o potencial de substituí-la por outra imagem igualmente dogmática, capaz de contribuir para uma nova visão de ciência, parcial e deformada.

O que se propõe é a compreensão do que é a ciência, qual é a sua natureza, como é representada e como funciona no tempo, visto que é dinâmica, por isso em movimento e não apenas como substituição de um modelo de ciência por outro, daí acreditarmos que a história possui papel fundamental para a compreensão da NDC e para a educação científica.

Desse problema e seus desdobramentos revela-se algumas hipóteses, sendo a mais relevante a que pode colocar fim à celeuma entre os autores que discutem o conceito de NDC, visto que é preciso analisar e compreendê-la de uma perspectiva histórica, que conceba a história como disciplina portadora de escopo teórico e metodológico a ser observado no momento de análise e compreensão da NDC.

A própria história da ciência não nos contempla com metodologias, bem como, em boa parte as suas discussões não dialogam com aquelas desenvolvidas pela história, desprezando conceitos, teorias, metodologias e correntes historiográficas, o que remete à segunda hipótese, de que ao compreender a articulação temporal passado/presente/futuro a partir dos pressupostos conceituais da história em diálogo com a história da ciência, podem demonstrar a existência da **historicidade da ciência** na qual a história apresenta-se como constitutiva da ciência, com a presença da ontologia no aspecto epistemológico, tendo, além disso, a dinamicidade, a incompletude e a abertura no tempo como características capazes de contribuir para o surgimento de uma nova imagem de ciência com impactos na educação científica.

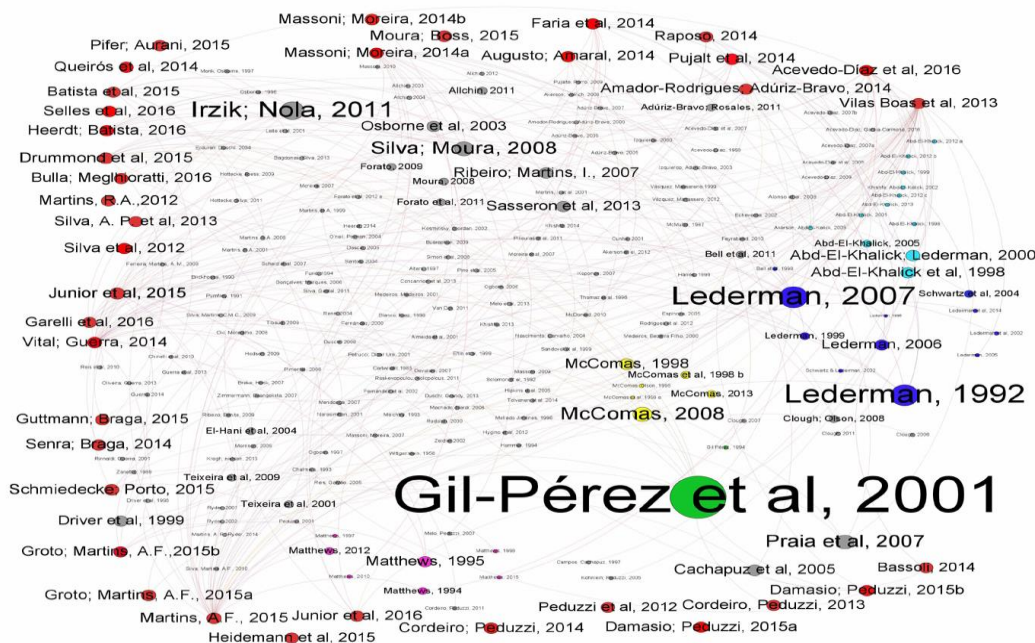
A metodologia consiste na **análise bibliográfica** por meio de **pesquisa exploratória** com levantamento de referências teóricas e pesquisa e análise documental que conduziram à problemática, para a qual utilizamos a **análise explicativa** com base em **abordagem qualitativa complexa**, claro que, cientes dos limites deste tipo de abordagem ante a impossibilidade de dar conta da totalidade do objeto estudado. Com a realização da pesquisa exploratória de documentos, levantamento de dados, normas legais e bibliografia de autores que destacam a importância da compreensão da NDC e o papel da história para a educação científica com vistas à demarcação do conceito e compreensão em sua **integridade** ou **inteireza**, tornou-se necessária, que na análise explicativa se realizasse a demarcação de alguns conceitos, em especial o de campo científico da história da ciência, bem como o de historicidade, imagem de ciência, dimensão histórica e educação científica.

Os autores referência destacados para a discussão acerca da relação entre a NDC e educação científica foram citados na revisão bibliográfica *The Nature of Science Education: A bibliography* (BELL *et. al.*, 2001) realizada por especialistas internacionais que estudam o assunto desde a década de 1990, sendo que esses autores foram referenciados também em revisão bibliográfica por Moura (2014) no Brasil.

Alcantara e Braga (2017) desenvolveram uma rede a partir do programa GEPHI em que selecionaram como base de dados os periódicos: *Ciência & Educação* (C&E), *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Ensaio), *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*

(CBEF), *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências* (RBPE), *Revista Investigações em Ensino de Ciências* (IENCI), *Revista Brasileira de Ensino de Física* (RBEF) na figura abaixo:

Figura 1 - Rede de publicações e referências.



Fonte: ALCANTARA e BRAGA, p.3647, 2017. Rede organizada pelos próprios autores a partir do programa Gephi (0.8.2).

A análise dos resultados conduziu à seguinte conclusão:

1. O artigo mais citado como referência (encontrado em treze trabalhos) foi “Para uma imagem não deformada do trabalho científico” de Daniel Gil Pérez, Isabel Fernández Montoro, Jaime Carrascosa Alís, António Cachapuz e João Praia. Publicado na revista *Ciência & Educação* no ano de 2001.
2. O pesquisador com mais trabalhos citados dentre os 37 artigos foi Fouad Abd-El-Khalick, do *College of Education da University of Illinois* em Urbana-Champaign, com 14 trabalhos citados. Totalizando 18 citações.
3. O segundo pesquisador com mais trabalhos citados é Norman G. Lederman do *Illinois Institute of Technology*. Levando em consideração todos os 13 trabalhos, podemos identificar 26 casos de citações aos trabalhos do pesquisador.
4. O conjunto de autores que defendem a chamada Visão Consensual da Natureza da Ciência é o de maior influência sobre os trabalhos brasileiros fato que fica claramente exposto quando olhamos as conclusões 2 e 3. (ALCANTARA; BRAGA, p.3647, 2017). (Grifamos).

Dezito dos autores nacionais e internacionais que compõem a nossa revisão bibliográfica compõem os resultados encontrados por Alcantara e Braga (2017). Assim, os artigos e teses selecionados para fundamentar esta pesquisa contemplam a discussão atual sobre NDC e educação científica, considerando autores que dialogam entre si, que são mais citados, bem como, aqueles que apresentaram um refinamento das discussões quanto ao tema.

Assim, devido à complexidade do tema e aos diversos caminhos a serem percorridos para realização da investigação optamos por trabalhar com **três conceitos centrais**

condutores dessa pesquisa, a partir dos quais abordaremos diversos outros conceitos e problemas a eles correlatos, sendo: **(i) Natureza da Ciência (ii) Dimensão histórica da ciência; (iii) Educação científica**. Esses conceitos centrais abrigam conceitos complexos como: “historicidade da ciência” que será desenvolvido a partir da “analítica da historicidade da ciência”, “multiplicidade temporal”, “complexo multidimensional da ciência”, “imagem-concepção de ciência”, “integridade da ciência” e “cultura científica”, que serão desenvolvidos ao longo da pesquisa.

Quanto aos documentos, notadamente, as normas legais nacionais e internacionais foram referidos pelos autores, e, os levantamentos de dados empíricos decorreram de uma necessidade de análise da situação atual do problema, especialmente, no tocante às ementas dos cursos de licenciatura em ciências da natureza e formação de professores.

Realizada a pesquisa exploratória de documentos, levantamento de dados, normas legais e de bibliografia de autores que destacam a importância da compreensão da NDC para a educação científica, para a análise explicativa, faremos uma abordagem qualitativa a partir de conceitos com o referencial teórico norteador da discussão.

Ante a complexidade da pesquisa, a metodologia não se desenvolve de maneira linear, mas ao contrário, complexa, desenvolve-se de modo a ampliar a construção de novos conhecimentos de forma interconectada, crítico-reflexiva, aberta e interdisciplinar. Desta forma, como balizas metodológicas norteadoras, faremos uma leitura analítica não exaustiva de autores-referência em cada um dos conceitos apresentados, respeitando os limites conceituais de cada uma delas, articulando-os de forma dialógica e complexa. Os conceitos definirão o recorte temporal da análise bibliográfica, flexibilizando os limites cronológicos dentro do largo espectro da ciência moderna.

Essa investigação se dá de uma **perspectiva dialógico-relacional**, uma vez, que considera eixos teóricos das áreas da filosofia, filosofia da ciência, história, história da ciência, historiografia, historiografia da ciência e educação, que vistos em complexidade apontam para o **método de análise hermenêutico** com a demonstração de resultados através de casos exemplificativos e possibilidades de operacionalização que permitirão concluir acerca do papel da história para compreensão da NDC e atuar como elemento de transformação da “imagem de ciência” e da educação científica, e com isso, avaliar se a inobservância da demarcação conceitual pode gerar análises e resultados distorcidos e conclusões teóricas, metodológicas e pedagógicas equivocadas.

Por fim, esse trabalho possui caráter de **pesquisa básica** face ao recorte fundado em princípios conceituais para reflexão do campo da história e história da ciência, com vistas a

subsidiar professores e estudiosos do campo científico a desenvolver aplicações práticas futuras de acordo com as especificidades de suas respectivas áreas, sem pretensão de servir de modelo, mas sim, atuar como ponto de partida para novos debates e reflexões para a consolidação do campo científico da história e historiografia da ciência em diálogo com a história e historiografia, podendo se tornar objeto de pesquisa e referencial para intervenções didático-pedagógicas para alunos da educação básica e ensino superior.

CAPÍTULO II

2 PERSPECTIVAS EPISTEMOLÓGICAS DA NATUREZA DA CIÊNCIA

Compreender a NDC impacta diretamente a educação científica, todavia, concebê-la de maneira reducionista ou parcial sem investigá-la em sua complexidade, integridade e inteireza possível mutila o conhecimento científico, ou seja, a própria NDC inviabiliza entender o seu funcionamento e desenvolvimento das diversas visões e paradigmas científicos se não for bem compreendida.

As concepções de NDC apontadas pelos autores que defendem a sua compreensão como fundamental para a educação científica, dentre as quais: a “visão consensual”, “semelhança de família” e “ciência integral” (ver capítulo I), representam uma tentativa de uniformizar os entendimentos, que por mais que destaquem a dinamicidade e complexidade, conhecer a NDC não pode se dar por meio dos resultados encontrados, mas o caminho é possibilitar o conhecimento do processo, identificar a complexidade da trajetória, a multiplicidade temporal e epistemológica e suas tensões.

Entretanto, há uma questão que precede o debate relacional entre a NDC e educação científica. Antes, como elemento desencadeador para os debates que se seguem, é inevitável realizar a demarcação do conceito de NDC e destacar a abordagem de algumas das múltiplas concepções epistemológicas que, certamente, encontram-se imbricadas ao conceito de NDC, para então compreender o *que é*, para ao final compreender *qual é* (ou “qual deveria ser”) a NDC contemporânea reconstruindo-a a partir das veredas da dimensão histórica.

Martins (1999) ao analisar a NDC no artigo *O que é a Natureza da Ciência do Ponto de Vista da Epistemologia?* elenca algumas questões que denomina de “classificação de problemas” e assume que a NDC pode ser respondida de vários pontos de vista:

- a) “O que é a ciência?” Pode ser uma pergunta sobre uma *questão de fato* (questão empírica), equivalente a perguntarmos: “o que tem sido a ciência?”
- b) “O que é a ciência?” Pode ser uma pergunta de natureza *normativa* (questão axiológica), equivalente a perguntarmos: “o que deveria ser a ciência?”
- c) “O que é a ciência?” Pode ser uma pergunta sobre o *modo como se define um termo* (questão analítica), equivalente a perguntarmos: “O que poderia ser a ciência? O que não poderia ser a ciência?” (MARTINS, 1999, p.6).

Adotamos a classificação feita por Martins (1999) como referência para a estrutura do capítulo. Invertendo a ordem proposta por ele para atender aquela que imprimiremos a este trabalho, começaremos pelo **ponto de vista analítico**: “O que poderia ser a ciência? O que não poderia ser a ciência?”. Esse problema parte do pressuposto que é possível conceber a existência de “vários tipos de conceito de ciência”, que deve observar determinados aspectos:

(i) os conceitos que já existiram, isto é, como a ciência foi concebida nas variadas épocas; (ii) que o conceito de ciência não pode ser arbitrário, devendo possuir os critérios de adequação de acordo com a época; (iii) e que o conceito deve considerar qual é o conhecimento possível.

Do **ponto de vista empírico**, analisar “o que tem sido a ciência”, corresponde dizer que a análise deve ser fática e limitada à investigação do que tem sido chamado de ciência ao longo do tempo, ou seja, analisá-la a partir da historicidade, significa que as respostas serão múltiplas.

O **ponto de vista axiológico** sobre “o que deveria ser a ciência?” não corresponde ao “*o que e como*” foi a ciência ao longo da história, ou seja, a resposta não está baseada em fatos, mas na avaliação e no julgamento de valores “internos” e/ou “externos” à ciência, que impactam na NDC e por conseguinte na Educação científica.

Fixadas as bases de análise para *o que é* a NDC, a demarcação do conceito do ponto de vista analítico com o objetivo de identificar o que poderia ou não poderia ser a ciência (o que) se faz essencial para, na sequência, do ponto de vista empírico, analisarmos o que tem sido a ciência (como) por meio das diversas epistemologias, para então, se chegar ao que é a NDC atuando como base para o desenvolvimento do “que deveria ser a ciência” (Capítulo IV), nesta pesquisa, repensada a partir da dimensão histórica.

2.1 Demarcando a Natureza da Ciência

De acordo com Chauí (2010) “Sócrates fez a filosofia voltar-se para a capacidade de conhecer e indagar quais são as causas das ilusões, do erro, do falso e da mentira”. Para Platão e Aristóteles, a primeira virtude do filósofo é admirar-se, ser capaz de surpreender-se com o óbvio e questionar as verdades dadas, problematizando-as. Um dos objetivos do conhecer é a busca da verdade que para os gregos era em si real, *aletheia* (descoberto), que em Sócrates se deu através do uso da *maiêutica*, em Platão com a *dialética* e em Aristóteles com a *lógica* ou *analítica*.

Platão propõe quatro graus de conhecimento em que o conhecimento inferior é substituído pelo superior, sendo os dois primeiros a “crença”, que é a confiança no conhecimento sensorial e a “opinião”, a aceitação do que nos ensinaram sobre as coisas ou o que dela se pensa ilusórios, e por isso, devem ser afastados para se conhecer a verdade. Os demais são: o “raciocínio” que se realiza de maneira perfeita na matemática; e a “intuição intelectual”, etapa em que se conhece a essência das coisas, denominada por Platão como ideia (CHAUÍ, 2010, p 40).

Desde os gregos já se fazia distinção entre a opinião e o conhecimento verdadeiro. A *doxa* (δόξα) que é a crença comum ou opinião popular e se opõe ao saber “verdadeiro” que seria a *episteme* (ἐπιστήμη) grega. A *doxa* era utilizada pelos retóricos gregos como ferramenta para formar seus argumentos através de opiniões comuns, possui mais facilidade de tornar-se dogmática, por ser uma crença inabalável, na qual não cabe a dúvida.

Com o objetivo de definir o que é o conhecimento, Platão na obra *Teeteto*, descreve um diálogo entre Sócrates e o matemático *Teeteto*, em que Sócrates pretende que o seu interlocutor contemple as diversas formas de conhecimento com uma única definição. Tal intento não foi alcançado tendo em vista que a resposta de *Teeteto* se restringiu apenas a sua visão de mundo pautada na experiência sensível, no conhecimento que se desvela e é evidente, levando Sócrates a demonstrar-lhe que sua resposta não contemplava os diversos tipos de conhecimento, a exemplo daquele proveniente do mundo das ideias que não é perceptível aos sentidos. Nesse diálogo percebemos a distinção entre conhecimento sensível e conhecimento intelectual, cujos principais fundamentos viriam a respaldar duas das principais epistemologias desenvolvidas na modernidade - o empirismo e o racionalismo.

Há um ponto de virada entre os filósofos gregos e os filósofos modernos que caracterizaria uma ruptura no pensamento e inauguraria um novo tipo de conhecimento, o científico, cuja “teoria do conhecimento” surgiu na modernidade a partir do século XVII, com Francis Bacon e René Descartes, tornando-se uma disciplina fundamental da filosofia. Com os modernos, o problema do conhecimento tem como ponto de partida o “sujeito do conhecimento” cuja investigação se dá acerca da capacidade humana de conhecer, permitindo ao homem não somente conhecer o mundo, mas dominá-lo e transformá-lo.

A questão do conhecimento é central nas duas filosofias (clássica e moderna), assim como a questão da verdade. No entanto, enquanto para os filósofos gregos, a verdade (*aletheia*) era concebida como “presença do Ser à nossa experiência sensível e/ou ao puro pensamento” (CHAUÍ, 2010, p. 163) cujo questionamento se dava sobre a existência do erro ou da ilusão, com os filósofos modernos a situação se inverte, o questionamento passa a incidir sobre a possibilidade de conhecer a verdade (*veritas*) buscando compreender e explicar como as nossas ideias correspondem ao “mundo real”.

De outro lado, a ciência (*scientia*) refere-se ao conhecimento sistemático, ordenado, baseado em investigações metódicas a partir de uma teoria. De acordo com Gilles-Gaston Granger a “ciência é uma forma sistematicamente organizada do pensamento objetivo.” (GASTON-GRANGER *apud* CHAUÍ, 2010, p. 275). Contrária ao senso comum que se fundamenta em crenças, hábitos e tradições, a ciência desconfia da veracidade das certezas e

da ausência de crítica. Onde “no senso comum vemos fatos e acontecimentos, a atitude científica vê problemas e obstáculos, aparências que precisam ser explicadas [...]” (CHAUI, 2010, p.274).

A determinação do objeto específico de investigação e do método, juntos, foram os responsáveis pelo controle do conhecimento científico a partir do século XVII a partir do empirismo baconiano, o cartesianismo ou a revolução científica consolidada por Galileu Galilei. Entretanto, ao longo desses quatro séculos, o conhecimento científico, filosófico e histórico acerca da ciência se desenvolveu, impactando na concepção de ciência, de modo a modificar a NDC conforme o tempo-espaço e as variações das teorias e metodologias resultantes de investigações científicas e filosóficas.

Até o século XVII, marco da ciência Moderna, o conhecimento e a ciência passaram pela *episteme* grega de Aristóteles, que com seu método dedutivo buscava o acesso à verdade através da observação da natureza e contemplação do universo, dividido em “mundo sublunar” das imperfeições e “mundo supralunar” da lua e de seus astros, detentores de movimentos perfeitos e circulares. Passou também pela patrística e escolástica durante a Idade Média, caracterizadas pela imprecisão dos resultados, e, ainda, pela *tékne*, que consistia na realização do ofício sem uma teoria correspondente. Há variadas formas de conhecimento, sendo a ciência apenas uma delas, mas, todas possuem uma Natureza que lhes são imanentes.

Demarcada a ciência da qual estamos tratando - que é a ciência moderna - passemos à análise do conceito. Importante destacar que a expressão “natureza da ciência” é mais utilizada nos países anglófonos, bem como, pelos espanhóis, portugueses e brasileiros. Franceses e alguns canadenses de influência francófona preferem o termo “*epistemologia*”⁴⁸, cuja base conceitual não se distancia muito do conceito de NDC, sendo que, o que há de comum nos dois casos, é que compreender a NDC ou Epistemologia é essencial para a Educação científica.

No entanto, os autores que investigam o papel da compreensão da NDC para educação científica, em sua maioria, conceituam a NDC a partir de uma visão parcial do conceito de ciência, com clara adesão à “visão consensual” da ciência, sem enfatizar aspectos filosóficos e epistemológicos.

⁴⁸ O termo epistemologia (*epistémologie*) foi utilizado como substituto de “filosofia da ciência” por Émile Meyerson em 1908 no livro *Identité et Réalité*. Em 1928 Gaston Bachelard, leitor de Meyerson, publicaria a sua tese *Essai sur la connaissance approchée* defendida no ano anterior na Universidade *Sorbonne* que conforme Quillet (1977), representou o ato de nascimento da epistemologia do século XX.

McComas, Clough e Almazroa (1998) ao responderem à pergunta *What is the nature of science?* a exemplo de outros autores, entendem que ela se dá pela interação de disciplinas como história e filosofia da ciência:

A natureza da ciência é arena fértil e híbrida que combina aspectos de vários estudos sociais de ciência, incluindo a história, sociologia e filosofia da ciência combinadas com a pesquisa das ciências cognitivas, tal como a psicologia, numa rica descrição do que é a ciência, como ela funciona, como os cientistas operam como grupo social e como a própria sociedade dirige e reage aos empreendimentos científicos. A interseção dos vários estudos sociais da ciência é onde a visão mais rica da ciência é revelada [...] (MCCOMAS; CLOUGH; ALMAZROA, 1998, p.4, tradução nossa).

Esses mesmos autores prosseguem esclarecendo que para os educadores de ciências, a expressão "natureza da ciência" é utilizada para descrever a interseção de questões abordadas pela filosofia, história, sociologia e psicologia da ciência à medida que ao serem aplicadas, potencialmente, influenciam o ensino e aprendizagem de ciências.

Moura (2014), ao realizar revisão bibliográfica sobre tema, assim conceituou a NDC:

A Natureza da Ciência é entendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas (MOURA, 2014, p.32).

É lugar comum definir a NDC como detentora de um hibridismo, ou se preferir, de uma complexidade na qual combina aspectos de vários estudos sociais e políticos de ciência, bem como, da organização interna do conhecimento científico, envolvendo o método, experimento e teoria, contudo, demarcar o conceito de NDC utilizando como critério a visão consensual significa substituir a visão dogmática criticada por outra que possui a pretensão de ser verdadeira conduzindo a um novo dogmatismo.

Inicialmente, é essencial identificar que as epistemologias foram tensionadas desde a época Moderna, por isso, a importância do resgate de alguns filósofos, historiadores e cientistas com base na epistemologia que possibilita a realização de uma “análise crítica das ciências, tanto das ciências exatas quanto das naturais e humanas; avaliação dos métodos e resultados das ciências; compatibilidades e incompatibilidades entre as ciências” (CHAUÍ, 2010), que nas palavras de Oliva (2011) contemple:

[...] o domínio da filosofia que aborda a questão da natureza (o que é) do conhecimento, das fontes (onde procurá-lo) e da validação (como comprová-lo). Dispensa atenção especial aos modos – meios e procedimentos – mais seguros de conquistá-lo (OLIVA, 2011, p.3).

Ao questionar o que é a ciência ou ciências, como ela se constitui e como validá-la, surgem as linhas norteadoras para compreensão da epistemologia, que ao contrário do simplismo previsto no “*princípio de Ockham* ou *navalha de Occam*”⁴⁹, por exemplo – que aliás, se aproxima dos consensos utilizados pelos autores da área de ensino de ciências - demonstra toda a complexidade, envolvendo aspectos filosóficos, teóricos, metodológicos e também históricos. Investigar a NDC significa compreender o que é a ciência; como ela se diferencia dos outros saberes; como a ciência se constitui; quais os métodos, teorias e reflexões utilizadas; como verificar a validade de uma teoria. Uma forma de investigar qual é a NDC, é analisar a ciência e sua epistemologia em historicidade, visto que desta forma, temos uma visão do “todo” e sua complexidade.

Essa investigação toma por base a teoria do conhecimento científico, a epistemologia na forma como tem sido concebida desde a era moderna (século XVII), portanto, não estamos tratando da *epísteme* grega, da *doxa* (opinião), do senso comum (vindo com a experiência do cotidiano), do pensamento religioso (dogmático) ou quaisquer outros saberes ou conhecimentos que não pertençam à ciência, ou seja, que não estejam de acordo com os parâmetros atuais do conceito de ciência que para alguns autores, são outras formas de ciência, visto que, ocupam esferas de legitimidade epistemológicas distintas.

Demarcamos aqui, a ciência a partir do que ela não é, uma vez que defini-la dependerá da análise do conceito considerando a dimensão histórica, tomando por referência o conceito de ciência desenvolvido no dicionário filosófico de Ferrater Mora (1978), para o qual:

[...] a ciência é um modo de conhecimento que procura formular, mediante linguagens rigorosas e apropriadas—tanto quanto possível, com o auxílio da linguagem matemática—leis por meio das quais se regem os fenómenos. Estas leis são de diversas categorias. Todas têm, porém, vários elementos em comum: serem capazes de descrever séries de fenómenos; serem comprováveis por meio da observação dos factos e da experimentação; serem capazes de predizer- quer mediante predicação completa, quer mediante predicação estatística- acontecimentos futuros (FERRATER MORA, 1978, p.37).

Esse conceito de ciência estaria restrito ao empirismo, cartesianismo e positivismo lógico, exatamente o oposto daquele abordado pelos autores que debatem o papel da NDC,

⁴⁹ De acordo com esse princípio criado por Guilherme de Occam (1290-1349), entre duas teorias explicativas o cientista deve preferir a mais simples. No terceiro livro dos *Principia*, em que Newton trata do “ordenamento sistema mundo”, estabelece como Regra I que “não se deve admitir causas mais numerosas para as coisas naturais do que aquelas que são verdadeiras e são suficientes para explicar os fenômenos”. De acordo com Rossi (2001), Newton insere no coração da ciência a “navalha de Occam: *Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem* (os entes não se multiplicam além do necessário)” ou também “*Frustra fit per plura quod fieri potest per pauciora* (em vão se faz com muitas coisas, aquilo que pode ser feito com poucas)” (ROSSI, 2001, pp. 392-393).

cujo recorte faz referência a epistemologias e pensamento de autores desenvolvidos no século XX, em sua maioria, na linha de Thomas Kuhn, e deste modo, tal qual o pensamento dominante (empirismo, cartesianismo...) proporciona uma visão parcial e refere-se à ciência em sua incompletude.

Segundo Castañon (2007) uma das definições mais aceitas de Ciência Moderna foi elaborada por Ernest Nagel em *The Structure of Science* (1961), que definiu a ciência como portadora de seis características principais: i) **forma sistêmica** da organização que deve conter o edifício teórico e o conjunto de leis; ii) **definição de métodos** de investigação que estabeleçam o objeto de estudo e os fatos relevantes para estudá-lo; iii) **redução** dos fenômenos a seu nível mais profundo de fundamentação; iv) **objetividade** no sentido de ser controlável, reproduzível e intersubjetivamente observável; v) **claridade das leis** e teorias científicas, estabelecidas em linguagem clara, formalmente impecável e semanticamente unívoca e; vi) **incompletude e falibilidade**, o conhecimento científico está sempre aberto a revisões, nunca é definitivo (CASTAÑON, 2007, p.12).

Não obstante a síntese apresentada por Nagel, lembremos que este autor defende a ciência empírica (método indutivo-experimental), visto que, segundo ele, as ciências desprovidas de base empírica não possuem leis, mas apenas conclusões gerais. Seu pensamento sustenta-se também no princípio da neutralidade axiológica para ciência, na esteira do neopositivismo.

Talvez a definição de ciência proposta por Araújo (2010) seja a menos incompleta e contemple os aspectos nucleares da ciência.

A ciência é, portanto, metódica. Pretende fornecer um modelo de realidade na forma de um conjunto de enunciados que permitem obter explicações acerca de fenômenos e que são, além disto, suscetíveis de algum tipo de confirmação ou refutação, enfim, de validação (ARAÚJO, 2010, p.20).

A visão de ciência dos três autores, ainda que seus critérios demarcatórios sejam dinâmicos, ainda se apresenta de forma reducionista diante da natureza complexa da ciência. A tentativa de demarcação do conceito de ciência revela a sua natureza, que se dá conforme a visão de mundo dos cientistas e epistemólogos. Por certo as teorias, epistemologias e visões de mundo são dinâmicas, e, por isso, em constante mudança, sendo essencial conhecê-las em seu processo de desenvolvimento, tensionando-as em sua complexidade e integridade possível.

2.2 “O que tem sido a ciência?”

Como vimos, muitas foram, são e continuarão sendo as formas de conhecimento e da natureza do conhecimento científico. Nesse tópico, analisaremos a NDC de um viés empírico que equivale ao terceiro problema apresentado por Martins (1999) “o que tem sido a ciência?” ou qual é a NDC para filósofos, historiadores e cientistas, a partir da Idade Moderna.

Do **ponto de vista empírico**, analisar “o que tem sido a ciência”, corresponde a dizer que a análise deve ser fática e limitada à investigação do que tem sido chamado de ciência ao longo do tempo, que pode variar conforme os usos que se faz da dimensão histórica da ciência.

Refletir sobre a NDC considerando a dimensão histórica da ciência significa investigar correntes de pensamento, concepções de ciência, visões de mundo de cientistas e pensadores a partir do seu contexto, com o objetivo de compreender o **conceito de ciência** base de sua teoria ou pensamento (qual a definição de ciência para ele ou naquele momento); **métodos e teorias** empregados no desenvolvimento da ciência e; os **critérios de demarcação científica** que a diferencia dos demais conhecimentos. Não trataremos de critérios com busca da verdade e objetividade por entender que não compõem o núcleo dos aspectos centrais que caracterizam a ciência, visto que, esses critérios fundamentaram algumas concepções e outras não.

Para integrar a demarcação da NDC ressaltando a **complexidade e o imbricamento** com as próprias leis e teorias, procuramos identificar o pensamento de cada autor ou corrente teórica tomada como referência, o conceito de ciência, o método e teoria por ele desenvolvidos ou utilizados, bem como, os critérios de cientificidade. Destaque-se que mesmo que o objetivo da ciência seja atingir conhecimento sistemático e seguro, as questões acima foram contempladas de maneiras distintas por cada concepção de ciência.

O recorte adotado para a seleção dos pensadores e cientistas que desenvolveram a tarefa de refletir epistemologicamente sobre a ciência, repensando e questionando o estabelecido, foi trazer para o debate filósofos, historiadores e sociólogos que a partir das questões de seus respectivos campos questionaram a ciência estabelecida, e, também cientistas que desenvolveram teorias e métodos aplicando-os em suas pesquisas fornecendo um campo sistemático de conhecimento. O recorte temporal tem o seu marco no século XVII, na chamada Idade Moderna, cujo movimento observa o critério de desenvolvimento da própria ciência, que a cada mudança (descontinuidade, ruptura, mutação, revolução, não

importa o sentido) em suas teorias e métodos ou reflexões sobre eles fizeram emergir novos debates que estimularam a literatura especializada.

Iniciamos pelo físico, matemático e filósofo francês da província de Touraine, René Descartes (1596-1650) ficou conhecido como o “fundador da filosofia moderna”, por conter em suas principais obras *Discours de la Méthode* (*Discurso do Método e Meditações*) o que viria a ser as bases da ciência contemporânea. Movido pelas inquietações de seu tempo e a partir de suas experiências⁵⁰, Descartes, ávido pelo alvorecer da nova ciência, mas ao mesmo tempo cauteloso, face ao processo que Galileu respondera perante a Inquisição do Santo Ofício, escrevera *O Mundo ou Tratado da Luz*, mas não publicara em 1633, resolvendo publicar primeiro, em 1637, o *Discurso do Método - para bem conduzir a própria razão e procurar a verdade nas ciências*.

O *leitmotiv* dessa obra foi desenvolver um método que através da razão fosse capaz de auxiliá-lo a distinguir entre falso e verdadeiro, com o objetivo de, a partir da dúvida cartesiana, chegar ao conhecimento verdadeiro e indubitável, não com o objetivo de torná-lo universal de forma a ensinar o método que cada um deve seguir para bem conduzir a razão, “mas somente mostrar de que modo procurei seguir a minha”, assevera Descartes (DESCARTES, 2001, p.7).

Sustentando-se na persecução da dúvida, não a dos céticos gregos por ele contestada, mas da dúvida que o pudesse conduzir à verdade, para que aos poucos fosse se desvencilhando dos erros que o tornariam menos capaz de ouvir a razão. Descartes estabeleceu quatro “preceitos” que julgou importantes para a confiabilidade de seu método: o primeiro seria a evidência, que consiste em “não aceitar a coisa como verdadeira sem que a conhecesse evidentemente como tal” (DESCARTES, 2001, p. 23), com isso ele quer dizer que é preciso acolher somente o que surge como ideia clara e distinta; o segundo, a análise, que “significa dividir cada uma das dificuldades, em tantas quantas parcelas, fosse possível e necessário para melhor resolvê-la” (DESCARTES, 2001, p. 23); a ordem, que implica em conduzir os pensamentos por ordem, “começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de resolver” (DESCARTES, 2001, p. 23) para gradativamente passar aos compostos; a

⁵⁰ “Por isso, assim que a idade me permitiu sair da sujeição de meus preceptores, deixei completamente o estudo das letras. E, resolvendo-me não mais procurar outra ciência, além da que poderia encontrar-se em mim mesmo, ou então no grande livro do mundo, empreguei o resto da juventude em viajar, em ver cortes e exércitos, em conviver com diversas pessoas de variados temperamentos e condições, em recolher várias experiências, em experimentar-me a mim mesmo nos encontros em que o acaso me propunha, e, por toda parte, refletir sobre as coisas de um modo tal, que pudesse tirar algum proveito” (DESCARTES, 2001, p. 13).

enumeração-revisão, “em tudo fazer enumerações tão completas e revisões tão gerais” (DESCARTES, 2001, p. 23) capazes de garantir a certeza de que nada fora omitido.

Para isso, utiliza-se do recurso da “dúvida metódica”, duvida-se de tudo, desde o que pode ser apreendido pelos sentidos até a realidade do mundo exterior e do seu próprio corpo, passando pelas informações da consciência e por questões impostas pelas autoridades. O que parecia ser uma aporia, é resolvido por Descartes quando esse interrompe a cadeia de dúvidas que instalara e, diante do seu próprio ser que duvida assume a primeira certeza. Ele assevera:

Mas logo depois atentei que, enquanto queria pensar assim, que tudo era falso, era necessariamente preciso que eu, que o pensava, fosse alguma coisa. E notando que esta verdade - *penso, logo existo*⁵¹ - era tão firme e tão certa, que todas as mais extravagantes suposições dos cépticos não eram capazes de abalar, julguei podia admiti-la sem escrúpulo, como o primeiro princípio da filosofia que buscava (DESCARTES, 2001, p. 38).

Após alcançar a primeira certeza fundamental, a consciência de si mesmo como ser pensante, a reflexão de Descartes se volta para o *Cogito*⁵² e seu conteúdo, e então se questiona sobre as próprias capacidades cognoscitivas. Pensar e ser não lhe garantiam a verdade, porque o seu eu não era completamente perfeito, haja vista que conhecer era mais perfeito do que duvidar. Essa conclusão, o levou em busca de algo que fosse verdadeiramente perfeito, e, ainda que “tivesse em si todas as perfeições de que [eu] poderia ter alguma ideia, isto é, para explicar-me numa só palavra, que fosse Deus” (DESCARTES, 2001, p. 40). Eis a segunda certeza de Descartes (sendo o *eu* a primeira): a existência de Deus. O erro não vem de Deus, mas do homem, pois se dá no juízo.

Para Reale e Antiseri (2009), embora o *Cogito, ergo sum* seja o princípio teórico primeiro da dúvida cartesiana e “apesar de ser formulada como qualquer silogismo [...], tal proposição não é um raciocínio, mas uma intuição pura” (REALE; ANTISERI, 2009, p. 293). Ao definir a natureza de seu próprio ser, Descartes diz que a consciência do eu é uma *res cogitans* (existência espiritual/alma), enquanto a *res extensa* é o mundo material, incluindo o

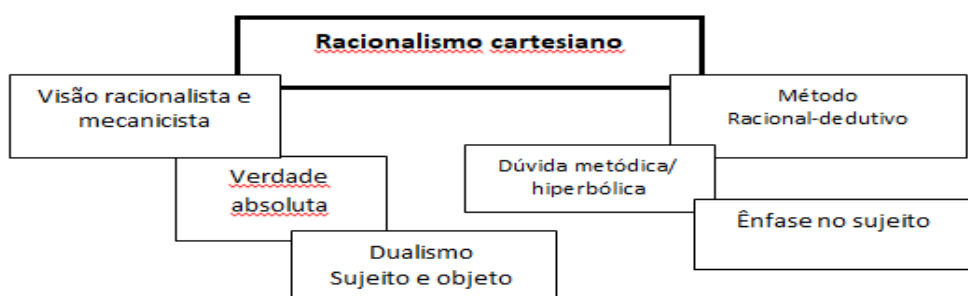
⁵¹ Em que pese a tradução para “penso, logo existo”, importante destacar que tanto em latim, *cogito, ergo sum*, quanto em francês *je suis, donc je suis* ambas significam “penso, logo sou”. A primeira escrita das obras Discurso do método e Meditações foi em francês, língua vulgar, e a segunda escrita em latim, língua utilizada nos textos eruditos da época (ver págs. 54/55 da edição do *Discours de la Méthode* publicada em 1894 – *Bibliothèque Nationale de France*. Disponível em: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5477186x>. Acesso em: 05 out. 2017.

⁵² Descartes estende a objetividade do Cogito (do eu) a outras ideias ideias em Descartes são imagens das coisas, isto é, diferente das “afeições” (desejos, temores, esperanças) e também dos “juízos” (que põem em confronto duas ou mais ideias) (REALE; ANTISERI, 2009, p. 297) – por ele classificadas como claras e distintas: (i) “ideias inatas”, encontradas em nós mesmos, nascidas com a consciência; (ii) “ideias adventícias”, aquelas que vêm de fora de cada um de nós e nos remetem a coisas inteiramente distintas de nós mesmos e; (iii) “ideias factícias” ou construídas por cada um de nós.

corpo. Há um dualismo em que corpo e alma são os únicos dois tipos de substâncias distintas e irreduzíveis uma à outra.

Por considerar a *res cogitans* e a *res extensa* irreduzíveis uma a outra, Descartes defende que o mundo físico em geral, no qual se inclui o corpo e também o reino animal encontrará explicação suficiente na mecânica, isto é, o universo cartesiano para a explicação do “mundo físico” é constituído apenas por matéria e movimento. Tanto o corpo quanto os organismos de animais, são máquinas “autômatos” ou “semoventes”, em face disto, funcionam com base em princípios mecânicos que regulam seus movimentos e relações.

Podemos inferir que a ciência para Descartes tem Natureza racionalista, visto que partindo do *Cogito*, ou seja, do sujeito do conhecimento, o pensamento cartesiano valoriza a razão e o intelecto, acentuando a busca da verdade e o seu caráter absoluto.



Ao contrário do racionalismo francês, o empirismo britânico⁵³ expressado por Francis Bacon (1561-1626), filósofo e nobre inglês ocupante de cargos políticos, era um crítico severo da filosofia medieval, para ele contemplativa. Defendia um saber instrumental que permitisse controlar a natureza.

Bacon publicou em 1620 o *Novum Organum* - com o subtítulo: indicações verdadeiras acerca da interpretação da natureza - como parte do projeto enciclopédico *Instauratio Magna* com o objetivo de substituir o *Organum* aristotélico, por considerar o método dedutivo inadequado ao desenvolvimento da ciência defendendo a indução (método indutivo) como eficiente método de descoberta, aliado à necessidade da experiência e da investigação

⁵³ Essa clivagem entre “racionalistas” e “empiristas” não representa um consenso, especialmente, para os defensores da orientação epistemológica “intelectualista” que entendem ser o primeiro (empirismo) uma vertente do segundo (racionalismo) na medida que a diferença entre ambos está apenas no ponto de partida, que para o empirismo é o dado empírico fundado nos sentidos e, para o racionalismo, o pensamento. Nesta perspectiva de análise, o tradicional confronto entre empirismo e racionalismo desaparece.

conforme métodos precisos. Para Bacon o conhecimento científico é um meio para o homem adquirir poder sobre a Natureza.

Bacon considerava as três invenções: imprensa, pólvora e bússola, como portadoras de mudanças da humanidade. Todavia, as mudanças segundo a filosofia de Bacon deveriam caracterizar-se por uma ruptura com a tradição anterior, a escolástica de base aristotélica, e, para isso, defendia a concepção de um “pensamento crítico”, com a destruição dos “ídolos” e a defesa do “método indutivo”.

No entanto, segundo ele a investigação da verdade inicia-se pela destruição dos mitos e “ídolos⁵⁴” que deturpam o raciocínio, ou seja, é necessário destruir as falsas noções que dificultam a apreensão da realidade. Segundo ele, os “ídolos da tribo” (*idola tribus* - agrupamento humana em que há identidade) são opiniões que se formam em cada um de nós fundadas na própria natureza humana, próprias da espécie tendentes a fazer com que se acomode às verdades dadas, não questionando-as; “os ídolos da caverna” (*idola specus* - referência ao Mito da Caverna de Platão) são aqueles provenientes de cada pessoa enquanto indivíduo, detentor de erros e defeitos advindos dos próprios sentidos; os “ídolos do mercado ou foro” (*idola fori* - lugar de debates públicos na Roma antiga) que são os decorrentes da linguagem e das nossas relações com os outros que distorcem a realidade; os “ídolos do teatro” (*idola theatri* - lugar em que somos apenas expectadores) que são as opiniões impostas pelas autoridades, através de pontos de vistas e leis.

Para atingir o conhecimento científico é preciso derrubar os “ídolos” e a proposta de Bacon é a “interpretação da natureza” e não a “antecipação da natureza” (*a pars destruens*) que é revestida de noções obtidas de forma prematura e temerária, baseadas em método inadequado, portanto, para que aquela se consolide é preciso que haja a instauração de um “método” (*a pars construens*) capaz de aplicar o pensamento verdadeiro aos dados oferecidos pelo conhecimento sensível, pela experiência (“aplicar a razão à experiência”) e com isso, alcançar o verdadeiro saber. Para isso o método deve prever: **i)** organização e controle dos dados da experiência sensível; **ii)** organização e controle dos resultados observacionais e da experiência com vistas a novos conhecimentos e/ou à formulação de teoria verdadeiras; **iii)** desenvolvimento de procedimentos para a aplicação prática dos resultados teóricos.

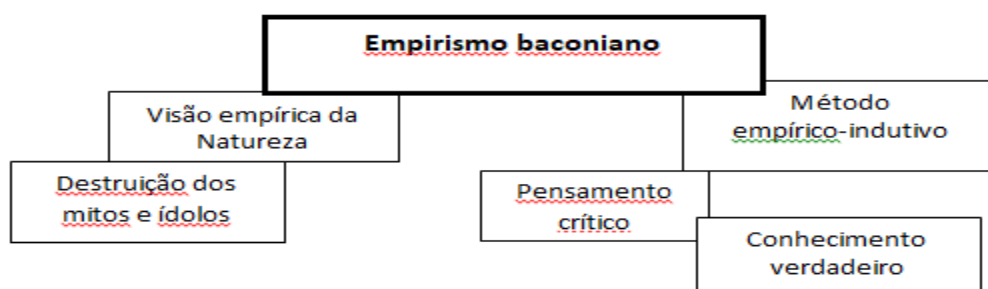
O método ou caminho a seguir em direção ao conhecimento científico, de acordo com Bacon, é o da “indução” legítima ou verdadeira, diferente da indução aristotélica (à época tradicional) que representa uma indução “por simples enumeração”. O autor refere-se à

⁵⁴ Em latim *idola*; em grego *eidolon*, que significa “imagem”.

“indução por eliminação” que deve analisar os fenômenos da natureza a partir de experimentos, excluindo dos casos em questão aqueles em que os fenômenos estejam ausentes ou não estejam presentes de modo pleno, “para se chegar às causas e aos axiomas sempre mais gerais que a ele se referem” (REALE; ANTISERI, 2009, p. 275), ou seja, elimina-se a hipótese falsa.

A indução deve se respaldar nas três tábuas: na “tábua da presença” onde são registrados todos os casos onde o fenômeno se apresenta; na “tábua da ausência” onde registra-se casos afins onde o fenômeno não se apresenta e; na “tábua de graus” na qual são registrados todos os casos em que o fenômeno se apresenta de acordo com a sua intensidade. Feita a sistematização através dessas tábuas, Bacon propõe que seja colocada em ação a própria indução, seguindo o procedimento da exclusão ou eliminação. Essa primeira etapa servirá como hipótese para pesquisa posterior, da qual serão deduzidos os fatos por ela previstos e experimentados em condições diversas para saber se eles se verificam.

Bacon acreditava que o avanço dos conhecimentos e técnicas e o desenvolvimento da ciência seriam capazes de proporcionar uma “grande reforma do conhecimento humano, que seria também uma grande reforma da vida humana” (CHAUÍ, 2010, p.165) - relação sociedade-natureza mediada pelo desenvolvimento técnico-científico - pensamento este que torna-se mais explícito na inacabada obra filosófico-política, a utópica *Nova Atlântida* (obra póstuma publicada em 1627) na qual do vínculo entre religião, ciência e sociedade idealiza uma sociedade científica originada do conhecimento verdadeiro.



Antes mesmo de Descartes e também de Galileu, em 1543⁵⁵ seria publicada a obra *De Revolutionibus Orbium Caelestium* pelo astrônomo matemático e cónego polonês com formação em direito canônico, Nicolau Copérnico (1493-1543), que daria início a um período

⁵⁵ Obra publicada no ano da morte de Copérnico e escrita trinta e seis anos antes de sua publicação: “[...] dar finalmente a lume esta minha obra que estava escondida, retida em minha casa, não apenas há nove anos, mas há quatro vezes nove” (COPÉRNICO, 1984, p.6).

de grandes modificações no pensamento astronômico e cosmológico que culminara com a Revolução Científica.

No tratado *De Hypothesibus motuum coelestium commentarius* redigido por Copérnico entre 1507 e 1512 (ROSSI, 2001, p.116), continham as bases para a sua principal obra, o *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, publicada em 1543. Naquele momento, explicitaria as sete *petitiones* que deveriam dar lugar à nova astronomia, afirmando que: (i) existem dois centros de rotação e não apenas um. A terra é o centro de rotação da lua e o sol é o centro dos planetas; (ii) o centro da terra não coincide com o centro do universo; (iii) todas as esferas giram em redor do sol; (iv) a relação entre a distância terra-sol e a altura do firmamento é menor do que a relação entre o raio terrestre e a distância terra-sol; (v) o firmamento é estável, o movimento é da terra; (vi) o movimento que aparenta ser do sol, é em verdade da terra em relação a ele, sendo que esta possui mais de um movimento e; (vi) o aparente movimento de retrocesso deriva do movimento da terra.

A rejeição do paradigma geocêntrico ptolomaico em substituição ao paradigma heliocêntrico, não fez de Copérnico um moderno, porque ele não assumiu postura revolucionária nas suas obras⁵⁶. Assim, a Revolução Copernicana não representou um aperfeiçoamento dos métodos da astronomia nem a descoberta de novos dados, mas sim a construção de uma “nova cosmologia” baseada nos dados fornecidos pela astronomia de Ptolomeu, com o objetivo de melhorar o *Almagesto* tanto em relação aos cálculos quanto em relação à construção dos mapas planetários.

O desprestígio em relação à teoria aristotélica e o paradigma geocêntrico ptolomaico, é acelerado pelas ebulições sociais, culturais científicas advindas com o Renascimento, que propiciou o resgate do platonismo⁵⁷ e trouxe consigo a valorização da matemática⁵⁸, em

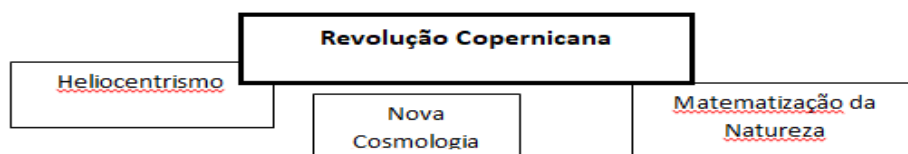
⁵⁶ A sua obra magna foi escrita em “constante paralelismo com o *Almagesto* de Ptolomeu seguindo-o livro após livro e seção por seção, a ponto de Kepler comentar a seu respeito que ele, mais do que interpretar a natureza, interpretara Ptolomeu” (ROSSI, 2001, p.115).

⁵⁷ “Platão tratou da natureza e da sua origem em um de seus últimos diálogos: o *Timeo*, cujo subtítulo é exatamente *Peri Physei* (a respeito da natureza). Nesse diálogo ele assume a posição pitagórica quando descreve a *construção da physis* pelo Demiurgo - cujos olhos estão fixos num modelo pré-estabelecido - misturando em proporções harmoniosas duas substâncias indefinidas, incorpóreas e contrárias a que chamou de o *um* e o *outro*. Portanto, os números que expressam tais combinações são a própria essência da natureza. Dessa mistura surgem os quatro elementos que vão constituir, quando combinados entre si, todas as coisas da natureza. Porém, a realidade por detrás das aparências enganosas desses elementos - terra, ar, fogo e água - são as figuras geométricas perfeitas: tetraedro, cubo, oCTAedro e icosaedro” (VARGAS, 1996). A “matematização da natureza” de Platão refere-se à matemática de Pitágoras para quem a a “*arché* da natureza, ou seja, o princípio do qual brotam todas as coisas e a ele reverterem, é o número” [...] “Em outras palavras, a realidade vista pela teoria (*theoren*, em grego, significa ver) são as harmonias que governam o mundo, desde o movimento dos planetas até o som das cordas de lira” (VARGAS, 1996), lembrando que para Platão o mundo real era o mundo das ideias. De um lado estavam as “idéias das formas geométricas, inteligidas pelo pensamento matemático (a

oposição à física aristotélica então vigente, cuja teoria sobre a natureza estava assentada na lógica, ausente a matemática.

Para Thomas Kuhn (2012) a rejeição do paradigma aristotélico-ptolomaico não fez de Copérnico um moderno, mas o sistema heliocêntrico ao qual chegara conduziu ao desenvolvimento de duas tendências não-aristotélicas, propiciadas e fortalecidas pelo resgate de Platão, que seriam: a matemática no desvelamento da natureza e o sol como princípio vital. Ele diz: “uma nova crença na possibilidade e importância da descoberta de simples regularidades aritméticas e geométricas da natureza, e uma nova visão do Sol como fonte de todos os princípios vitais e forças do universo” (KUHN, 2012, p.144).

Embora Kuhn, refira-se a Copérnico (realista e neoplatônico) como inaugurador do processo revolucionário, não o tem como um revolucionário, ainda que *a posteriori*, a Revolução copernicana tenha sido também uma revolução do mundo das ideias (aqui no sentido de mudança de *gestalt*, mudança de mentalidade ou de pensamento) que implicou na mudança na relação do homem com o universo e do seu lugar nele.



O matemático, físico, astrônomo e filósofo italiano Galileu Galilei (1564-1642) cumpriu um papel fundamental para a “Revolução Científica”, marco da modernidade, tanto por suas “descobertas”⁵⁹ no campo da óptica geométrica (lentes, refração da luz e reflexão), da óptica física (teoria sobre a natureza da luz), hidrostática, termologia, mecânica, lei dos corpos, princípio da inércia e a construção da luneta astronômica⁶⁰, quanto por seu pensamento filosófico.

dianóia); e do outro, as idéias das demais coisas, inclusive os ideais como: beleza, justiça e bondade, abarcáveis pelo pensamento dialético (noética)” (VARGAS, 1996).

⁵⁸ Segundo Vargas (1996) a visão matemática pitagórica da natureza no *Timeo* de Platão é pura contemplação, e, pouco tem a ver com o cálculo ou a análise da atual matemática, ou seja, a matemática como instrumento de cálculo e descrição de fenômenos.

⁵⁹ Muitas dessas “descobertas” são confirmações da teoria copernicana.

⁶⁰ Instrumento científico que possibilitou-lhe diversas descobertas, como as manchas solares, os satélites de Júpiter, os mares da lua e as fases de Vênus, todas elas publicadas em detalhes no livro *Sidereus Nuncius* em 1610.

Em 1610, na obra *Sidereus Nuncius*, Galileu apresenta argumentos que refutam o sistema aristotélico-ptolomaico, e que, ao mesmo tempo, confirmam a teoria copernicana⁶¹. Os seus argumentos estão respaldados por experimentos o que contribuiu para o desenvolvimento do método científico experimental e o uso da linguagem matemática, em oposição à metodologia aristotélica especulativa na qual se assentava a ciência, e, simultaneamente, promovia uma mudança na visão de mundo, contestando as “certezas” da concepção de mundo aristotélico-ptolomaico⁶².

As críticas sofridas, os processos e a intervenção direta da Igreja no pensamento de Galileu tiveram substancial impacto em seu pensamento filosófico e nos rumos que tomaria a ciência moderna, por fazer com que Galileu demarcasse os limites das proposições entre a fé e a ciência, defendendo a autonomia de uma em relação a outra, posição que ficou muito clara diante do “copernicanismo instrumentalista” do cardeal jesuíta Roberto Belarmino⁶³ que buscava nas “Sagradas Escrituras” explicações para o funcionamento do universo, sob pena de torná-las falsas. O instrumentalismo de Belarmino fora rechaçado pelo realismo de Galileu, para quem as “Sagradas Escrituras” não eram um tratado de astronomia, mas uma mensagem de salvação, o que deixava intacta a autonomia da investigação científica.

Assim, a garantia da eficiência em descrever matematicamente a natureza, de acordo com Galileu, estava aliada ao que os cientistas deveriam estudar, devendo ficar restrito às propriedades dos corpos materiais (formas, movimentos e números) que poderiam ser medidos e quantificados (neutralidade da ciência), devendo as propriedades subjetivas serem excluídas do domínio da ciência.

Segundo Rossi (2001), outro aspecto da filosofia de Galileu que tornou-se célebre está presente na obra *Il Saggiatore* [1623] – *O Ensaíador* - que exprime a convicção de Galileu de que a “natureza apesar de surda e inexorável aos nossos vãos desejos” traz no seu interior uma ordem e uma estrutura harmoniosa do tipo geométrico, sendo que a filosofia está escrita no universo, “livro aberto diante dos nossos olhos” que não pode ser compreendido sem antes conhecer os caracteres no qual está escrito, a linguagem matemática, cujo seu desejo é conhecer a “verdadeira constituição do universo”.

⁶¹ Essa obra marca o início dos seus conflitos e problemas com a igreja.

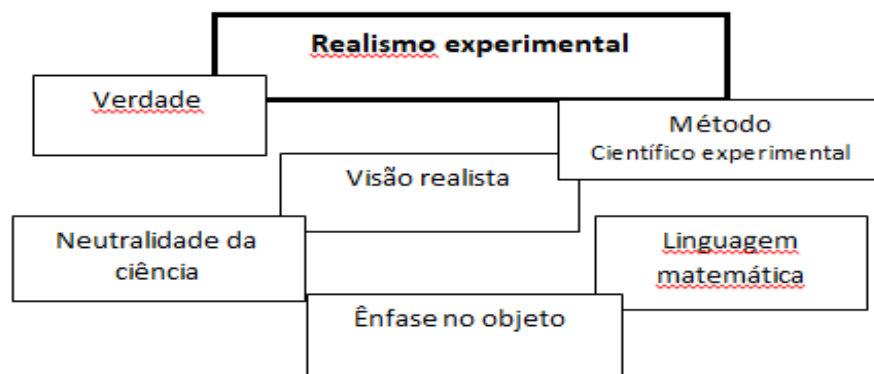
⁶² Importante destacar que as teorias de Ptolomeu também colidiam com a física aristotélica, uma vez que as descrições “verdadeiras” dos movimentos não coincidiam, mas se sustentavam através dos “cálculos matemáticos”.

⁶³ Figura do Santo Ofício, que por ordem do Papa Paulo V, teria informado a Galileu sobre futuro decreto da *Sagrada Congregação do Index* que passaria a condenar a teoria de Copérnico, pelo que, ordenou-o que a esquecesse, não a ensinasse ou defendesse, mediante palavras ou por escrito, sob pena de prisão.

A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos (isto é, o universo), que não se pode compreender antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível entender humanamente as palavras; sem eles nós vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto (GALILEI, 2004, p. 46).

A ciência de Galileu é uma ciência realista experimental, em que há a “verdadeira” descrição da realidade objetiva e mensurável (“necessária descrição da realidade”), escrita em linguagem matemática. Desta forma, o homem é excluído do universo de investigação da física, bem como a investigação qualitativa e substituídas as causas finais pelas causas mecanicistas deterministas. No pensamento de Galileu, de um lado, está a observação aos fatos e às “experiências sensatas” e do outro o papel das “hipóteses matemáticas”, não restando dúvidas de que baseia a ciência na experiência.

Alguns críticos e comentadores de Galileu o tomam por indutivista, outros poucos o têm como racionalista dedutivista, e outros, defendem a alternância do uso dos métodos indutivo ou dedutivo, por ele utilizados, quando convém. De outro lado, Reale e Antiseri (2009), concebem Galileu como aquele para quem as “experiências sensatas” e as “necessárias demonstrações” desenvolvidas a partir de “suposições” são dois elementos que se implicam reciprocamente, e juntos, constituem a experiência científica. A experiência científica não pode ser reduzida a uma teoria ou conjunto de suposições sem qualquer contato com a realidade, ela é um experimento, e como tal, não consiste apenas na sua observação ou na teoria vazia, mas numa integração, uma vez que a mente é ativa, faz suposições e depois comprova se estão ou não de acordo com a realidade.



No mesmo ano em que morria Galileu nascia o astrônomo, físico, matemático, filósofo e cientista inglês Isaac Newton (1642-1727). No ano de 1687, Newton publicou em

Londres a obra *Philosophiae naturalis principia mathematica* conhecida por *Principia*, que representaria uma “sistematização coerente” (ROSSI, 2001, p.287) do pensamento iniciado com Copérnico e Galileu, passando por Kepler, Tycho Brahe e reafirmando que os princípios da física têm um caráter matemático.

Newton atribui às regras empíricas extraídas de cada fato o estatuto de “princípios”, ou seja, leis universais das quais as regras são consequências lógico-matemáticas, o que havia se iniciado com Descartes, concretizou-se com Newton.

No *Principia*, Newton estabelece quatro regras metodológicas do método experimental. Reúne também assuntos de ordem metafísica sobre a natureza e a estrutura do universo, bem como, “regras do raciocínio filosófico”. As regras, segundo Reale e Antiseri (2009) são:

Regra I: ‘Não devemos admitir mais causas das coisas naturais do que aquelas que são tanto verdadeiras como suficientes para explicar suas aparências’. Regra II: ‘Por isso aos mesmos efeitos devemos o quanto possível, atribuir as mesmas causas’. Regra III: ‘As qualidades dos corpos, que não admitem nem aumento nem diminuição de grau, e que se percebem pertencer a todos os corpos dentro do âmbito de nossos experimentos, devem ser consideradas as qualidades universais de todos os corpos’. Regra IV: ‘Na filosofia experimental as regras inferidas por indução geral a partir dos fenômenos, devem ser consideradas como estritamente verdadeiras ou como muito próximas da verdade, apesar das hipóteses contrárias que possam ser imaginadas, até quando se verifiquem fenômenos a respeito dos quais elas se tornam mais exatas ou então se tornam sujeitas a exceções’ (NEWTON *apud* REALE; ANTISERI, 2009, p. 230).

Segundo Newton, a experiência é responsável por admitir universalmente que todos os corpos são dotados do princípio de gravitação recíproca, sendo que essa gravidade diminui em relação ao afastamento da terra.

A *hypotheses non fingo* (não invento hipóteses) é uma famosa sentença metodológica de Newton, utilizada pelos indutivistas para referir-se ao que não se deduz dos fenômenos são chamadas de hipóteses. Dessa forma, a filosofia de Newton é deduzida a partir dos fenômenos, (do particular) e tornadas gerais via indução, preterindo as conjecturas metafísicas que não podem ser controladas, ou seja, as hipóteses não teriam lugar na filosofia experimental⁶⁴, uma vez que Newton não pretendia se dedicar a conjecturas que não fossem passíveis de verificação.

⁶⁴ Para muitos, Newton em suas investigações, não partia de hipóteses, mas apenas de fenômenos, todavia, o pensamento newtoniano nos mostra que ele também formulou hipóteses (e as provou), como por exemplo, hipóteses que explicam porque a maçã cai no chão e porque a lua não se choca com a terra. O aspecto mais relevante neste caso, é que as hipóteses devem corresponder às evidências empíricas.

Seguindo o modelo euclidiano, Newton parte para as definições de massa, força e movimento. A teoria newtoniana das três leis do movimento (os princípios de Newton) e as noções de espaço e tempo absolutos perdurou por séculos. Sobre a primeira lei, a da “inércia”, na qual Galileu e Descartes já haviam trabalhado, segundo a qual “todo corpo persevera em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que não seja forçado a mudar tal estado por forças dirigidas sobre ele”. A segunda lei, a da “aceleração” diz: “a mudança de movimento é proporcional à força motriz aplicada; e ocorre sob a direção da linha reta segundo a qual a força foi aplicada”. A terceira lei de Newton, a da “ação-reação” afirma que: “a toda ação se opõe sempre uma igual reação seja, as ações recíprocas de dois corpos são sempre iguais e dirigidas em direções contrárias” (REALE; ANTISERI, 2009, p. 231). Assim, a unificação de todos os fenômenos surge sob a forma de uma lei geral, a lei da gravitação.

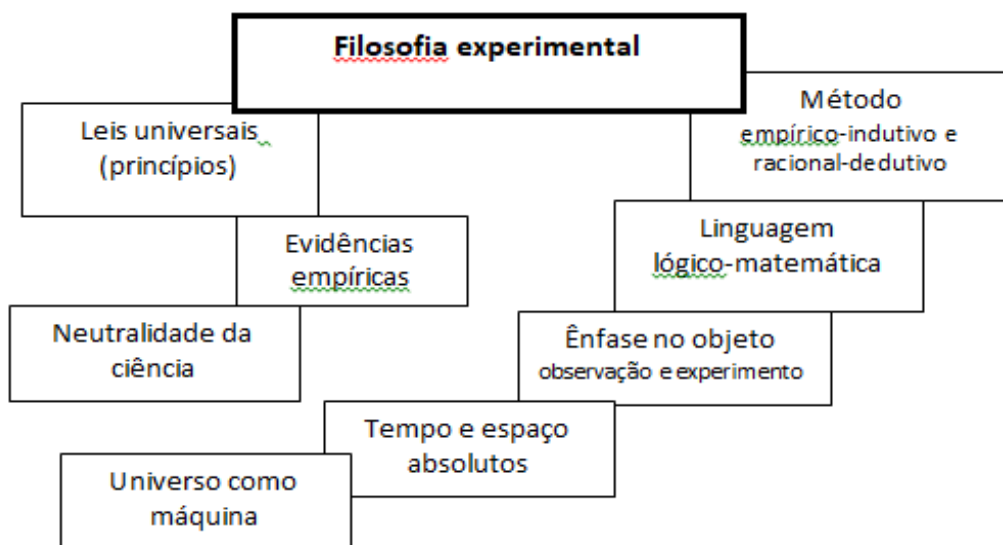
Tempo absoluto em Newton, flui de maneira uniforme sem relação com algo externo: o “tempo absoluto, verdadeiro, matemático, [que] se escoia em si de conformidade com a sua natureza uniforme e sem relação com nenhum objeto exterior” (OMNÈS, 1996, p. 55), enquanto o espaço absoluto por natureza privado em relação a algo externo, permanece imóvel e igual a si mesmo, desta forma, o espaço físico absoluto não é mais estruturado pela vertical e pela horizontal, que são particularidades puramente terrestres.

No livro terceiro do *Principia* encontramos as regras do raciocínio filosófico, sendo que ao final desse mesmo livro, em sua segunda edição, encontramos o *scholium generale* (escólio geral), no qual Newton conecta os resultados das investigações científicas às questões de ordem filosófico-teológicas.

O universo newtoniano é composto por um conjunto de “partículas” de matéria regidas por leis. Segundo Newton, o “sistema do mundo é uma grande máquina” cujas leis de funcionamento das diversas partes dessa máquina podem ser detectadas de forma indutiva através da observação e experimento. Os fenômenos da natureza em Newton poderiam ser explicados pela junção da Dinâmica (movimento) com a Mecânica (força).

A física newtoniana mostrou-se fundamental para o desenvolvimento da ciência e da epistemologia, na qual a força da gravidade não explicaria apenas os fenômenos físicos, mas poderia no futuro, explicar fenômenos elétricos e óticos, por exemplo: “Newton foi o primeiro a encontrar uma base claramente formulada a partir da qual podia deduzir grande número de fenômenos mediante o raciocínio matemático, lógico, quantitativo e em harmonia com a experiência” (EINSTEIN *apud* REALE; ANTISERI, 2009, p. 241), figurando como

um importante “paradigma” da história da ciência, em que todos os fenômenos de ordem física deveriam se referir às massas que obedecem à lei do movimento de Newton.



O físico teórico alemão Albert Einstein (1879-1955) desenvolveu um dos principais pilares da física moderna ao lado da mecânica quântica, a teoria da relatividade geral. Com a chamada teoria da relatividade restrita ou especial da relatividade, publicada em 1905, Einstein propôs mudanças radicais nos conceitos de espaço e tempo e postulou que a velocidade da luz no vácuo seria o limite para todas as velocidades. A teoria relativa restrita permite a compreensão da dinâmica da matéria e energia juntas, porém, exclui a gravitação do seu campo de estudo, tendo Einstein, diante disto, formulado em 1915 a teoria da relatividade geral permitindo a compreensão da dinâmica da matéria e energia em conjunto com a gravitação.

Na relatividade restrita o conceito de simultaneidade é relativo ao observador, uma vez que, há um “intervalo temporal” quando a matéria viaja ao longo de uma linha (trajetória) no espaço-tempo, cuja velocidade instantânea é menor que a da luz. De forma análoga, um “intervalo espacial” seria uma linha no espaço-tempo ao longo da qual nem a luz nem outro sinal mais lento poderiam viajar. Ao longo de um intervalo espacial acontecimentos não podem se influenciar reciprocamente transmitindo luz ou matéria, mas podem surgir como simultâneos a um observador num sistema de referência adequado. Desta forma, para observadores em diferentes sistemas de referência, o acontecimento A pode parecer anterior a B ou vice-versa, o mesmo não ocorrendo quando consideramos acontecimentos separados por intervalos temporais.

Alguns anos depois, em 1915, Einstein ampliou a sua teoria e incluiu os movimentos acelerados passando à teoria da relatividade geral, e, por consequência desenvolveu uma nova teoria da gravitação. Assim, a gravidade se expressa como uma ação da curvatura do espaço e do tempo devido à presença de massa. Esta generalização teve implicações profundas no nosso conhecimento do espaço-tempo, em que conclui-se que a matéria (energia) curva o espaço e o tempo à sua volta.

Einstein também mostrou a medida da equivalência entre energia e massa, por meio da famosa equação $E=mc^2$ (Energia é igual Massa x Velocidade da luz – única constante do universo - ao quadrado) segundo a qual uma pequena quantidade de massa pode se converter em uma enorme quantidade de energia, cujo processo ocorre, por exemplo, na fissão e fusão dos núcleos atômicos que levam à geração da energia nuclear.

A teoria da relatividade restrita é quase que totalmente aceita pela maior parte dos físicos, o mesmo não ocorrendo com a teoria da relatividade geral, que apesar de ter sido confirmada, as experiências realizadas não invalidam outras teorias alternativas da gravitação. As teorias einsteinianas, embora não tenham eliminado a física newtoniana, surgiram como uma espécie de novo paradigma não só para a física, mas também para as demais áreas do conhecimento, que começaram a se questionar, principalmente, sobre o caráter absoluto e universal da verdade científica.

A mecânica quântica e a teoria da relatividade surgidas no início do século XX além de implicar em substanciais alterações das noções de espaço e tempo absolutos para espaço-tempo relativo, também impactaram em diversas áreas do conhecimento.

Muito embora a relatividade einsteiniana tenha induzido alguns pensadores a concebê-la como relativista, tanto em relação ao conhecimento quanto à realidade, para Ortega y Gasset (1924) a teoria da relatividade atinge uma significação absoluta, não sendo o caso de considerar que “a verdade só é verdade para um determinado sujeito”, mas sim, que a verdade somente é reconhecida através do olhar do sujeito. Assim, o fato de depender do olhar do sujeito para consumir o evento científico, não transforma a teoria em subjetiva ou subjetivista, visto que, mesmo que se varie o sujeito da observação são mantidas as "regras do jogo científico", ou seja, as premissas epistemológicas, metodológicas e a problemática, o que torna o conhecimento objetivo.

Para facilitar a compreensão, Ortega y Gasset (1924) distingue relatividade de relativismo: “para o velho relativismo, nosso conhecimento é relativo, porque o que aspiramos conhecer (a realidade tempo-espacial) é absoluto e não o conseguimos. Para a

física de Einstein, nosso conhecimento é o absoluto – a realidade é a relativa” (ORTEGA y GASSET, 1924).

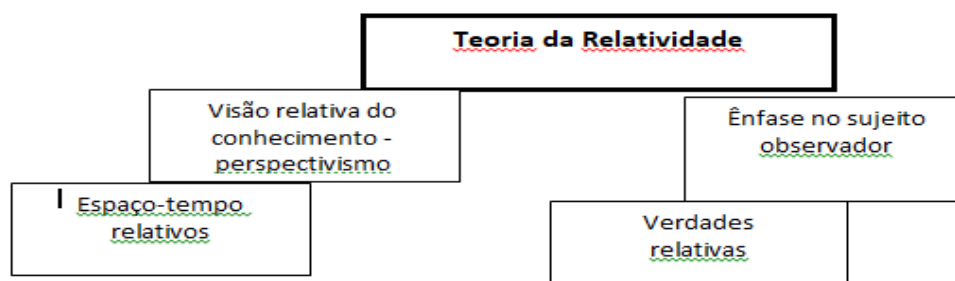
Arno Wehling (1992) também faz coro aos que têm a teoria da relatividade einsteiniana como iniciadora de uma importante modificação na questão da objetividade e subjetividade do conhecimento. Referindo-se a Ortega y Gasset, sintetiza dizendo: “o observador científico possui o conhecimento absoluto de uma realidade relativa, o que invertia a relação newtoniana, fundamentada no conhecimento relativo de uma realidade absoluta” (WEHLING, 1992).

Importante destacar que o próprio Einstein não se via apenas como cientista e reconhecia a importância da filosofia para a ciência:

A relação recíproca entre ciência e epistemologia é notável. Elas são dependentes uma da outra. A epistemologia sem um contato com a ciência é vazia. Ciência sem epistemologia – na medida em que tudo é pensável - é primitiva e confusa (EINSTEIN *apud* HOWARD; GIOVANELLI, 2019, p.34).

De acordo com Howard (2005), o que de fato atraiu Einstein para a filosofia foi o curso de inverno que teria participado durante a graduação na Politécnica de Zurique no ano de 1897, denominado "Teoria do Pensamento Científico"⁶⁵, ministrado por August Stadler que foi um importante representante do neokantismo ao lado de Ernst Cassirer.

O interesse de Einstein pela filosofia teria permanecido após a graduação e, mesmo tendo iniciado o trabalho no escritório de patentes em Berna em 1902, juntou-se a dois novos amigos e criou um grupo informal para discussão semanal chamado *Olympia Academy*⁶⁶, no qual leram e discutiram, dentre outros, David Hume, Ernest Mach, John Stuart Mill, Karl Pearson, Henri Poincaré, tendo, posteriormente, desfrutado do convívio de Ernst Mach, e também, de Moritz Schlick, Hans Reichenbach e Ernst Cassirer.



⁶⁵ Einstein leu três das principais obras de Immanuel Kant: *A Crítica da Razão Pura* (1787), *A Crítica da Razão Prática* (1788) e *Crítica da Faculdade do Juízo* (1790).

⁶⁶ Participavam do grupo Maurice Solovine e Conrad Habicht. A lista parcial das obras estudadas pelo grupo foi publicada por Solovine no livro *Albert Einstein. Lettres à Maurice Solovine* (HOWARD, 2005, p. 36).

O físico e filósofo da ciência francês Gaston Bachelard (1884-1962) movido pelas “descobertas da física” (os *quanta* e a teoria da relatividade) construiu uma epistemologia para a ciência (epistemologia francesa/epistemologia histórica) com o objetivo de conferir à “nova ciência” uma filosofia compatível com a sua novidade, apresentando-se como um dos primeiros filósofos contemporâneos a Einstein, que envolvido por suas teorias passou a realizar críticas acerca da imagem tradicional da ciência.

[...] consideraríamos o ano de 1905 como o início da era do *novo espírito científico*, momento em que a Relatividade de Einstein deforma conceitos primordiais que eram tidos como fixados para sempre. A partir desta data a razão multiplica suas objeções, dissocia e religa as noções fundamentais, propõe abstrações mais audaciosas (BACHELARD, 2007, p. 9). (Grifo no original).

Segundo Bachelard com Einstein surgiria um “novo espírito científico”⁶⁷ e, diante disto, somente uma “nova racionalidade” trazida pela filosofia poderia dar conta das inúmeras e significativas mudanças, a exemplo, da “epistemologia não-cartesiana” por ele proposta no livro *O Novo Espírito Científico* [1934].

O pensamento bachelardiano sustenta-se em diversas categorias relevantes para a compreensão de sua proposta epistemológica, dentre elas: conhecimento aproximado; dialética racionalismo-empirismo (“racionalismo aplicado” ou “materialismo racional”); erro e retificação; obstáculo epistemológico; ruptura epistemológica (descontinuidade do pensamento científico) e; recorrência histórica.

O “conhecimento aproximado” foi objeto de discussão na tese de doutoramento de Bachelard antes mesmo do lançamento de suas obras mais marcantes. Este conceito permearia todo o pensamento desenvolvido posteriormente, através do qual, Bachelard pretendia compreender, antes de tudo, como se dá a incessante retificação do pensamento diante do real, uma vez que o ato de conhecer nunca é pleno, pois o erro não pode ser totalmente eliminado. Com isto, o trabalho do epistemólogo seria “acompanhar o conhecimento em sua tarefa de refinamento, precisão e busca de clareza” e de aproximações, mesmo nas ciências ditas duras, e nunca como verdade e conhecimento plenos e absolutos.

A verdade científica para Bachelard é apoiada no “conhecimento aproximado”, sendo que “os conceitos de realidade e de verdade deveriam receber um novo sentido de uma filosofia do inexato” (BACHELARD, [1927], p. 8). Bachelard defende que as ciências

⁶⁷ O novo espírito científico proposto por Bachelard se orienta pelo valor dilemático das novas doutrinas: como a não-euclidiana, a não-newtoniana e a não-arquimediana, ressaltando que a “epistemologia não-cartesiana [que nos] parece consagrar efetivamente a novidade do espírito científico contemporâneo” (BACHELARD, 1978a, p.94).

produzem verdades não absolutas, mas provisórias - ante ao caráter inacabado e dinâmico do conhecimento científico - integrantes das etapas de um processo de conhecimento passível de constante retificação, portanto, de um conhecimento aproximado, mas não relativista.

A primazia do erro em lugar da busca da verdade cartesiana dogmática e estática da ciência está presente em Bachelard. Os processos de validação do conhecimento científico trazem à tona a desordem, sobretudo, o erro, integrando-o em sua epistemologia e considerando-o como elemento fundamental ao desenvolvimento científico. Segundo ele, a mudança no pensamento científico é impulsionada pela retificação dos erros. Desta forma, as verdades (não apenas uma e absoluta) somente adquirem sentido após a retificação dos erros primeiros.

A verdade faz parte de uma racionalidade aberta em constante desenvolvimento, passível de erros (positivos) e retificações. Retificar equivale a conhecer e compreender os conceitos, uma vez que o objeto não é um dado imediato, sendo que a retificação é que produz a objetividade, já que a percepção “dá-nos grosseiramente e de um modo confuso, as relações entre as coisas. Torná-las mais precisas...eis a tarefa da ciência” (BACHELARD, [1927], p. 247). A verdade consistiria no aprofundamento da pesquisa, na busca da redução de erros por parte do cientista que intermedia, ele é o ponto de contato entre o real e o racional, sendo que “o mundo é *minha verificação*” (BACHELARD, [1927], p. 272), isto é, o mundo é a verificação do cientista. O real não é o objeto, mas é produzido pela objetivação do objeto. A objetivação consiste na eliminação de erros subjetivos, onde o sujeito tem consciência desta eliminação.

Assim, o erro deixa de ser interpretado como um equívoco ou uma anomalia que deve ser extirpada do processo de conhecimento. Ele não é concebido como sinônimo de fracasso, entrave ou retrocesso, mas, é ínsito ao desenvolvimento do pensamento científico, retificando o saber e provocando um alargamento dos quadros do conhecimento, e, por vezes, também é responsável por provocar a revolução do pensamento científico. Suplantar o erro é possível, mas não de forma definitiva, já que o erro está presente em todos os estágios do avanço científico, exigindo, por conseguinte, um espírito atento e em constante vigilância intelectual.

Bachelard rompe com a noção de sistemas filosóficos fechados e acabados. Não é possível conceber uma ciência fechada refletida em apenas uma concepção epistemológica, geral e universal, é preciso manter uma postura “progressiva” e “aberta” alicerçada na dialética racionalismo/empirismo (que funcionem em regime de cooperação), que deve permear a visão da ciência contemporânea, ante a dinamicidade das ações e das práticas a que a ciência está sujeita.

O “materialismo racional” também dialético e aberto ao futuro, onde os conceitos são revistos através das relações epistemológicas, há uma racionalização progressiva, eliminando gradativamente a irracionalidade: seria “o materialismo instruído pela enorme pluralidade das matérias diferentes, o materialismo experimentador, real, progressivo, humano, instrutor” (BACHELARD, 1990, p.4). O “racionalismo aplicado”, dialético e aberto, situa-se na interseção entre racionalismo x empirismo (dialética do racionalismo-empirismo), no sentido de fazer com que nos tornemos “livres quanto a um realismo assumido excessivamente depressa e livres quanto a um idealismo ingenuamente engajado” (BACHELARD, 1977, p.85).

[...] a polaridade epistemológica é para nós a prova de que cada uma das doutrinas que esquematizamos pelos nomes de empirismo e racionalismo é o complemento efetivo da outra [...] pensar cientificamente é colocar-se no campo epistemológico entre teoria e prática [...] (BACHELARD, 1978b, p.4).(Grifamos).

Assim, os dois conceitos nos dão a dimensão de que não se trata o real de um dado imediato, mas de um real científico, retificado, que fora transformado e recebera a “marca humana por excelência” (BACHELARD, 1977, p.8).

A noção de obstáculo epistemológico situa-se na interseção entre a psicanálise e a epistemologia estando diretamente ligada ao “ato de conhecer” (estaria na esfera do objetivo) que se dá “contra” um pensamento anterior com o objetivo de desconstruir conhecimentos mal construídos ao longo de um passado cheio de erros.

Apresentando-se como uma espécie de “imperativo funcional” causador de inércia, de conflitos, de estagnações, retardos e perturbações durante o processo de produção das verdades científicas, não como mera abstração, mas encontra-se, relacionado com a realidade. O obstáculo tanto pode surgir como “contrapensamento”, ou seja, no momento da constituição do conhecimento ou como “parada do pensamento”, que se dá em etapa posterior, isto é, ao longo do processo (JAPIASSÚ, 1976, p.83).

Embora os obstáculos epistemológicos sejam responsáveis pela inércia e até mesmo estagnação do pensamento, eles, paradoxalmente, são inerentes ao trabalho do cientista, visto que, são vícios incrustados no pensamento e, sua permanente superação depende diretamente de uma “catarse intelectual e afetiva”⁶⁸, e, por isto, torna-se necessário permanecer em

⁶⁸ "Toda cultura científica deve começar por uma catarse intelectual e afetiva. Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão, razões para evoluir" (BACHELARD, 2007).

constante estado de vigília, para que seja capaz de captar os pensamentos úteis e pertinentes ao desenvolvimento da pesquisa (ato epistemológico⁶⁹).

A identificação e a superação dos obstáculos epistemológicos na epistemologia de Bachelard, possui papel fundamental na formação do novo espírito científico, especialmente, no tocante aos cientistas e pesquisadores participantes da construção do conhecimento científico, haja vista que denotam o dinamismo do pensamento, a mobilidade e a necessidade de enfrentamento e transposição dos obstáculos para o desenvolvimento científico.

A ideia de recorrência histórica é aquela em que se parte do presente para investigar o passado, mas não no sentido de ver no passado a preparação para o presente ou o futuro, mas sim, a partir do presente, questionar os valores do passado e suas interpretações⁷⁰. Considera o contexto histórico no qual determinado evento se insere, ao mesmo tempo, acentua o papel do conhecimento atual no estudo do desenvolvimento do pensamento científico. A partir da recorrência histórica, o desenvolvimento do conhecimento científico passa a ser compreendido por constantes rupturas: tanto na sucessividade quanto na simultaneidade temporal (LOPES, 1996).

A ideia precursora de pensar a ciência em termos de rupturas em oposição à noção cumulativa do conhecimento, embora bastante disseminada com a *Estrutura* de Thomas Kuhn, foi introduzida por Bachelard com a concepção de descontinuidade. As descontinuidades podem tanto referir-se às rupturas entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, quanto àquelas ocorridas no decorrer do próprio desenvolvimento científico, pautada na “filosofia do não”⁷¹.

As rupturas⁷² no conhecimento científico, como dito anteriormente, não ocorrem apenas em relação ao conhecimento comum, mas também no decorrer do próprio

⁶⁹ Em oposição aos obstáculos, Bachelard desenvolve o conceito de atos epistemológicos, que correspondem aos ímpetos do gênio científico que provocam impulsos inesperados no curso do desenvolvimento científico. A história do conhecimento científico é, assim, a constante oposição entre os atos epistemológicos que impulsionam o conhecimento e os obstáculos epistemológicos que entram esse mesmo conhecimento, numa dialética própria estruturante o conhecimento científico (LOPES, 1996).

⁷⁰ Esse pensamento está bem próximo ao “método regressivo” proposto por Marc Bloch do movimento dos *Annales*, onde os temas do presente condicionam e delimitam o possível retorno ao passado, cujo presente é importante para o conhecimento do passado.

⁷¹ “[...] para evitar qualquer equívoco, aos princípios de uma *filosofia do não* [...] é necessário relembrar repetidas vezes que a filosofia do não, não é psicologicamente um negativismo, e que ela não conduz, face à natureza, a um niilismo. Pelo contrário, ela procede, em nós e fora de nós, de uma atividade construtiva. Ela afirma que o espírito é, no seu trabalho, um fator de evolução. Pensar corretamente o real, é aproveitar as ambiguidades para modificar e alertar o pensamento. Dialectizar o pensamento é aumentar a garantia de criar cientificamente fenômenos completos, de regenerar todas as variáveis degeneradas ou suprimidas que a ciência, como o pensamento ingênuo, havia desprezado no seu primeiro estudo” (BACHELARD, 1978b, p. 10).

⁷² A proposta de ruptura de Bachelard difere daquela promovida por Thomas Kuhn anos mais tarde. As rupturas que estão no cerne da *Estrutura das Revoluções Científicas* são “extraordinárias”, intercaladas por longos

desenvolvimento científico. Não existe uma continuidade na história do conhecimento científico, já que uma teoria posterior diz não a uma teoria anterior, não implicando este processo de negação em total abandono das teorias anteriormente construídas, mas sim de uma reorganização que ultrapassa os pressupostos iniciais e introduz novas racionalidades.

Para a constituição do conhecimento científico será necessário romper com o senso comum, para o qual a realidade objetiva é aquela que se apresenta aos sentidos. No conhecimento científico, para se chegar à realidade (real científico) é preciso haver diálogo entre a razão e a experiência, ou seja, estabelece-se um processo de construção da ciência pelo sujeito, mediado pela razão e pela técnica. O conhecimento comum lida com um mundo “dado”, fundamentado no empirismo das primeiras impressões, enquanto o conhecimento científico lida com um mundo estruturado em uma racionalidade.

Ademais, para Bachelard a ruptura com o senso comum é necessária também pelo fato de não existir uma única realidade, ao contrário, há diferentes níveis de realidade. Por exemplo, um objeto perceptível e sensível ao indivíduo sem a ajuda de instrumentos, não pertence a um mesmo nível de realidade de uma molécula, que requer instrumentos e ainda uma teoria para a sua constituição, portanto, pertence à outra ordem de realidade, que não pode ser compreendida sem o uso da razão.

As rupturas promovidas no curso do processo científico encontram-se necessariamente vinculadas à “filosofia do não”, não como uma atitude de recusa, mas ao contrário, como o objetivo de dialetizar e problematizar o pensamento no sentido de alargá-lo e desenvolvê-lo.



períodos de ciência normal – embora Kuhn também conceba as denominadas “revoluções invisíveis”, uma espécie de micro-revoluções que ocorrem ordinariamente, mas são eclipsadas pelos manuais que veiculam tão somente os “resultados estáveis”. Bachelard, entretanto, defende as revoluções como um acontecimento regular: “constantemente estamos conhecendo contra um conhecimento anterior, em rompimento com os obstáculos epistemológicos, seja do conhecimento comum ou do próprio conhecimento científico” (LOPES, 1996).

O filósofo da ciência alemão Rudolf Carnap (1891-1970), um dos mais importantes representantes do Neopositivismo nos Estados Unidos, tendo contribuído para a disseminação das ideias do Círculo de Viena Círculo nas universidades de Havard, Princeton, Universidade de Chicago e Universidade da Califórnia em Los Angeles – onde atuou como professor. Antes, porém, em 1926, Carnap foi professor na Universidade de Viena, época em que passou a participar das reuniões do grupo de intelectuais, liderado por Moritz Schlick (a quem Carnap foi apresentado por Reichenbach) e Otto Neurath, tendo Carnap e Reichenbach redigido o Manifesto.

O movimento neopositivista do Círculo de Viena, a partir do Manifesto se internacionalizou, contando com representantes em várias partes do mundo, além da realização de Congressos internacionais realizados em 1935 e 1937 em Paris, 1936 em Copenhague, no ano seguinte em Cambridge e, por fim em Cambridge Massachussets no ano de 1939. O objetivo deste movimento era num esforço conjunto, compreender a ciência e difundir a chamada “concepção científica do mundo”.

Em que pese as divergências internas existentes no movimento vienense, na espinha dorsal retratada no Manifesto estava a anti-metafísica como concepção científica do mundo, onde os problemas tradicionais da filosofia são pseudo-problemas passíveis de serem reduzidos a problemas empíricos por meio da análise lógica da linguagem. Para se falar da ciência é necessário adotar uma linguagem científica.

No *Congrès International de Philosophie Scientifique* em 1935, Carnap reafirma que as bases para se alcançar a filosofia científica é que a teoria deverá ser depurada de toda e qualquer filosofia especulativa, da metafísica ou qualquer elemento psicológico, em proveito dos elementos lógicos da linguagem a fim de possibilitar uma teoria empirista do conhecimento.

A Carnap também é creditada a pretensão de unificação da ciência, que se daria através de uma linguagem única, no caso a física. Influenciado por Russel, mas principalmente pela filosofia de Frege do qual fora aluno, pretendia como ele, aplicar a lógica a um campo diferente, que não o da matemática. Para uma melhor compreensão da nova lógica, a filosofia do jovem Wittgenstein, especificamente a do *Tractatus Logico-Philosophicus*, foi fundamental.

O pensamento de Carnap foi acompanhado por mudanças marcantes ao longo de sua vida acadêmica, em que o livro escrito em 1928: *Der Logische Aufbau der Welt*, marca o seu

início fenomenista. Nesta fase, para Carnap os objetos físicos não existem enquanto coisas em si, mas somente como estímulos sensoriais ou fenômenos perceptivos no tempo e no espaço. As nossas crenças e afirmações sobre as coisas só podem fazer sentido se puderem ser redutíveis a crenças ou afirmações sobre os dados sensíveis, se puderem ser verificadas.

Com o artigo *Die physikalische Sprache als Universalsprache der Wissenschaft* in *Erkenntnis*, II (English translation *The Unity of Science*, London: Kegan Paul, 1934) *Linguagem Fisicalista como Linguagem Universal da Ciência*, publicado em 1932, Carnap muda o seu critério de demarcação, passando ao fisicalismo. Nesta obra, ele reconstrói o método do *Aufbau*, passando a utilizar os objetos físicos como base, propondo a linguagem da física (dos objetos) como sendo a única capaz de servir como base para a construção da ciência. Carnap combate a metafísica de Fichte, Schelling, Hegel, Bergson, Heidegger, ou seja, aquele campo de conhecimento da essência das coisas que transcendem o empiricamente estabelecido pelas ciências indutivas.

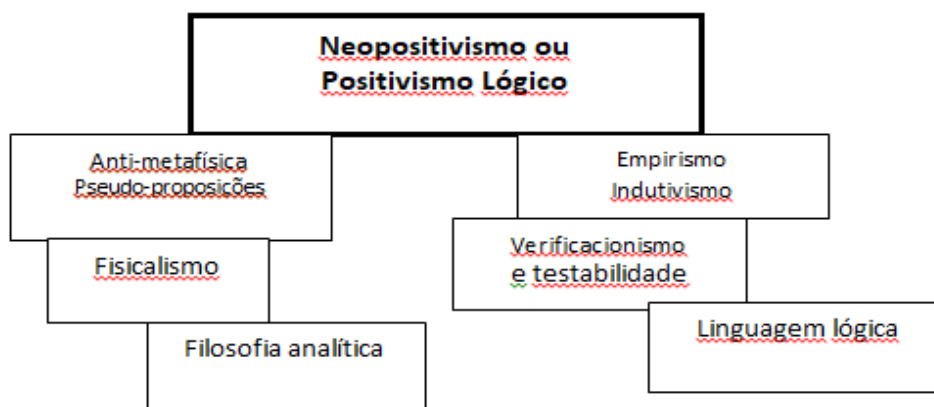
Na *A Superação da Metafísica pela Análise Lógica da Linguagem* (1932) procura demonstrar que as proposições da metafísica são carentes de “significado cognitivo”. Uma linguagem consiste em um vocabulário (palavra com significado) e uma sintaxe (obedece as regras de formação das sentenças). Caso não se observe uma dessas regras, nos deparamos com os pseudoenunciados, que são os enunciados sem significado, ambos encontrados na metafísica. O conceito tem que ter sentido e as proposições têm que ser empiricamente verificáveis.

Já a sua terceira fase, que seria a norte-americana, é marcada pelo artigo *Testability and Meaning*, cuja proposta é que os termos não contenham referência somente à linguagem, mas também às pessoas que usam a linguagem, sendo que, o que torna o enunciado científico, é o uso que os cientistas fazem dele (MORRIS, 1938, p. 63-75). A ida de Carnap para os EUA propiciou um frutífero intercâmbio entre o neopositivismo, filosofia analítica e o pragmatismo, sendo essa a corrente então dominante na área de filosofia da ciência nos Estados Unidos. Quando de sua chegada à Universidade de Chicago, foi recepcionado pelo filósofo e professor de semiótica Charles W. Morris, que havia apresentado um paper no *VIII International Congress of Philosophy*, realizado em Praga, no qual discutiu perspectivas para a união entre o pragmatismo norte-americano e neopositivismo do Círculo de Viena.

Carnap se deparara com uma nova realidade, uma tradição filosófica diferente daquela até então conhecida por ele, em que a filosofia científica era pragmática e exercia grande influência na sociedade, onde o debate sobre o afastamento da metafísica não fazia mais sentido. Influenciado pelas conversas com Morris, caminhou para a sua terceira fase, na qual

ele de certa forma, aprofundou e desenvolveu no *Testability and Meaning* o que já havia iniciado no *Logische Syntax der Sprache* publicado em 1934, na qual substituiu a exigência da “verificabilidade” pela “testabilidade”, que seria a possibilidade de teste e confirmação em lugar da verificação completa.

Na fase estadunidense, Carnap que em sua bagagem já incorporara o fenomenismo, o fisicalismo em 1931, o convencionalismo e a linguagem (significado, sintaxe e semântica) em 1932, conclui que a filosofia da ciência não pode ser baseada apenas na concepção de lógica como sintaxe e semântica, ela também deve ser pragmática.



Contrário ao empirismo verificacionista defendido pelos neopositivistas⁷³, sobretudo por Rudolf Carnap, em 1935 Popper publicou sua primeira obra, *A Lógica da Investigação Científica* em que faz uma análise crítica do método de investigação científica nas ciências empíricas, o método indutivo, onde as teorias e hipóteses são testadas e/ou refutadas experimentalmente. O seu interesse centrava-se em dois problemas: o “problema da indução” (verdade verificada do particular para o universal) e o “problema da demarcação” (distinção entre ciência e metafísica).

Segundo Popper o “problema da indução” também pode ser visto da perspectiva da validade ou verdade dos enunciados universais que encontrem base na experiência. Assim, não existe um princípio de indução que embase afirmações universais que possa ser sustentado logicamente, senão seria dedutivo e não indutivo, acrescentando que qualquer conclusão obtida desta maneira, “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).

⁷³ Ao contrário dos neopositivistas, Popper admite um valor à metafísica, porém, ressalta que ela não pode submeter-se às provas experimentais.

Popper (2013) denomina como “problema da demarcação” (que também foi um problema de Hume e Kant) o estabelecimento de critério que habilite à distinção entre de um lado, as ciências empíricas, a matemática e a lógica e de outro os sistemas metafísicos.

Diante disso, Popper (2013) propõe como critério de demarcação para determinar a validade científica que denominou de “falseabilidade” ou “refutabilidade” através do método hipotético-dedutivo, por meio do qual nenhuma teoria científica pode ser considerada como definitivamente provada e estabelecida, devendo ser considerada como conjectura, uma hipótese que poderá ser revisada e refutada à luz de uma nova teoria e/ou de novas evidências empíricas. O que a experiência e as observações do mundo real podem e devem tentar fazer é encontrar provas da falsidade daquela teoria.

Assim, para Popper (2013) as teorias nunca são empiricamente verificáveis, mas devem estar aptas a ser sempre falseáveis por testes que tentam negá-las, em lugar de comprová-las. Quando se refere à ciência, Popper assume que ela não se inicia com a experiência pura imediata, e, sim, por meio de colocações dos problemas teóricos. Uma vez que são os enunciados singulares que falseiam os enunciados universais, será científico todo enunciado que puder ser criticado, revisto e refutado.

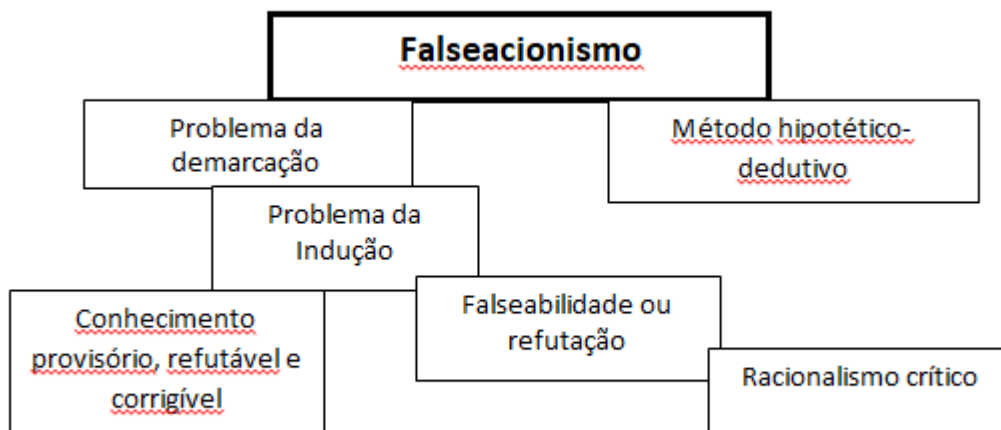
Neste sentido, uma vez adotada a tese da falseabilidade as teorias científicas, ou seja, todo conhecimento é provisório, refutável e corrigível, isto é, quando os enunciados destinados a derrubar a teoria não o fazem, atingimos uma teoria corroborada⁷⁴, e, quanto mais testável for uma teoria, mais corroborável ela será.

O que importa para Popper é a falseabilidade, visto que, todo conhecimento é baseado em conjecturas e refutações, isto é, tentativa e erro, onde este, em lugar de constituir uma falta ou uma falha de conhecimento, surge como uma etapa essencial do desenvolvimento científico.

Dessa forma, contra a postura dogmática neopositivista que busca verificar as leis para “confirmá-las”, o falseacionismo abre caminho para a crítica, de maneira que Popper (2013) propõe um racionalismo crítico que, ao contrário, busque “refutá-las” submetendo-as à prova dos testes, mesmo que a verdade seja inalcançável, mas, ainda assim, devemos nos aproximar dela por tentativas.

⁷⁴ Teoria corroborada não possui o mesmo sentido de verdadeira, mas sim de superada. “Uma teoria corroborada é superada por outra mais universal, mais abrangente, que além de ser mais testável, contém a anterior” (ARAÚJO, 2010, p.60). “Dizemos que uma teoria é corroborada enquanto ela resistir a esses testes [...]” (POPPER, 2013, p.233).

Embora a teoria de Popper seja densa e complexa, como diversas outras, possui limitações se pensarmos que o autor propõe a refutação de teorias logo nas suas primeiras formulações, que, num primeiro momento, podem vir acompanhadas de uma “aparente falsificação”, mas que adiante, se persistirmos na investigação podem significar avanços consideráveis para a ciência.



Thomas Kuhn físico teórico e historiador da ciência estadunidense, aluno e *fellows* em Harvard, professor das mais importantes universidades daquele país, dentre as quais, a Universidade da Califórnia, de Princeton e o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) onde encerrou a sua carreira acadêmica, ainda que não tenha sido o precursor, provocou uma verdadeira “revolução” na forma de se conceber a ciência.

Embora o seu primeiro livro tenha sido *A Revolução Copernicana*, publicado em 1957, foi a publicação do livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* em 1962 que o consagrou enquanto intelectual com destaque para as áreas de história e historiografia da ciência, no qual desenvolveu o seu pensamento em conceitos por ele forjados para a melhor compreensão do desenvolvimento científico, o fazendo, a partir de uma perspectiva historiográfica.

Muito embora Kuhn não tenha se referido expressamente em sua principal obra ao conhecimento científico como “construção social”, alguns autores concebem as suas ideias destinadas à compreensão do desenvolvimento científico pautado em fatores sócio-históricos, o que o transformou em referência para os debates realizados pelo Programa Forte ou conforme denominação “Construcionismo social” criada por Hacking (1999) no livro *The Construction Social of What?*

Kuhn (2013) a partir dos conceitos de “paradigma”, “ciência normal”, “crise” e “revolução” presentes na *Estrutura*, contribuiu para uma nova perspectiva sobre a natureza do desenvolvimento científico, dando grande contribuição à história e filosofia da ciência ao considerar que o conhecimento científico é influenciado por “fatores externos”, no caso, históricos e sociais.

“Ciência normal”, um termo, segundo Kuhn, estreitamente relacionado ao conceito de paradigma, que pode ser definido como o período em que é desenvolvida uma atividade científica baseada em determinado paradigma, iniciada pela convergência dos debates pré-paradigmáticos, passando ao paradigmático e consolidando-se com o compartilhamento de regras, práticas científicas, hábitos, tradições, pela comunidade científica (KUHN, 2003, p.30).

A ciência normal possui a característica da longa duração, sendo ela a base da manutenção do paradigma, é no curso da ciência normal que os cientistas desenvolvem e amadurecem suas pesquisas, e é quando se dá a atividade de resolução de “quebra-cabeças” (*puzzles*- enigmas), a partir das regras definidas pelo paradigma vigente, e ao se apresentarem sem solução ocorrem as “anomalias”, que resistem por longos períodos, até ocorrer uma crise, desembocando ou não numa revolução científica.

Não resta dúvida que os problemas, quebra-cabeças ou enigmas, pelos quais se interessam os praticantes da ciência normal, pressupõem a adesão a um paradigma, ou seja, resolvem as contradições, a luz das regras, crenças e tradições estabelecidas pelo paradigma vigente, não sendo os problemas capazes de promover uma mudança de pensamento, sendo o papel do cientista e da comunidade científica, portanto, “externos à ciência”, decisivos para a manutenção do paradigma.

Quanto ao conceito de “paradigma, Kuhn reconhece, com base no artigo de Margaret Masterman que preparou um índice analítico parcial” em “que o termo é utilizado em pelo menos vinte e duas maneiras diferentes” (KUHN, 2003 p. 228). Todavia, na introdução da *Estrutura* Kuhn definira paradigma como: “as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 2009, p. 13). No posfácio de 1969, feito em resposta aos seus críticos, Kuhn passou a chamá-lo de “matriz disciplinar”, que segundo ele, abarcaria todos os usos do termo ao longo de sua obra⁷⁵.

⁷⁵ Vejamos a posição de Kuhn a respeito: “Minha réplica, contudo, não pode terminar [...] a fim de considerar o problema dos paradigmas a que é dedicado o ensaio da Srta. Masterman. Concordo com a sua opinião de que o termo “paradigma” aponta para o aspecto filosófico central do meu livro, mas o tratamento que lá recebe é bem

A “crise” surge como possibilidade para o surgimento de um novo paradigma, mas nem toda crise conduz a uma mudança de paradigma. Quando no curso da ciência normal, determinado enigmas não conseguem ser solucionados e surgem as “anomalias” que em boa parte das vezes são mantidas de lado para não comprometer o paradigma, mas se debilitarem as regras de resolução “quebra-cabeças” que conduz à crise, possibilitando a aparição de um novo paradigma.

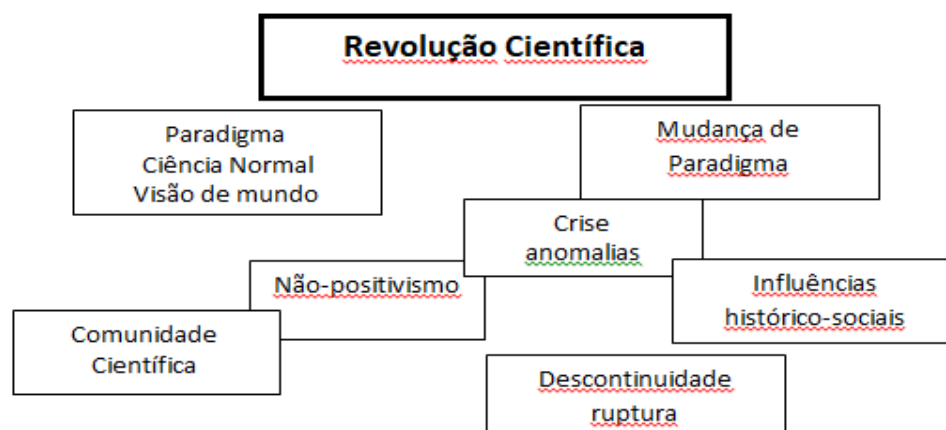
A crise se resolve quando surge um novo paradigma e conquista cada vez mais adeptos no seio da comunidade científica, até que, finalmente, abandona-se o paradigma anterior, constituindo o que o autor denomina de “revolução científica”. Substituir paradigmas antigos por novos exige uma estrutura complexa de mudanças não apenas quanto ao impacto da natureza e da lógica, mas envolve também persuasão nas argumentações dos cientistas, envolvendo ainda aspectos históricos.

A revolução científica em Kuhn, embora menos frequente, visto que, extraordinária, ocorre apenas em última análise quando a crise se estabelece e não se é possível sustentar o paradigma vigente. A revolução tem o papel de ruptura com o paradigma anterior, podendo vir de forma total, substituição de um pelo outro, ou parcial, quando alguns elementos do anterior ainda servem de base para o desenvolvimento do novo paradigma. As revoluções científicas são as mudanças na forma como os pesquisadores ou a comunidade científica concebem o mundo, não apenas como uma nova maneira de vê-lo e interpretá-lo, mas, mais do que isto, concebê-lo. Neste sentido, as interpretações de dados, concepção de experimentos e demais atividades realizadas no curso da ciência normal, somente fazem sentido dentro de um conjunto de significados possíveis de um determinado paradigma, mudando o paradigma, ou seja, ocorrendo a revolução, muda as interpretações até que surja um novo paradigma.

Por fim, o desenvolvimento científico para Thomas Kuhn se dá em duas perspectivas, uma ordinária, mais usual e cumulativa, a ciência normal e, outra, extraordinária, mais rara e não-cumulativa, as revoluções científicas. De um lado, a ciência normal estaria inserida no paradigma dogmático para o qual Kuhn utiliza-se da metáfora dos jogos (jogo de xadrez e *puzzles*), em que o cientista surge como um solucionador de quebra-cabeças, onde o paradigma adquirido a partir de uma preparação prévia fornece-lhe as regras e as peças do jogo que somente fazem sentido dentro de um conjunto de significados possíveis de um

confuso. Nenhum aspecto de meu ponto de vista evoluiu mais do que esse desde que o livro foi escrito, e o ensaio em pauta ajudou esse desenvolvimento” (KUHN, 2003, pp. 159/160).

determinado paradigma, de forma que a tarefa do cientista consiste em manipular as peças segundo as regras, de maneira a alcançar o objetivo em vista. Do outro, a revolução científica em Kuhn tem o papel de ruptura com o paradigma anterior, podendo vir de forma total, substituição de um pelo outro, ou parcial, quando alguns elementos do anterior ainda servem de base para o desenvolvimento do novo paradigma.



O matemático e filósofo da ciência húngaro Imre Lakatos (1922-1974), professor de Lógica na *London School of Economics (LSE)*, inicialmente adepto do falseacionismo popperiano, o levou a fazer uma revisão radical do critério de demarcação de Popper entre ciência e não-ciência, dando origem a uma nova teoria da racionalidade científica.

Com a publicação da ERC de Thomas Kuhn passa a considerar as ideias deste autor, sobretudo, no que diz respeito à história da ciência como esclarecedora do fato de que o falseamento não é uma ação cotidiana dos cientistas, como ele afirmava, consistindo em um enfrentamento entre duas teorias rivais e a experiência. Desta forma, as teorias rivais se confrontam com a experiência, onde uma é aceita e a outra é refutada, desta forma, a refutação de uma teoria depende do êxito da teoria rival, o que gera uma nova unidade de análise o: “Programa de Pesquisa Científica”, por ele apresentado no *International Colloquium in the Philosophy of Science* em 1965, com o *paper, Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes* e, posteriormente, em 1978 no livro *The Methodology of Scientific Research Programmes*.

Assim como Popper, Lakatos rejeita a lógica indutiva e afirma que os enunciados científicos não podem ser demonstrados e tão pouco, são verdades conclusivas, mas, são conjuntos de hipóteses que devem ser contrastadas empiricamente e se resistirem, aí sim, são corroboradas provisoriamente.

Há três formas de falseacionismo em Lakatos: o dogmático, o metodológico ingênuo e o sofisticado. Segundo o autor, Popper iniciou sua trajetória como “falseacionista dogmático” ao sustentar que as teorias podem falsear-se, porém nunca verificar-se, ou seja, se os fatos que proíbe forem empiricamente observados, ela estará rejeitada. Essa posição baseia-se em três pressupostos: o primeiro é que traz uma nítida demarcação entre enunciados teóricos e enunciados observacionais; o segundo, é que os enunciados observacionais são demonstrados pela experiência; e o terceiro, é que uma teoria será científica se possuir uma base empírica como conjunto dos falseadores potenciais de uma teoria, verificáveis pela experiência. Lakatos discorda desse critério de demarcação, uma vez que o falseacionismo dogmático não faz uma reconstrução racional da atividade científica.

Segundo Lakatos, o pensamento de Popper chegou ao que denominou de “falseacionismo metodológico ingênuo”, quando abandonou a crença de existir uma distinção natural entre enunciados teóricos e base empírica, para se admitir que todo enunciado da ciência é teórico e conta com um conjunto de falseadores potenciais cuja aceitação depende de convencionalismos. Tal critério de demarcação também sofre críticas por parte de Lakatos, devido ao excesso de convencionalismos, pelo que, assim como o dogmático, o metodológico ingênuo também não dá conta da história real da ciência. De acordo com Musgrave (2016), Lakatos dizia que “a história real é frequentemente uma caricatura de suas reconstruções⁷⁶ racionais” (MUSGRAVE, 2016).

Feitas as críticas ao pensamento popperiano, o “falseacionismo metodológico sofisticado” é o caminho adotado por Lakatos, no qual o critério demarcatório de cientificidade reside no conteúdo empírico corroborado por uma “série de teorias”, ou seja, por “uma sucessão de teorias e não uma teoria determinada que se avalia como científica ou pseudocientífica” (LAKATOS, 1970, p. 132) cujos elementos dessa série encontram-se conectados por uma “continuidade”⁷⁷ que os amarra em um “programa de pesquisa científica”, e, somente através destes se pode falar em descoberta de fatos novos.

Assim, no “programa de pesquisa científica” o que move o desenvolvimento científico é o pluralismo teórico, ou seja, a concorrência de programas de pesquisa, mesmo que conflitantes. Um “programa de pesquisa científica” consiste basicamente num núcleo

⁷⁶ “O uso do plural - “reconstruções” - é importante. Há mais de uma maneira de reconstruir racionalmente a história, e como você faz isso depende do que você considera racional e do que não é - depende, em suma, da sua teoria da racionalidade” (MUSGRAVE, 2016).

⁷⁷ Lakatos remete o conceito de continuidade ao conceito de ciência normal kuhniano por, segundo ele, possuir um papel fundamental na história da ciência.

duro, conjunto de regras teóricas protegidas por um cinturão e a heurística que é um conjunto de regras metodológicas.

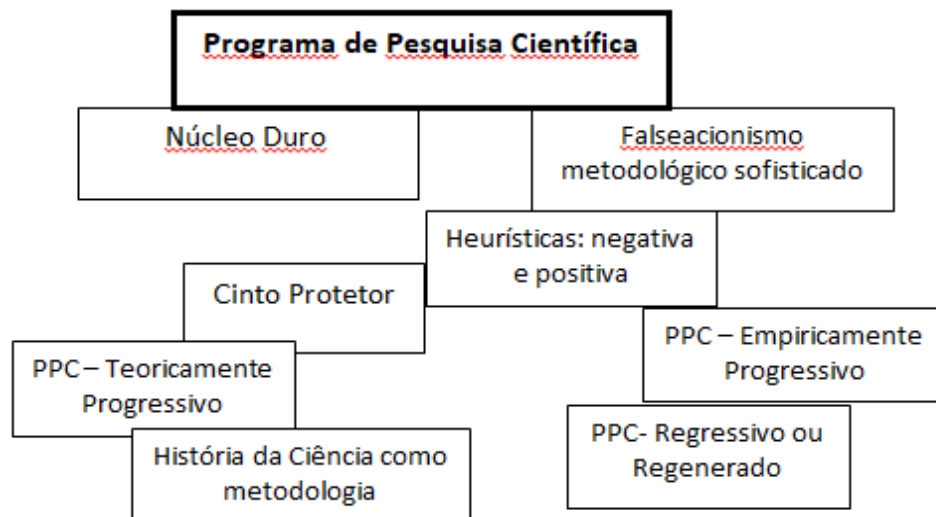
As teorias não devem ser examinadas de maneira isolada, ao contrário, devem estar integradas numa sequência de teorias que têm em comum um conjunto de hipóteses fundamentais que compartilham o mesmo “núcleo duro” (*hard core*), que é “convencionalmente” aceito, e, portanto, irrefutável por decisão provisória. Esse “núcleo duro” se mantém protegido por um “cinto protetor” (*protective belt*) constituído por hipóteses e teorias auxiliares que permanecem situadas ao seu redor.

As “heurísticas” também compõem o “programa de pesquisa científica” podendo ser negativa quando proíbe a refutação do “núcleo duro” ou positiva quando indica as transformações a serem feitas no “cinto protetor” para resolver, antecipar ou transformar anomalias em exemplos ratificadores, e, quando indica como conduzir a investigação à descoberta de novos fenômenos. Dito de outro modo, na "heurística negativa", diante de qualquer caso problemático, há a proibição de que seja declarado falso o "núcleo duro", devendo a falsidade incidir apenas sobre determinada hipótese auxiliar (pode ser mais de uma) do cinto protetor. Já a "heurística positiva" orienta as modificações a serem feitas no "cinto protetor", com o objetivo de superá-las.

Lakatos classificou os “programas de pesquisa científica” em “teoricamente progressivo” quando as modificações no “cinturão protetor” levam a novas previsões; “empiricamente progressivo”, quando algumas das novas previsões são corroboradas; e “regressivo ou degenerado”, quando os ajustes no “cinto protetor” não resultam em previsões de fatos novos, ou se resultam, estes não são corroborados.

Seja qual for a noção de verdade e realidade, para Lakatos o conhecimento se desenvolve por acumulação, para o qual a história da ciência possui um papel fundamental como metodologia de análise que nos permita perceber que hoje sabemos mais do que sabíamos no passado, e, certamente, no futuro, saberemos mais do que sabemos hoje. A metodologia de Lakatos consiste no exame das sequências de teorias do passado.

Desta forma, em Lakatos, o estudo histórico de caso de ciência deve dar uma descrição racional do caso e procurar compará-la com a história real. Nessa comparação a crítica deve recair tanto na descrição racional por ausência de historicidade quanto na história real por falta de racionalidade, com destaque para o fato de que a história da ciência é mais rica que suas reconstruções racionais e, por isso, a metodologia de Lakatos propõe a complementação de uma história empírica e ao mesmo tempo “externalista”.



A partir do recorte temporal adotado, cujo marco inicial foi o século XVII, procuramos identificar no pensamento de cada cientista e/ou pensador a sua concepção de ciência e visão de mundo a partir do seu contexto, cujo movimento próprio da história e do pensamento revela o critério de desenvolvimento da própria ciência, que a cada mudança de teorias e métodos ou de suas reflexões, seja por refinamento, descontinuidade, ruptura, mutação ou revolução, sobre eles impactaram, possibilitando novos debates e descobertas.

Identificar o **conceito de ciência**, o **método e teoria** e os **critérios de cientificidade** desenvolvidos pelos cientistas e pensadores a partir de um espectro mais amplo do que a visão consensual reducionista e parcial defendida por autores como Lederman (2007), significa redimensionar a ciência e compreender a epistemologia a partir de uma integridade ou inteireza possível.

Portanto, conhecer e compreender o máximo de teorias pertencentes a distintas epistemologias é um caminho factível para o acesso ao conhecimento possível e suas complexidades multidimensionais, que apenas tornam-se aparentes identificando os tensionamentos entre as teorias e epistemologias. Além disso, é importante destacar que os cientistas e pensadores abordados neste capítulo não foram os únicos responsáveis pelo desenvolvimento científico, existindo muitos outros atores igualmente relevantes, mas que os recortes históricos por diversas razões não consideraram, além dos ditos “fatores externos” que contribuiriam para o desenvolvimento científico e impactaram no pensamento e na prática científico. Perceber essa dinâmica e amplitude contribui para compreender que a epistemologia científica para ser inteira e atingir a sua “completude” ou “integridade” é reconhecer a multiplicidade de suas teorias e métodos e a multiplicidade temporal.

2.3 Afinal, o que é a Natureza da Ciência?

Resgatando mais uma vez o pensamento de Martins (1999) para quem a NDC pode ser vista e analisada de variados pontos de vista, dentre eles, da perspectiva “analítica” sobre “o que poderia ou não ser a ciência” e da perspectiva “empírica” e “axiológica” sobre “o que tem sido a ciência e o que deveria ser a ciência”, o que ao final nos permite questionar: o que é a NDC?

Iniciemos pelo **ponto de vista analítico**, ou seja, “o que poderia ser a ciência? O que não poderia ser a ciência?” Esse ponto de vista parte do pressuposto que é possível conceber a existência de “vários tipos de conceito de ciência” e que deve observar determinados aspectos: **(i)** os conceitos que já existiram, isto é, como a ciência foi concebida nas variadas épocas; **(ii)** que o conceito de ciência não pode ser arbitrário, devendo possuir os critérios de adequação de acordo com a época; **(iii)** e que o conceito deve considerar qual é o conhecimento possível.

Na linha do que propõe o autor utilizado para estruturar esse capítulo, identifica-se no item 2.1 dedicado à demarcação do conceito de ciência, que do ponto de vista analítico sobre o que poderia ou não ser a ciência, existe um pluralismo conceitual de ciência ao lado de uma multiplicidade temporal que denota como a concepção de ciência é dinâmica e se modifica nas variadas épocas, conforme identificado no item 2.2 dedicado ao ponto de vista empírico, sobre o que tem sido a ciência.

Embora Martins (1999) defenda que o ponto de vista axiológico, sobre o que deveria ser a ciência, não corresponda ao “*o que* e ao *como*” foi a ciência ao longo da história, haja vista que uma resposta axiológica não deve ser baseada em fatos, mas ao contrário, na avaliação e julgamento de valores, percebe-se a existência de um imbricamento entre os pontos de vista analítico e empírico dos quais os axiomas são parte integrante, visto que os valores não podem ser descolados da realidade.

Até o momento, mesmo antes de tratar da NDC à luz da dimensão histórica da ciência está clara a existência das múltiplas e variadas teorias, epistemologias e visões de mundo, bem como, da multiplicidade temporal, que denota que parte significativa dessas correntes não ficou no passado, mas coexistem, ainda que pareçam contraditórias, colocando em questão a mudança de paradigma por meio das revoluções científicas preconizada por Kuhn.

Desvelar as multidimensões da ciência e sua complexidade, sem dúvida, dificulta a compreensão de professores, cientistas e também estudantes acerca da NDC - tão mais fácil seria a adesão à “visão consensual” sugerida pelos autores que abordam o ensino de ciências - que se veem em terreno movediço desprovido de ancoradouro que lhes dê a segurança necessária para compreensão da ciência e de suas questões epistemológicas envolvendo

teorias e metodologias. Aliás, em tempos de discussões acerca do pós-moderno⁷⁸ para o qual o fim das metanarrativas é a sua característica mais marcante, a situação torna-se ainda mais complexa no sentido de termos que nos livrar do “rótulo” de pós-modernos, apenas por identificarmos que aproximarmos do real implica em conceber o conhecimento científico em sua multiplicidade, ainda que se apresente como uma grande massa disforme de aparência homogênea, que ao mesmo tempo, nos inquieta e nos paralisa diante dos variados caminhos possíveis, dando à ciência uma aparência de extrema relatividade e falta de objetividade.

Mas vejamos de outra perspectiva. A natureza até então controlada ou “domesticada” pela ciência deixa agora emergir a sua complexidade emaranhada na tentativa de aproximar-se ainda mais do real. Mas, como lidar com a questão diante de uma realidade tão complexa? Algumas medidas prefaciais são fundamentais, tais como: observar a dinamicidade, considerar os erros, falsos, anomalias, buscar compreender a natureza da ciência e a natureza e não apenas tentar explicá-la e, sobretudo, admitir que não se conhece a totalidade, daí conceber as verdades como provisórias. A resposta de Videira (2020) a partir da indagação sobre “o que é ciência e qual é a sua natureza?” converge para este debate e reafirma a relevância da história para a compreensão da NDC complexa intrincada à existência, ele acrescenta que “a melhor maneira de responder a essa pergunta é através da percepção, compreensão e descrição dos processos pelos quais a ciência foi realizada, foi transformada”, e destaca que “as formas atuais adquiridas pela ciência durante seu processo de desenvolvimento não são definitivas. Essa ideia de que não é definitiva é muitas vezes melhor elaborada pela história”, que possui uma “diversidade apropriada [que] é intrínseca a ela”, e conclui que essa “diversidade parece, na minha opinião, tornar a história da ciência um elemento inevitável quando se trata de entender a natureza da ciência” (VIDEIRA, 2020, p.112).

⁷⁸ O conceito forjado por Jean François Lyotard traduz bem o sentido do pós-moderno, embora o tenha restringido ao campo do conhecimento. Para ele é o “estado da cultura após as transformações que afetaram as regras dos jogos da ciência, da literatura e das artes a partir do final do século XIX. [...] essas transformações serão situadas em relação à crise dos relatos” (LYOTARD, 2009, p.xv), mas, por certo, não há um consenso sobre o assunto. O pós-moderno foi e é debatido por diversos autores das mais variadas formas, o que não os torna pós-modernos, muitas vezes atuando como críticos. Dentre esses autores destacamos: Friedrich Nietzsche com o “nihilismo” e o “eterno retorno”; de certa forma o “novo espírito científico” de Gaston Bachelard; Martin Heidegger com a “destruição da metafísica”; Jacques Lacan trouxe o “inconsciente estruturado como linguagem”; “Foucault e as diversas contribuições ao “pós-estruturalismo”; Jacques Derrida e a “desconstrução da metafísica da presença”; a “desterritorialização” de Giles Deleuze e Félix Guattari; Zygmunt Bauman a partir do conceito de “modernidade líquida”; Jean Baudrillard com o “simulacro”; o “capitalismo tardio” de Fredric Jameson; o “fim da modernidade” de Gianni Vattimo; Anthony Giddens com a “modernidade tardia”; a “sociedade pós-industrial” de David Harvey; o “descentramento do sujeito” com Stuart Hall; a “hipermodernidade” para Gilles Lipovetsky; e o “anarquismo epistemológico” de Paul K. Feyerabend.

Não conceber a NDC a partir da “visão consensual”, mas, ao contrário, concebê-la a partir da integridade da ciência, isto é, considerando sua inteireza e completude (inacabada e em movimento), além de reconhecer a heterogeneidade, multiplicidade, complexidade e multidimensionalidade, significa também considerar a coexistência de teorias e epistemologias e/ou os impactos recíprocos entre elas, assim como, a existência de variadas dimensões da ciência. Os consensos são reducionistas, estáticos e contribuem para impor crenças e dogmatizar a ciência e sua natureza, além de eliminar a possibilidade de posições contrárias e debates acerca do conhecimento científico, imprimindo caráter impositivo aos leitores, estudantes e professores, mantendo a ciência no método explicativo e, ao mesmo tempo, se fechando para o método compreensivo.

A parcialidade da visão da NDC proveniente dos consensos vai ao encontro da crítica de Sócrates no diálogo platônico *Teeteto*, no qual Platão descreve o diálogo entre Sócrates e o matemático *Teeteto*, em que o primeiro pede uma definição específica do que seria “conhecimento” que pudesse ser elaborada através de uma única definição, de maneira a contemplar as diversas formas de conhecimento. *Teeteto* respondeu: “[...] que aquele que conhece qualquer coisa, percebe o que conhece; e, como parece no momento, o conhecimento não passa de percepção” (PLATÃO, 2007, p. 56). Com essa resposta, *Teeteto* afirma que conhecimento (*episteme*) é percepção, sensação (*aisthesis*). Utilizando-se da “maiêutica”, Sócrates perguntou: como poderia o conhecimento ser reduzido à percepção se as percepções de alguns indivíduos são diferentes das percepções de outros? Se cada um capta e processa as informações de uma forma? Se existe um vir-a-ser, onde as coisas estão em movimento, onde nada é permanente, de maneira que o que é perceptível no presente não o será para sempre? E se somos capazes de por meio da memória lembrarmos das percepções sem estar na presença destas sensações? Com essas reflexões acerca da resposta reducionista de *Teeteto*, Sócrates quis dizer que ele concebeu o conhecimento a partir de uma visão de mundo que contemplou apenas o que estaria no campo das sensações e percepções - para a Ciência Moderna estaria próximo ao empirismo - sem se dar conta de que, já naquela época o conhecimento também passava pelo mundo do pensamento e das ideias, que para Platão era o mundo inteligível.

A definição de NDC reduzida aos consensos indica uma única direção, ou seja, aquela pré-estabelecida, retirando a possibilidade de acesso ao conhecimento possível de forma íntegra. E mais, a ciência moderna desconfia das certezas, dos consensos e da ausência de crítica, uma vez que segundo Chauí (2010), ao contrário do senso comum que apenas vê fatos e acontecimentos, a atitude científica vê problemas e obstáculos, que carecem de investigação e compreensão.

Os “desencontros” entre as visões de cientistas, filósofos, professores e estudantes e posteriores consensos acerca da NDC, denotam uma dinamicidade que à luz da dimensão histórica da ciência, igualmente dinâmica, aponta para a possibilidade de uma “Natureza da Ciência atual” ou “contemporânea” cujas características mais marcantes são, dentre outras, o pluralismo de concepções sobre a ciência (e coexistência), multiplicidade temporal e multidimensional. A NDC é complexa e composta por visões e perspectivas heterogêneas, é dinâmica e está em constante movimento, sendo incompleta e, portanto, em constante devir. Vista desta forma, a NDC demonstra que a ciência não possui apenas natureza explicativa, “Método Nomotético” (leis que regem os fenômenos naturais), mas possui também uma natureza compreensiva “Método Idiográfico” (modelo compreensivo aplicado às ciências humanas), até o momento, vistos como dicotômicos.

Assim, o que pode ser ou não a NDC afinal? Num primeiro momento é essencial reconhecer que ela não é e não pode ser concebida de maneira simplista, reducionista e parcial, ao contrário, é heterogênea, complexa e detentora de multiplicidades que propiciam tensões e coexistência de teorias e epistemologias.

Vislumbra-se unidade na diversidade, uma vez que as epistemologias não são excludentes, assim, como, de outro lado, há uma diversidade nessa unidade. Ter essa consciência, segundo Adúriz-Bravo (2001) não se mostra apenas interessante para a transposição didática, mas, sobretudo, para uma “reconstrução cognitiva” das ciências que implicará numa educação científica “íntegra”, completa (porém inacabada) e consistente, para que o conhecimento não continue sendo transmitido como acabado, mas aberto e em constante movimento.

Por fim, a adoção ou adesão aos consensos e axiomas impostos, pré-estabelecidos nos mantem prisioneiros da “caverna platônica” onde as sombras são tomadas por realidade, muito embora estejamos ávidos pela luz, ou seja, por desvendar as próprias coisas (que se apresentam como possíveis). Por certo que conhecer o novo traz consigo o desconhecimento, tal qual a reação dos prisioneiros quando um dos seus regressa do contato com a realidade. Poderá tornar-se objeto de escárnio ou silenciamento, mas se considerado, poderá conduzir ao esfacelamento dos dogmas abrindo a questão ao debate, não significando com isso, o triunfo do prisioneiro que se libertou, mas apenas a possibilidade do debate de maneira ampla em “integridade” dinâmica e em sua completude possível e, sobretudo, não restrito apenas às sombras projetadas. Daí, o papel da história e a relevância do percurso pelos caminhos da dimensão histórica da ciência.

CAPÍTULO III

3 PERCORRENDO VEREDAS ENTRE O EPISTEMOLÓGICO, O HISTÓRICO E O ONTOLÓGICO-EXISTENCIAL

3.1 Demarcação conceitual como pressuposto para a compreensão da Natureza da Ciência da perspectiva da Dimensão Histórica

Os autores especialistas em ensino de ciências discutidos no primeiro capítulo alinham-se a Thomas Kuhn ao conceberem a história como portadora de papel fundamental para a transformação da imagem de ciência. Contudo, esses autores não enfrentaram a base conceitual que compõe o campo científico da história, o que traz consequências para a compreensão da ciência em sua dimensão histórica, com tendências a concebê-la de modo reducionista, como história de senso comum e amorfa, na maioria das vezes desprezando o seu escopo teórico-metodológico de forma a restringir seus usos e possibilidades. Mesmo assim, esses autores apresentam aspectos que julgam relevantes no papel da história para a ciência, que em síntese, classificamos em três **aspectos gerais**:

Quadro 14 - Papel da história para a ciência entre os autores que defendem a compreensão da NDC

1) uso da história para compreensão da NDC;
2) uso da história como recurso didático-pedagógico no ensino de ciências;
3) relevância para a contextualização histórica da ciência.

Fonte: Elaboração da autora.

Nas três situações o que se vislumbra são possibilidades de uso prático para a história, concebendo-a de modo acessório, como ferramenta facilitadora do aprendizado, o que é uma saída interessante, embora controversa, quando se pretende apenas aplicá-la visando obtenção de resultados (que nem sempre são favoráveis, porque muitos alunos que optam pelas ciências da natureza não gostam de história), mas que não atinge o principal objetivo que é compreender a ciência e a sua natureza. Todavia, quando aplicada com esse objetivo fica restrita à contextualização e não ao seu uso considerando os tensionamentos próprios do campo científico, como a questão temporal, a memória, a narrativa ou a problematização, dentre outros.

Dá a importância de se resgatar os “historiadores ausentes” de que trata Maia (2013), no sentido de intensificar as pesquisas para trazer a lume questões intrínsecas ao campo científico da história que possam contribuir para delimitação do campo científico da história

da ciência com vistas a apresentar novas possibilidades para o papel da história na compreensão da ciência, da sua natureza e da educação científica:

Como consequência dessa inquietação de “historicizar” as ciências, este trabalho alerta para a necessidade de critérios e parâmetros conceituais que promovam uma base teórico-metodológica para os estudos de história das ciências constituírem-se como atividade efetivamente integrada ao território da disciplina da história. Ainda que haja uma grande e respeitável produção de historiadores profissionais sobre o tema “história das ciências”, ela é insuficiente. Sabidamente, esta subárea constituiu-se com independência, mantendo sua autonomia acadêmica em relação à ciência histórica. Essa autonomia traduziu-se em recortes temáticos particulares e formulações conceituais bastante próprias. O corpo de seus profissionais agrupou-se em sociedades e congressos específicos, formando um círculo de pesquisadores cuja produção transita por seus próprios periódicos. (MAIA, 2013, p. 22). (Grifamos).

E Maia denuncia: “O que é a história das ciências? Uma história sem a história? Ela é o quê? Talvez, simplesmente, uma história de historiadores ausentes...” (MAIA, 2013, p.11). Acrescenta que é “formada basicamente por filósofos e cientistas” e guarda mais “proximidade com a filosofia da ciência e com a ciência historiada [feita nos respectivos departamentos] do que com a história propriamente dita” (MAIA, 2013, p. 23), por isso além da abertura por parte dos cientistas teóricos e filósofos da ciência é essencial que historiadores vejam “a atividade científica como um objeto histórico” e que não haja “resistência dentro dos departamentos de história para a entrada da ciência entre seus objetos de pesquisa” (MAIA, 2010, p.8).

Em recente entrevista do filósofo e historiador da ciência, prof. Augusto Passos Videira, concedida aos professores Ivã Gurgel e Heráclito Tavares e publicada em *Transversal: International Journal for the Historiography of Science* (Vol.8, 2020), Videira (2020) se alinha a esse pensamento ao defender que cientistas, independentemente de suas áreas de formação, podem falar sobre sua própria prática, o que usualmente ocorre, contudo, “sobre o que eles falam, a maneira como falam e o que descrevem como sua prática parece insuficiente, porque eles não têm formação em filosofia e história da ciência⁷⁹.” (VIDEIRA, p.116, 2020).

De outro lado, numa perspectiva mais geral, Condé (2017a) defende que é preciso cada vez mais educar em história da ciência (e também a filosofia da ciência), pois assim, o

⁷⁹ “but what they talk about, the way they talk and what they describe as their practice seems to be insufficient, because they do not have a background in philosophy and history of science.” (VIDEIRA, 2020, p.116).

cidadão poderá obter com o auxílio da reflexão uma chave para pensar a sua própria condição de homem moderno fruto da sociedade tecnocientífica.

Para retirar da história o papel reducionista em que se encontra, na qual atua como mera coadjuvante da ciência com o atributo acessório de servir de compreensão da ciência e de sua natureza ou como ferramenta didático-pedagógica para viabilizar a educação científica e torná-la mais atrativa, ou ainda, como mera contextualizadora de eventos científicos analisados numa linha imaginária do tempo (linear, contínua ou descontínua) em seu viés cronológico e anedótico - atualmente representado pela expressão “para saber mais” utilizada nos livros didáticos em que remete a períodos históricos ou filmes que possam auxiliar no conhecimento do momento histórico da “descoberta científica”⁸⁰, será preciso verticalizar, ou seja, compreender a sua “identidade” e suas “crises”, e, o caminho adotado é trazer à tona problemas e demarcar conceitos.

Restringir a história a essa via utilitarista, pragmática e acessória inserindo-a apenas no campo didático-pedagógico, ao considerar o seu papel para a educação científica evidencia a necessidade de discussão que possibilite emergir novos caminhos que contribuam para o desenvolvimento da área, bem como, o enfrentamento de problemas que representem entraves para uma educação mais inclusiva, democrática e de qualidade, tomando como ponto de partida o que já está pacificado entre os autores, qual seja, a necessária compreensão da NDC por parte de professores(as) e estudantes.

Dito isso, a proposta é investigar neste capítulo o papel da história para a ciência e a compreensão de sua natureza. O primeiro objetivo é investigar se a história como compreensão da NDC surge apenas como ferramenta pedagógica, sintetizada pelos três “aspectos gerais” extraídos do pensamento dos autores da área de ensino de ciências, ou se a história está presente na epistemologia como “constitutiva” da ciência, ou seja, se é a ela imanente e não apenas adicional ou acessória como é o caso do seu uso como ferramenta pedagógica.

Todavia, deslocar o papel da história do campo pedagógico para o epistemológico - marcado pela ontologia e historicidade - requer a adoção de alguns pressupostos capazes de tornar inteligíveis os campos da história e da história da ciência, para em seguida, tratarmos

⁸⁰ O termo descoberta é utilizado apenas de forma didática, sem perquirir acerca da gênese do fato científico, se construído ou descoberto, bem como sem perscrutar sobre a distinção promovida por Hans Reichenbach no livro *Experience and prediction: an analysis of the foundations and the structure of knowledge* [1938] o “contexto da descoberta” (que é quando o cientista chega à sua teoria ou descoberta) e o “contexto da justificativa” (maneira como o cientista justifica a sua teoria perante os pares em busca de legitimidade).

de alguns conceitos que constituem os pilares da história, dentre os quais, o principal deles: o tempo.

3.1.1 A identidade da história da ciência: demarcando conceitos de história, história da ciência, historiografia e historicidade

Sob a denominação “história da ciência” abrigam-se discussões que contemplam debates filosóficos, sociológicos, históricos e historiográficos sem limites muito claros entre as disciplinas⁸¹ e por vezes sem o necessário diálogo para enfrentamento de questões conceituais inerentes ao campo científico da história que deveria servir de referência para a história da ciência. De maneira adversa, a filosofia e a sociologia possuem delimitação mais clara acerca de suas teorias e metodologias, a exemplo das discussões dos filósofos Gaston Bachelard (1884-1962) e Karl Popper (1902-1994) que trouxeram a cena debates próprios da filosofia, como reflexões sobre a questão da verdade científica, realismo, relativismo, objetividade, ou ainda, do sociólogo e antropólogo Bruno Latour (1947) que inseriu os estudos etnográficos nas análises do desenvolvimento da ciência.

Videira (2004) adverte que uma pergunta “merece ser feita: quem faz história da ciência?” Ele destaca se adotarmos como base as origens acadêmicas dos historiadores, encontraremos “majoritariamente cientistas, filósofos e historiadores. Ou seja, a história da ciência é algo que é produzido por pessoas com as mais variadas formações, o que faz dela uma área com problemas de definição” (VIDEIRA, 2004, p. 290). Desta forma, a “história da ciência parece, portanto, não constituir a sua identidade através de um corpo de conhecimentos e métodos coerentemente estruturados”. (VIDEIRA, 2004, p. 291).

A obra de Thomas Kuhn, *Estrutura das Revoluções Científicas*, bem como as fortes reações a ela, contribuiu para chamar atenção para o papel da história para a ciência e proporcionar reflexões acerca da relação entre história e história da ciência, mais tarde realizada por Kuhn no artigo *The Relations between History and History of Science* [1971]. De acordo com Videira (2007) a impressão é que a “história da ciência passa por um período de transformações conceituais e metodológicas” e “[...] persistem dúvidas em relação aos seus “verdadeiros” objetivos, bem como em relação aos métodos adequados para realizá-los”. (VIDEIRA, 2007, p.111). A história da ciência viu-se envolvida num problema de identidade sem critérios

⁸¹ Não se trata de defesa da compartimentalização em disciplinas, mas apenas do reconhecimento da existência de discussões próprias de seus campos que precisam ser observadas e enfrentadas, cujos limites e fronteiras disciplinares não se constituam em barreiras, e sim, em pontos de contato, de modo a incentivar a interação e o intercâmbio mútuo, conferindo fluidez. No caso da história e da filosofia, por exemplo, Imre Lakatos (1922-1974) reconheceu esse movimento quando assumiu que a “Filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a História da ciência sem a filosofia da ciência é cega”(LAKATOS, 1998).

demarcatórios claros, causando a sensação⁸² de “crise de identidade” (VIDEIRA, 2007, p.112) decorrente da tensão entre pelo menos dois modos de se fazer história da ciência, de um lado, o modo dos cientistas e ao mesmo tempo atores (e autores) da história da ciência, e do outro, a perspectiva historiográfica dos historiadores e sociólogos (VIDEIRA, 2007, pp.112 e 114). Na apresentação do seu livro, Maia (2013) também argumenta que há “uma crise de identidade na história das ciências que se mostra hesitante ante a indefinição de papéis que lhe são atribuídos” (*sic*) (MAIA, 2013). Em recente publicação, Condé (2017a), identifica o problema de identidade quando confronta o que denomina “Ídolo da instituição” sobre o qual paira o debate acerca da legitimidade do departamento acadêmico para a prática da história da ciência, muito embora, essa questão não se apresente como um problema para o autor, uma vez que este aponta o caminho consensual como possibilidade.

É fundamental que a história da ciência adote seu escopo de análise e escrita a partir do aparato conceitual e metodológico da história, fazendo frente à denúncia de Maia (2013) e Vieira (2014) de que a ausência de diálogo entre a história da ciência e a história⁸³ conduz aquela, a tratar a história não como campo disciplinar detentor de escopo teórico e metodológico, mas como amorfa e disforme suscetível de ser apropriada pela história da ciência, que por sua vez, não possui desenvolvimento sistematizado do campo capaz de

⁸² Sensação semelhante parece vivenciar os estudiosos em ciência-tecnologia-sociedade (original em língua inglesa: *Science-Technology-Society – STS*) surgidos no contexto mundial nas décadas de 60 e 70 em decorrência das preocupações com o desenvolvimento científico e tecnológico de armas nucleares e químicas (AIKENHEAD, 1994) e também em decorrência da preocupação com a degradação ambiental (CTSA). De acordo com Décio Auler, Walter Antônio Bazzo (2001) e Wildson Santos, Eduardo Mortimer (2002), no final da década de 70 os estudos CTS, inclusive no Brasil, ainda que tardiamente, apontaram para novos rumos, com destaque para as contribuições ao ensino de ciências. Todavia, o movimento, embora possua referencial teórico próprio, com autores em comum com o campo da história da ciência (Thomas Kuhn é um deles) assemelha-se à história da ciência em relação à crise de identidade vivenciada, a começar pela forma com a qual se autodenominam, ora como movimento, ora enfoque, currículo ou abordagem, fato este que demonstra o caráter de transversalidade do movimento, cujo foco está no desenvolvimento de ferramentas metodológicas e pedagógicas, o que compromete discussões teóricas fundamentais para o desenvolvimento do campo científico.

⁸³ Maia (2013) destaca a *Revue de Synthèse Historique* criada por Henri Berr em 1900 como responsável pela aproximação entre história e história da ciência: “Apoiada na ideia de interdisciplinaridade, essa revista sempre abriu grandes espaços para artigos de história das ciências, além de ser um marco na gestação da revista *Annales*” (MAIA, 2013, p.22). Vieira (2014) se alinha ao pensamento de Maia (2013) e destaca a relevância da Revista *Synthèse* e o espaço interdisciplinar no *Centre International de Synthèse* proporcionado pelos Seminários de *Synthèse* que adotavam o diálogo entre disciplinas, inclusive com a área de ciências da natureza, revelando questões comuns resultantes da *interscience* que comporiam as sínteses. O *Centre* era dividido em 03 seções: sob a direção de Henri Berr e Lucien Febvre funcionava a seção de síntese histórica; a seção de ciências da natureza, dirigida por Abel Rey; e, a seção de síntese geral. A seção de síntese histórica era dividida em sete comitês: história, teoria e metodologia, sociologia, psicologia, geografia, etnografia e história das ideias. A seção de ciências da natureza era dividida nos comitês de matemática, astronomia, física e química, biologia e, posteriormente, esta seção passou a possuir a subseção de filosofia da ciência. No *Bulletin* publicado em dezembro de 1928 Henri Berr anunciara que o *Centre* seria composto pela quarta seção - a de “história da ciência”. (VIEIRA, 2014, p.46).

colocar em disputa teorias e metodologias com vistas a assegurar a investigação histórica propriamente dita, de modo a distanciar-se das investigações filosóficas, sociológicas ou dos cientistas teóricos acerca do desenvolvimento da ciência que restringem as discussões “ditas históricas” à questão filosófica da verdade, do realismo, da objetividade ou relativismo científico, por exemplo.

De acordo com Maia (2013) há um recíproco distanciamento e desconhecimento de metodologias e problemas desenvolvidos tanto por historiadores *tout court* quanto por estudiosos da área científica, “formada basicamente por filósofos e cientistas” de forma a guardar mais “proximidade com a filosofia da ciência e com a ciência historiada do que com a história propriamente dita” (MAIA, 2013, p. 23) e citando Barradas acrescenta:

Todos sabemos que normalmente o historiador da ciência não tem a preparação científica que lhe permite dominar, por exemplo, a física Einsteiniana. É esta a razão porque os historiadores da Ciência Contemporânea são sempre cientistas, físicos, matemáticos, etc. [...] Entretanto, tal como os historiadores da Filosofia, (também como) têm o gravíssimo senão de não saberem o que é História. [...] Mas, tal como os ditos historiadores dos Departamentos de Filosofia ou os cientistas aposentados, também não sabem o que é História (BARRADAS *apud* MAIA, 2013, p. 26). (Grifamos)

Como uma das várias soluções para o problema de identidade da história da ciência, de um lado, na história da ciência, é relevante que seja revisto “o corpo de seus profissionais [que] agrupou-se em sociedades e congressos específicos, formando um círculo de pesquisadores cuja produção transita por seus próprios periódicos” (MAIA, 2013, p.22), e do outro, que os historiadores vejam “a atividade científica como um objeto histórico” e que não haja “resistência dentro dos departamentos de história para a entrada da ciência entre seus objetos de pesquisa” (MAIA, 2010, p.8). É um movimento recíproco. De um lado cientistas teóricos que fazem história da ciência devem aproximar-se da história e do outro, historiadores devem aproximar-se da história da ciência, sendo que todos estão aptos a fazer história da ciência ou investigar a ciência de uma perspectiva histórica, o que se chama a atenção é para o fato de que as teorias e metodologias da história devem integrar os debates, afinal, história da ciência é história.

Também em tom conciliatório, Videira (2020) apresenta como alternativa para o Brasil a ampliação de parcerias e fortalecimento do campo da história da ciência no país, sendo que “esse diálogo precisa ser incentivado”⁸⁴ (VIDEIRA, 2020, p. 117), para isso, é

⁸⁴ “Therefore, this dialogue needs to be encouraged”. (VIDEIRA, 2020, p. 117).

[...] importante quebrar a resistência interna de ambos os lados. Quando digo os dois lados, quero dizer o lado dos cientistas e o lado dos historiadores e filósofos. Eu acho que todos precisam reconhecer que refletir sobre a ciência deve ser uma atividade coletiva. Nenhuma voz tem mais autoridade que outra quando se fala sobre a natureza da ciência.⁸⁵ (VIDEIRA, 2020, p. 116).

Apresentadas as considerações acerca da “crise de identidade” da história da ciência, retornemos aos pesquisadores da área de educação científica. Os partidários da “visão consensual” ou até mesmo seus comentadores e críticos ressaltam a importância da história da ciência para o ensino de ciências, inclusive no formato de disciplina, contudo, não discutem ou apontam aspectos teóricos e metodológicos balizadores do campo científico. A postura adotada mostra-se impositiva e dogmática, na qual a história da ciência de cunho cientificista, por consenso, é substituída por outra detentora de verdades relativas, o que em historiografia da ciência corresponderia, respectivamente, de um lado ao neopositivismo, e do outro, ao relativismo científico. A ausência de análise problematizada dos eventos científicos em sua dimensão histórica contribui para a substituição de uma visão dogmática por uma “nova” visão de ciência parcial e deformada, o que também a torna dogmática e potencialmente dominante em substituição à atual que se pretende combater.

A carência de rigor conceitual de algumas análises no campo da análise da história da ciência e os seus “problemas de definição” passam também pela ausência de delimitação dos conceitos de história, historiografia e historicidade, que se analisados a partir das discussões promovidas no campo da história em comparação aos poucos debates em história da ciência, em ambos, está clara a existência da diferença conceitual que, no caso da história da ciência, encontra-se fora do horizonte de discussão em considerável número de escritos, mas que é essencial para a compreensão da ciência, do seu desenvolvimento e da sua Natureza.

Vale mencionar que algo semelhante havia ocorrido com as ciências humanas em seu processo de autonomização em relação às ciências da natureza. No caso da história, em oposição ao positivismo francês, o historicismo⁸⁶ germânico defendia que a história era uma

⁸⁵ “Concerning what can be done in Brazil so that partnerships can be broadened, and the field of philosophy and history of science can be strengthened in the country, it is important to break internal resistance on both sides. When I say both sides, I mean the sides of scientists and the sides of historians and philosophers. I think everyone has to recognize that reflecting on science should be a collective activity. Not one voice is more authoritative than another one when talking about the nature of science.” (VIDEIRA, 2020, p. 116).

⁸⁶ Importante destacar que o filósofo da ciência Karl Popper (1902-1994), dentre os muitos debates que fez ao longo de sua vida também combateu o historicismo no livro *A miséria do historicismo*, escrito em 1957, no entanto, o “historicismo” combatido por Popper é sinônimo de filosofia da história e não do “historicismo” ou “historismo” alemão, tanto que, a sua crítica está direcionada ao pensamento materialista de Karl Marx no livro *Miséria da Filosofia*. A crítica feita por Popper lança mão de analogias entre a Física e a Sociologia respaldada na ideia de que não há como prever os caminhos da história humana, ou seja, não é possível predizer a história por meio de métodos racionais ou científicos, e por isso, o pensamento historicista como método e a proposta de cientificização da história mostrava-se, a seu juízo, infundada.

ciência detentora de um estatuto científico próprio em consonância com as suas próprias especificidades. Neste sentido, destacamos que a denominação de relativismo surgiu na própria historiografia, com autores como: Johan Gottfried Von Herder (1744-1803), Johann Gustav Droysen⁸⁷ (1808-1884), Wilhelm Dilthey (1833-1911), dentre outros que compõem o “arco historicista”⁸⁸ (BARROS, 2011) da história. Ao contrário do positivismo que tinha um projeto universalista para as ciências humanas, na esteira da hermenêutica o historicismo concebia a história como uma ciência particularizante que pressupõe verdades relativas. Para os historicistas, de um modo geral, não há neutralidade das fontes e é preciso reconhecer a “subjetividade que afeta o próprio historiador que elabora a História” (BARROS, 2012, p. 394).

No entanto, a despeito de algumas críticas, o historicismo nas suas variadas versões se manteve forte, tendo as ideias de alguns historicistas como Carsten Niebuhr, Georg Gervinus e Leopold Von Ranke chegado à França por meio de Gabriel Monod fundador da *Revue Historique* em 1876 que teve grande influência, não obstante o revanchismo com a Alemanha e a derrota na guerra franco-prussiana. A partir do pensamento de Monod, Charles Langlois e Charles Seignobos protagonizaram a “Escola Metódica”, tradição esta que seria “combatida” pelo movimento dos *Annales* de Lucien Febvre e Marc Bloch a partir de 1929.

Ao longo de mais de dois séculos, se tomarmos como marco um dos inspiradores do historicismo Johann Martin Chladenius (1710-1759), a história vem fazendo uma autorreflexão sobre o seu papel, seus conceitos, métodos e teorias, o que gerou nela a segurança (mesmo quando desafiados pelos debates de Hayden White sobre história e ficção) de possuir teorias e metodologias adequadas à sua especificidade e aptas a lhe garantir a objetividade científica.

Mas seria a contribuição dos relevantes ensaios desenvolvidos por Dilthey no século XIX que as ciências humanas, dentre elas a história, teve os seus critérios de cientificidade distanciados daqueles utilizados pelas ciências da natureza, que se deu por meio da elaboração de metodologia própria para as ciências do espírito (*Geisteswissenschaft*) diante das especificidades das ciências naturais (*Naturwissenschaft*). Dilthey adota a distinção

⁸⁷ Importante obra do historicismo é a *Historik*, um conjunto de anotações e registros referentes às conferências proferidas por Droysen de 1857 até o fim da sua vida. Publicada no formato de compilação dos cursos de Teoria e Metodologia da História, todos ministrados na Universidade de Jena e também na Universidade de Berlim. (CALDAS, 2004; BENTIVOGLIO, 2009).

⁸⁸ De acordo com Barros (2012), o arco que abriga desde historicistas realistas como Carsten Niebuhr (1733-1815), Georg Gervinus (1805-1871) e Leopold Von Ranke (1795-1886), até Johann Gustav Droysen (1808-1884) e Wilhelm Dilthey (1833-1911), que na segunda metade do século XIX representavam a vertente acentuatadamente relativista do historicismo.

proposta por Droysen entre “explicar” e “compreender”, de um lado, o método científico-natural se baseia na “explicação” das conexões causais, de outro, as ciências do espírito se baseiam na “compreensão” mental enquanto apreensão de sentido. Ele dedicou-se ao esclarecimento das relações entre natureza e espírito, no que diz respeito ao método e ao conteúdo. Assim, ao contrário do positivismo que possui projeto universalista para as ciências humanas, na esteira da hermenêutica o historicismo concebe a história como uma ciência particularizante.

Revelar que a ciência tem história e é uma atividade humana resulta, ainda hoje, no “mesmo fantasma que assombrou Mannheim [e] também acometeu o “programa forte”: a acusação de relativismo”? (MAIA, 2010, p.9). Da mesma forma que o historicismo alemão ao opor-se às perspectivas universalistas do positivismo passando a reconhecer os particularismos das sociedades investigadas analisadas de uma perspectiva temporal, em que as fontes constituem também o discurso de uma época e de um lugar (BARROS, 2012, p.396) foi rotulado de relativismo, também a história da ciência recebe o mesmo rótulo, quando admite a ciência como atividade humana e se contrapõe à história da ciência científicista ou neopositivista. Aliás, conforme demonstra Condé (2017) o movimento de aproximação das ciências da natureza com as ciências humanas rendeu ao médico polonês Ludwik Fleck, a Thomas Kuhn e aos *Sciences studies* o rótulo de portadores de “relativismo científico”, já que eles admitiam a influência de “elementos externos” históricos e sociais na ciência. Segundo os críticos, isso conduziria a padrões de cientificidade epistemologicamente frágeis por não possuírem leis gerais, padrões observáveis, bem como não serem passíveis de repetibilidade e, portanto, de comprovação empírica.

Análises mais aprofundadas do relativismo científico em diálogo com o relativismo advindo com o historicismo, talvez permitisse também para a história da ciência a existência de um “arco historicista” em que o científicismo possua um espectro capaz de abrigar relativismos em maior ou em menor grau- assim denominados por se oporem à visão dogmática da neutralidade da ciência e sua verdade absoluta- abrindo caminho para a concepção de uma ciência que é histórica complexa e com múltiplas dimensões (social, histórica, econômica, institucional, política...), e, portadora de verdades relativas, sem que receba o rótulo e todas as críticas aplicadas ao relativismo em dicotomia ao científicismo.

Quanto ao conceito de história, ao longo dos séculos foi se complexificando, segundo o historiador Julio Aróstegui (2006) a língua alemã contemporânea precisa lidar com a polissemia do conceito em que *Historie* significa a realidade histórica e *Geschichte* o relato histórico. A palavra história reúne o “sentido objetivo e o subjetivo: significa tanto *historia*

rerum gestarum, como as próprias *res gestae*, tanto a narrativa histórica quanto os fatos e acontecimentos” (ARÓSTEGUI, 2006, p.28). Malerba (2002) em um de seus muitos escritos sobre a teoria da história e historiografia traz a lume a discussão acerca das dificuldades conceituais e a polissemia então existentes no campo da historiografia e nos adverte que conceito operacional de historiografia requer uma prévia reflexão sobre a dubiedade que marca o próprio conceito de história, mas insiste na necessária articulação da historiografia com a história, da *Historie* com a *Geschichte*.

O processo de cientificização da história teve vários momentos desde o século XVIII com o historicismo alemão, passando pela *Escola Metódica*⁸⁹ francesa até que o ofício do historiador se tornasse bandeira do *Movimento dos Annales*⁹⁰, também na França, mais precisamente a partir de 1929 com o lançamento da *Revue des Annales d'Histoire Économique et Sociale* por Marc Bloch (1886-1944) e Lucien Febvre (1878-1956). Dentre as muitas contribuições dessa corrente histórica que foi fundamental para a consolidação do campo científico da história não apenas na França, mas em diversos países, inclusive no Brasil, está a aproximação com as ciências sociais, cujo campo científico naquele momento, encontrava-se mais desenvolvido desde Emile Durkheim, que ao conceber o fato social como coisa conseguiu quantificar e demonstrando-se científico, aproximando-se do que dispunha o positivismo de Auguste Comte.

Os *Annales* defendiam a cientificização, porém, num viés anti-positivista e portador do discurso de combate ao historicismo alemão levado à França pela Escola Metódica. Os *Annales* aproximaram-se das ciências sociais proposta pelo sociólogo François Simiand no artigo *Méthode historique et sciences sociales*, que representou “a matriz teórica dos *Annales*” ao lado da orientação durkheimiana, com vistas a “substituir uma prática empírica

⁸⁹ A Escola Metódica teve como marco a publicação da *Revue Historique* em 1876 feita por Gabriel Monod e Gustave Charles Faganiez, que serviu como referência para Charles Victor Langlois e Charles Seignobos produzirem o manual *Introdução aos Estudos Históricos*, publicado em 1898. O principal objetivo era distanciar a história da literatura e elevar o nível de cientificidade iniciando pelo levantamento bibliográfico e pela análise crítica das fontes documentais. Os metódicos atribuíram valor essencial ao documento na pesquisa histórica, inspirados nas propostas de objetividade e rigor científico do historicismo alemão, em especial, no pensamento Leopold Von Ranke (1795-1896) para quem o uso das fontes primárias era base da ciência histórica.

⁹⁰ O movimento dos *Annales* (1929) foi um forte crítico da Escola Metódica, da erudição da filosofia e da história política dos historiadores historicizantes. Os seus fundadores empenharam-se no fortalecimento do estatuto científico da história e no ofício do historiador, defenderam a problematização das fontes históricas e ampliação dessas para além das fontes documentais. Propuseram também a aproximação da história com as diversas ciências, dentre as quais, as ciências sociais, conforme carta aos leitores publicada no primeiro número da Revista: “Estabelecer uma relação permanente entre os grupos de trabalhadores que, com maior frequência, se ignoram e permanecem fechados no domínio restrito de sua especialidade: historiadores propriamente ditos, economistas, geógrafos, sociólogos ou pesquisadores preocupados, sobretudo com o mundo contemporâneo” (FEBVRE *apud* DOSSE, 2003, p.76).

por um método crítico” (DOSSE, 2012, p.64) voltado para análise das estruturas em duração mais longa (o que não fez deles estruturalistas). Outro elemento importante que reafirma o anti-positivismo, está no combate à história cronológica dos acontecimentos (*histoire événementielle*), em que o tempo dos acontecimentos é substituído pelos processos de longa duração que compreendem a civilização e as mentalidades.

No campo da história da ciência um dos precursores do movimento de “historicização” da ciência foi empreendido por Gaston Bachelard na França no primeiro quartel do século XX, seguido por Alexandre Koyré e o núcleo de historiadores parisienses citados por Kuhn, ao lado de Ludwik Fleck, e, posteriormente, consolidado por Thomas S. Kuhn na década de 1962 seguido dos representantes do *Science studies*, os quais concorreram, cada qual a sua maneira, para a inclusão de elementos sociais à análise do fazer científico, enfatizando, assim, a dimensão e o papel da história para a ciência, inserindo o homem como parte ativa do processo de desenvolvimento científico. Trata-se de importante contribuição para que a história da ciência seja compreendida de forma autônoma em relação à epistemologia das *hard sciences*, na contramão do positivismo e sua proposta de subordinar a epistemologia das ciências humanas à epistemologia das ciências da natureza, a fim de garantir-lhe um “estatuto científico forte”⁹¹.

Importante trazer à baila uma perspectiva historiográfica fruto do diálogo entre a história da ciência e a história envolvendo historiadores e historiadores da ciência da Paris dos anos 30 integrantes do círculo de Henri Berr⁹² no *Centre International de Synthèse*, dentre os quais, Gaston Bachelard, Lucien Febvre, Emile Meyerson, Hélène Metzger e Alexandre Koyré⁹³, cujas ideias refletiriam anos mais tarde no pensamento norte-americano

⁹¹ “A orientação quantitativa e antiantropocêntrica das ciências da natureza a partir de Galileu colocou as ciências humanas num desagradável dilema: ou assumir um estatuto científico frágil para chegar a resultados relevantes, ou assumir um estatuto científico forte para chegar a resultados de pouca relevância”. (GINZBURG, 2007, p.178)

⁹² O que se extrai desta breve exposição sobre Henri Berr e seus projetos intelectuais é que ele foi um ator de extrema importância para a complementação da formação intelectual do historiador dos *Annales*, Lucien Febvre, que juntamente com os demais, e às vezes mais do que os outros, pelos interesses administrativos envolvidos (era o primeiro abaixo de Berr), utilizava e divulgava o resultado unificado do pensamento do grupo, que acabava por refletir o *establishment* universitário da época (VIEIRA, 2014).

⁹³ Esses historiadores e filósofos da ciência formariam um *background* que serviriam de base para o entrecruzamento com o pensamento desenvolvido nas ciências humanas. Ao lado de Gaston Bachelard, Abel Rey, Lucien Febvre, Lucien Lévy-Bruhl, estes atores participaram, estrategicamente, como membros do *C.I.S* a fim de atingirem os objetivos propostos por Henri Berr. Na *Liste des membres des sections du C.I.S. de 1926 à 1939*, podemos verificar que Febvre integrava a *Section de Synthèse Historique*, que era composta também por todas as demais áreas de ciências humanas, Metzger e Koyré pertenciam à *Section d’Histoire des Sciences* e Bachelard, Abel Rey, Lévy-Bruhl, Brunschvicg e Meyerson, integravam a *Section de Synthèse Générale* (GUERRA,2012).

na obra de Thomas Kuhn⁹⁴. A participação Bachelard no *Centre International de Synthèse* fundado por Berr em 1925 onde ocorriam as *Semaines de Synthèse* tiveram um papel fundamental na promoção do intercâmbio entre intelectuais das diversas áreas. Berr no *Bulletin* publicado em dezembro de 1927 destaca a finalidade da criação do *C.I.S.* que seria promover a unificação das ciências históricas com as ciências naturais, identificando os problemas recorrentes entre as ciências (“*interscience*”) através dos resultados dos trabalhos científicos, para após submetê-los a uma dialética, organizá-los e formar a síntese (BERR, 1927 *apud* VIEIRA, 2014, p.46). Bachelard foi membro da *Section de Synthèse Générale*⁹⁵, setor responsável por fazer a síntese dos encontros e trabalhos realizados nas áreas de ciências humanas e da natureza, extraindo-lhes os pontos comuns com vistas a dar um sentido único às conclusões.

Um ponto de convergência desse grupo de historiadores da ciência e historiadores, assim como, entre cientistas da área de ciências da natureza e humanas foi o surgimento da física quântica, em que Albert Einstein partiu da mesma hipótese quântica de Max Planck para resolver o problema do efeito fotoelétrico em 1905. A teoria da relatividade restrita ou especial da relatividade promoveu o rompimento de certezas e provocou mudanças substanciais nos conceitos de espaço e tempo passando a espaço-tempo, recepcionados por Bachelard como o início de um “novo espírito científico”.

A teoria dos *quanta*, abalaria também as estruturas da história, conforme ressalta o historiador francês Lucien Febvre, um dos fundadores do movimento dos *Annales* ao lado de Marc Bloch, ao defender que o “drama da relatividade” gerou uma “crise do espírito humano” provocando mudança de atitude dos homens da ciência, cuja rigidez do positivismo não mais sobreviveria e, atingiria as demais áreas do conhecimento, inclusive a história. Ele ressalta: “[...] é bem verdade que neste ponto de origem se encontra o grande drama da

⁹⁴ Thomas Kuhn, em seu último ano como *Fellows* (1950) passou dois meses na Europa (Inglaterra e França) para desenvolver a sua pesquisa, embora não se sentisse pronto por não estar suficientemente avançado em história da ciência. Nesta viagem esteve com Koyré, embora já o conhecesse de outra ocasião nos Estados Unidos, e este lhe fornecera uma carta de apresentação para um encontro com Bachelard. Kuhn relata que o encontro foi pouco frutífero, porque havia lido uma única obra de Bachelard e este exigiu que a conversa fosse em francês, o que acabou sendo um entrave, já que embora Kuhn soubesse o francês – tinha ido à Paris durante a 2ª. Guerra e falado francês, além de fazer leituras em francês- não possuía o domínio suficiente para travar um debate acadêmico. Entretanto, Kuhn em sua obra emblemática ressalta a influência decisiva que a historiografia da ciência francesa teve em seu pensamento (VIEIRA, 2014, p.62).

⁹⁵ Inserido no universo intelectual do *C.I.S.* Bachelard defende que o cientista não é capaz de apreender o objeto em blocos, nem pela experiência nem pela razão, visto que, estas são dialéticas e móveis sendo necessário que a epistemologia dê conta da síntese de ambas. Ele propõe: “[...] o tempo das hipóteses desconexas e móveis passou, como passou o tempo das experiências isoladas e curiosas. Doravante a hipótese é síntese” (BACHELARD, 1978a, p. 93).

relatividade que veio sacudir, abalar, todo o edifício das ciências, tal como um homem da minha geração o imaginava na juventude” (FEBVRE *apud* VIEIRA, 2014).

Quanto ao conceito de **historiografia**, ao adotarmos o parâmetro conceitual da história como realidade histórica e a historiografia como sendo a “escrita da história”, relato ou narrativa veremos que esses conceitos, ainda hoje, não estão bem delineados na história da ciência, muito embora Kuhn, já em 1962 quando da publicação da *Estrutura* se referisse a “um papel para a história” e ao desejo de praticar a “nova historiografia” (KUHN, 2009, p.22) da ciência, que segundo ele, naquele momento, estava sendo desenvolvida no círculo parisiense de Alexandre Koyré, cujo ensaio visava explicitar algumas implicações dessa nova historiografia, sem com isso trazer uma definição conceitual.

Kuhn se posiciona de forma bastante incipiente quanto à tarefa do historiador:

Preocupado com o desenvolvimento científico, o historiador parece então ter duas tarefas principais. De um lado deve determinar quando e por quem cada fato, teoria ou lei científica contemporânea foi descoberta ou inventada. De outro lado, deve descrever e explicar os amontoados de erros, mitos e superstições que inibiram a acumulação mais rápida dos elementos constituintes do moderno texto científico. (KUHN, 2009, p. 20).

Para Reis (2010) a história da ciência possui uma historiografia no processo de análise e escrita da ciência, visto que a história da ciência é história, porém, “tornou-se necessário explicar esta tautologia, portanto, porque é comum ouvir-se da parte dos “historiadores da ciência” que a historiografia *strictu sensu* não é ciência”, já que a “tendência da “historiografia” das ciências é não dialogar nem com o processo histórico e nem com a historiografia” (REIS, 2010, p.17). O evento histórico-científico, segundo Reis é descrito pelos “historiadores da ciência” apenas no nível científico-filosófico, como se este tivesse autonomia em relação à história, e, por isso, “o historiador *strictu sensu* não se reconhece na história das ciências dita internalista feita por cientistas naturais” (REIS, 2010, p.17). E acrescenta:

[...] sobre o lugar da história das ciências na universidade: a historiografia das ciências é historiografia *strictu sensu* porque é uma atividade de historiadores e não de uma outra comunidade científica. Não é um campo interdisciplinar ou multidisciplinar, mas historiografia *strictu sensu*. Os físicos, químicos, biólogos, médicos, que queiram fazer competentemente a história da sua ciência, deverão tornar-se historiadores propriamente ditos [...]. (REIS, 2010, p.17).⁹⁶ (Grifamos).

E Reis (2010) prossegue em sua reflexão:

⁹⁶ Anais do I Encontro Nacional de Pesquisadores em História das Ciências - ENAPEHC A “História das Ciências” é História: porque é preciso explicar esta tautologia? . Belo Horizonte: Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, 2010.

Quando se diz “historiografia das ciências” o emprego do termo “historiografia” quer dizer outra coisa do emprego já consagrado pela cultura Ocidental e definiria um outro campo do saber científico? Se não quer se referir à historiografia propriamente dita, que é um saber já milenarmente constituído e institucionalizado, a historiografia das ciências, feita por cientistas naturais, teria o direito de usar o nome “historiografia”? Não teria que se designar de outra forma? Se a historiografia não pertence ao campo da história das ciências, uma dissertação ou tese de “historiografia das ciências” poderia ser apresentada ao campo da pós-graduação em história strictu sensu? Os historiadores não deveriam também evitar o diálogo com estes “historiadores” que os desconhecem e até os menosprezam, reproduzindo a atitude prepotente das ciências naturais em relação às humanidades? (REIS, 2010, p.18). (Grifamos).

De outro lado, Roberto Martins (2004) defende uma espécie de clivagem entre tipos de “historiadores da ciência” em relação à história da ciência e historiografia da ciência. Argumenta que no domínio da história da ciência, ao contrário do campo da história, o objeto a ser estudado não pertence ao primeiro nível, sendo este ocupado pela natureza, enquanto o segundo nível é ocupado pelo cientista da natureza (pesquisador) voltado à análise da natureza em si, já o terceiro nível é ocupado pelos estudos “meta-científicos” sobre a atividade do cientista, que é o lugar do historiador da ciência a quem “não [se] interessa desvendar os fenômenos da natureza ou refletir sobre eles e sim esclarecer alguns aspectos da atividade dos cientistas que estão envolvidos no estudo dos fenômenos naturais” (MARTINS, 2004, p.116-117), e, por fim, o quarto nível que é ocupado pelo pesquisador interessado na análise das diversas correntes historiográficas.

O desdobramento feito por Martins (2004) da história da ciência e historiografia da ciência em quatro níveis já não se sustenta, face às discussões mais recentes acerca da historicidade da ciência, em que a história surge como “constitutiva” do conhecimento científico, isto é, da ciência (LARANJEIRAS, 1994), em que não há clivagem entre análise da natureza (“internalismo”) ou sobre aspectos externos aos fenômenos naturais (“externalismo”), e, tampouco, separar a história da ciência feita pelo cientista teórico daquela feita pelo historiador da ciência, sendo talvez, salutar delinear a existência do que Bruno Latour chama de “inscrições literárias”⁹⁷ que seria uma espécie de codificação dos fenômenos investigados e observados que constituem a matéria-prima para a elaboração dos enunciados científicos e publicação das pesquisas científicas.

⁹⁷ Para Latour o laboratório é um local de “inscrição literária” onde a produção de artigos é um dos pontos altos do processo de pesquisa científica e se constitui “finalidade essencial” na atividade dos cientistas. “O primeiro contato com o laboratório nos permitiu estabelecer o papel central que nele desempenha a inscrição literária. Nele, são permanentemente produzidos documentos de natureza diversa, tendo por finalidade operar uma transformação entre vários tipos de enunciados, transformação que lhes confere ou subtrai o estatuto de fato científico”. (LATOURE; WOOLGAR, 1997, p.158).

Prosseguindo na demarcação de conceitos para melhor fluidez e compreensão da pesquisa e também para demonstrar a complexidade inerente ao “papel da história”, cujo conceito é em si complexo e emerge como irradiador de diversos conceitos igualmente densos provenientes de discussões nos variados campos (filosofia, sociologia etc.) e domínios (teoria da história, historiografia etc.), passamos à delimitação do conceito de historicidade que possibilita investigar o papel da história como constitutiva da ciência.

No conceito de **historicidade** em Martin Heidegger (utilizado nessa investigação) o epistemológico surge numa perspectiva da ontologia existencial. A condição histórica do humano se dá em Heidegger pela “*origem existenciária do conhecimento-histórico a partir da historicidade do Dasein*” (ST,76) (HEIDEGGER, 2012, p.1061) (grifos no original) cuja proveniência ontológica advinda com a historicidade em que o “ser-no-mundo é uma constituição fundamental do *Dasein*, na qual ele se move [...] principalmente no *modus* da cotidianidade” (ST,13) (HEIDEGGER, 2012, p.187), ser este que nós mesmos somos, e, que possui dentre outras possibilidades de ser, a de questionar e interpretar, assim, “*o conhecer é um modo-de-ser-do-ser-no-mundo*” (HEIDEGGER,2012,p.191). Somos nós mesmos pensados a partir da relação com o nosso próprio ser, com o ser das coisas e dos outros. “*A análise da historicidade do Dasein procura mostrar que esse ente não é ‘temporal’ por ‘estar na história’, mas, ao contrário, só existe e pode existir historicamente porque é temporal no fundo do seu ser*” (ST,72) (HEIDEGGER, 2012, p.1021) (grifos no original).

Embora não tenha estabelecido qualquer diálogo com o pensamento heideggeriano, Maia (2013) refere-se à historicidade da ciência como existência e adverte que a “*historicidade é a forma instrumental que retira o homem de seu isolamento na ivory tower, na qual a história das ideias como a d’A Ciência o confinou.*” (Maia, 2013, p.40). E acrescenta:

Assim como a humanidade do homem está em sua historicidade a recíproca é seu corolário necessário: a historicidade, por sua vez, dá-se na humanidade vivida pelo homem, nas suas experiências de vida, nas coerções e liberdades, nas permanências e mudanças, todas vividas no balanço oscilatório interativo dos atritos entre atividade/passividade, criação/subordinação, individual/ coletivo, teoria/práxis, em busca de alternativas inovadoras ante velhas determinações. Essa é a circularidade essencial, o entrelaçamento de todo o indivíduo e de sua história: o processo interativo do ser – essência e existência -, de um ser que só é ao se fazer ser em seu devir, em seu viver, o seu vir-a-ser. (MAIA, 2013, p.41). (Grifamos).

Assim, essa historicidade do ser que é tempo, portanto dele constitutiva, permeará as discussões para compreensão da ciência e sua natureza, por isso, retornaremos a ela ao final deste capítulo. Voltemos aos pressupostos demarcadores conceituais para a compreensão da NDC

3.1.2 História da ciência e o campo científico

De acordo com Videira (2004), o fato da história da ciência ser produzida por pessoas das mais diversas formações “faz dela uma área com problemas de definição” (VIDEIRA, 2004, p.290) que muito se deve também à sua própria natureza fronteiriça, na qual o historiador em seu movimento natural de aproximação com disciplinas das ciências humanas, como sociologia e filosofia, e também das ciências naturais, como a física e a biologia por exemplo. Lilian Al-Chueyr Martins (2005) considera que a história da ciência apresenta metodologia própria, que não é da história e nem da ciência, uma vez que é um tipo de estudo de natureza diferente dos dois anteriores, visto que, a história da ciência necessita do que a autora chama de “treino” envolvendo estudos em metodologia de pesquisa na área de história da ciência, epistemologia, conhecimento dos conceitos da ciência e conhecimento histórico do período:

Qualquer que seja a formação universitária que o indivíduo tenha obtido, ele deverá ter uma preparação longa para que se torne um historiador da ciência competente. Um bom historiador da ciência se constrói a longo prazo. (MARTINS, 2005, p.306).

Ser historiador da ciência não depende apenas de “uma preparação longa”. A questão que se coloca como premissa é que a história não pode ser concebida pela história da ciência como amorfa, ao contrário, deve ser respeitada enquanto um campo científico demarcado, o que implica em considerar minimamente suas discussões teóricas, metodológicas e suas correntes historiográficas. No limite, essa história disforme, sem contornos científicos da qual se serviram muitos historiadores da ciência ainda encontra-se presente no campo científico da história da ciência, que por sua natureza híbrida e pouco definida é composto por discussões filosóficas, sociológicas, epistemológicas e da própria ciência e suas teorias, sem, contudo, ser mediado pelas teorias e metodologias do campo da história.

O campo como espaço simbólico de tensão onde seus signos definem o que pertence ou não a determinado código de valores, ou seja, nas palavras de Pierre Bourdieu (1930-2002), um microcosmo dotado de leis próprias, mas simultaneamente, um espaço de forças que são preservadas ou modificadas por constantes lutas, é o lugar onde se constituem em teorias. Discutir a história da ciência significa tensionar os debates do campo disciplinar da história⁹⁸ é uma tarefa que se impõe ao olhar histórico sobre a ciência, que é em si histórica.

⁹⁸ “A História, já veremos a seu tempo, constitui um campo de saber já milenar, que muitos remontam a Heródoto, e outros mesmo a momentos anteriores” (HARTOG, 2003, p.13). Uma série de ciências sociais e humanas, por outro lado, apresentam origens que remontam apenas aos séculos XVIII e XIX. Mas veremos isto oportunamente, sendo suficiente por hora apreender a ideia de que todo e qualquer ‘campo disciplinar’ é

Para auxiliar no delineamento da história da ciência e fazer refletir se de fato utilizamos a história em seus limites e potencialidades para pensar a história da ciência, trouxemos dez dimensões apontadas pelo historiador José D'Assunção Barros do que seja constituir um campo de saber em uma disciplina. Barros (2011) aponta:

Quadro 17 - Campo disciplinar

- “ campo de interesses ” se constitui em um campo de forças e lutas para conservação ou transformação real ou simbólica com relativa autonomia, posto que, sofre tensões internas e pressões externas ao campo.
- “ singularidade ” aquilo que torna a disciplina única, específica. Parâmetros definidores da disciplina em questão em oposição a outros campos. Como “no caso da História, a consideração do tempo, o uso de fontes”.
- “ campos intradisciplinares ” todo campo de saber quando cria certo nível de complexidade cria especializações e desdobramentos internos.
- “ teoria, método e discurso ” o campo disciplinar não se desenvolve no sentido de possuir uma única orientação teórica ou metodológica, mas sim de apresentar certo repertório teórico-metodológico, gerando uma linguagem comum através da qual poderão comunicar seus pesquisadores e leitores.
- “ interdisciplinaridade ” e a transdisciplinaridade ocorrem entre campos disciplinares, tanto para promover diálogos, quanto para estabelecer oposições ou reconhecer filiações e afinidades, culminando em enriquecimento mútuo.
- “ interditos ” pensar em um campo disciplinar é considerar também aquilo que se coloca como proibido aos seus praticantes, o que está do lado de fora da disciplina. Por ser histórico, está sujeito a transformações e temáticas e ações que estavam fora passam a integrar o campo, assim como, as que estiveram dentro podem ser deslocadas para fora.
- “ rede humana ” o campo disciplinar é composto por uma complexa rede que é constituída por pesquisadores e intelectuais que por suas “obras, vivências e práticas realizadas” praticam a disciplina, de forma que a cada novo integrante desta rede humana e a cada obra produzida interfere em algum grau, na mudança interna deste campo. A rede humana está interligada às Instituições, Universidades, Periódicos Científicos, Grupos de Pesquisa, Comunidade Científica, dentre outros.
- “ olhar sobre si ” contínuas narrativas e análises elaboradas pelos praticantes do campo disciplinar acerca da própria rede humana e de saberes, sendo que, o resultado mais visível é compreender-se historicamente.

Fonte: (BARROS, 2011) adaptação da autora.

O quadro realizado a partir do pensamento de Barros (2011) elucida possíveis dúvidas quanto à “história da ciência” se constituir como disciplina na qual está presente o “**campo de interesses**” caracterizado pela tensão interna e externa provocada pela disputa com vistas à compreensão, manutenção ou transformação acerca da ciência e sua natureza, mesmo ausente a “**singularidade**” definidora da disciplina da história em oposição às dimensões filosóficas e sociológicas que são indistintamente tratadas no campo da história, ainda assim, há uma disputa interna que movimenta o campo, tornando-o mais complexo com desdobramentos em “**campos intradisciplinares**” que nesse caso, poderia ser a

histórico, no sentido de que possui uma história. Isto implica dizer que qualquer disciplina vai se modificando no tempo, conjuntamente com suas práticas e objetos, e que seus objetivos podem ser redefinidos de tempos em tempos. Nenhuma disciplina, e tampouco a História, escapa da própria história (BARROS, 2011, p.18).

“historiografia da ciência”. A linguagem comum que caracterizaria a **“teoria, método e discurso”** que o campo disciplinar exige, por certo, existe na história da ciência, orientando as discussões e a comunicação entre os pesquisadores, mas não há um escopo teórico-metodológico da história orientador da disciplina, cuja “espinha dorsal” das discussões teóricas deveria considerar o tempo, a problematização das fontes e as metodologias serem norteadas pela ampla discussão existente na área da história, facilitando a identificação dos **“interditos”**, a fim de se desconsiderar o que está fora do campo, delimitando-o, o que possibilitaria a **“interdisciplinaridade”**, o diálogo entre disciplinas, ou até mesmo, entre disciplina e saberes, desde que, consciente tratar-se de saberes e não de disciplina que se diferencia daquele por possuir um escopo conceitual definido que envolve teoria e metodologia em movimento, possibilitados pela **“rede humana”**. Para a história da ciência se reconhecer enquanto história a delimitação do campo passaria pelo **“olhar sobre si”** em busca da disciplina se autocompreender historicamente.

Não há dúvida de que a história da ciência seja um campo científico, o que se questiona é sobre a demarcação do campo e se este se reconhece enquanto pertencente à área de humanas e ao campo da história. Neste sentido, concordamos com Al-Chueyr Martins (2005) que o ponto não está em se ter ou não formação na área, entretanto, discordamos que o historiador da ciência seja forjado na base do “treino”, contudo, além do conhecimento envolvendo variadas áreas faz-se necessário a realização de discussões tensionando a história da ciência com elementos teórico-metodológicos da teoria da história com vistas a desenvolver o campo disciplinar da história da ciência portador de uma teoria própria que atenda às especificidades existentes, não fazendo uso de mera transposição de discussões realizadas na história, mas que estas sirvam como fundamento e ponto de partida para discussões e desenvolvimento do campo, suas teorias e metodologias.

Há um campo disciplinar na história da ciência orientando as discussões e a comunicação entre os pesquisadores, mas esse campo discute de maneira indiscriminada, sem diferenciar os escopos teórico-metodológicos de cada campo envolvendo variadas dimensões da ciência (filosófica, sociológica, experimental etc.) o que resulta na inexistência de um escopo teórico-metodológico da história orientadora da disciplina. Dito isso, podemos dizer que o campo disciplinar da história da ciência possui teoria?⁹⁹ Não há teoria estritamente da

⁹⁹ Teoria na acepção clássica da filosofia grega (theoría) significa conhecimento especulativo relacionado à ação contemplativa e na sociedade moderna seria um corpo de princípios, hipóteses e conceitos que constituem uma visão científica do mundo (BARROS, 2011, p. 43-83), representada por três níveis: (i) o “campo de estudos”, que são espaços de interação e amadurecimento de conceitos, do modo de ver o mundo; (ii) o “modo de

história da ciência, existe um combinado de filosofia, sociologia, dentre outros, ou seja, inexistente repertório teórico-metodológico cuja linguagem, signos e sinais a definam como história da ciência inserindo-a no campo da história cuja “espinha dorsal” das discussões teóricas deveria considerar os debates sobre tempo, narrativa e discurso, problematização das fontes, lugar, memória, dentre outros, bem como, as metodologias a serem norteadas pela ampla e profícua discussão existente na área da história.

A ausência de uma teoria da história da ciência contribui para que o campo fortaleça discussões de cunho filosófico, como objetividade e relativismo ou sociológico como os impactos sociais do desenvolvimento da ciência. Debates propriamente históricos como, por exemplo, os impactos dos aspectos temporais na dinâmica da ciência visto de forma problematizada, para além do formato “anedótico” a que se referiu Kuhn, tendo contribuído para reduzir a história apenas à contextualização em relação a determinados acontecimentos históricos.

Embora não seja o objetivo desta pesquisa discutir teorias para a história da ciência, destacamos a essencialidade de futuros debates a esse respeito, uma vez que, apenas a perspectiva teórica permite transcender a esfera da simples dialogia interacional entre ciência e história, então restrita ao âmbito descritivo, dos objetivos, implicações e impactos na formação do estudante-cidadão, para dar um salto e inscrever-se formalmente numa análise sistematizada e problemática dos conceitos¹⁰⁰, visto que, estes como instrumentos fundamentais da teoria possibilitam a formulação desta ou daquela leitura histórica e da forma de ver o mundo¹⁰¹, uma “visão de mundo”¹⁰² (*Weltanschauung*) remetendo a categorias fixadas por determinados autores (“redes de elaborações mentais”) com as quais se deve dialogar, seja para ratificá-las ou refutá-las, com vistas à elaboração do quadro teórico proporcionando uma visão sobre o próprio campo.

No entanto, qualquer que seja o sentido que se dê ao conceito teoria, para a obtenção do conhecimento científico é preciso que ela esteja associada à metodologia, pois é ela que permite a ação prática e concreta na solução do problema. A teoria refere-se ao “modo de

apreender o mundo” e; (iii) os “modelos ou sistemas explicativos criados para compreender um determinado fenômeno aspecto da realidade ou objeto de estudos”.

¹⁰⁰ “São os conceitos que distinguem a história do romance histórico e de seus próprios documentos”. (VEYNE, 1988).

¹⁰¹ Georges Sarton, o fundador da história da ciência, propôs que ela se desenvolvesse numa visão de mundo positivista comtiana.

¹⁰² Barros (2011) esclarece que, embora toda teoria represente uma visão de mundo, a recíproca não é verdadeira, ou seja, nem toda visão de mundo é uma teoria, como por exemplo, aquela proporcionada pela religião, cuja visão de mundo não possui um corpo coerente de princípios, hipóteses e conceitos.

pensar” e a metodologia refere-se ao “modo de fazer” (BARROS, 2011, p.67). Assim, embora concepções teóricas e práticas metodológicas se interpenetrem, a metodologia remete a uma ação prática e concreta, com o objetivo de solucionar o problema, movimentando-se em torno do tema, do problema, das fontes e dos materiais definidos pelo pesquisador, sistematicamente.

[...] Teoria e Metodologia são como irmãs siamesas. Uma olha para o alto buscando enxergar algo de novo no céu estrelado de todas as realidades possíveis e imaginárias. A outra, decididamente prática, aponta para o chão, em busca de soluções concretas para confirmar ou rejeitar as hipóteses aventadas pela irmã. Teoria e Metodologia separadas uma da outra, não têm muito sentido para a ciência. (BARROS, 2011, p.76).

Importante destacar que não nos referimos a uma teoria, mas às diversas teorias possíveis para qualquer objeto ou campo de conhecimento investigado, suscetíveis a contrapor, sobrepor ou suceder, de forma a impactar na diversidade de formulação das perguntas e das respostas, visto que quando se estabelece um novo horizonte teórico, é possível conceber o mundo de outra maneira.

Portanto, a existência da história da ciência consolidada por mais de um século, de fato faz dela um campo disciplinar, ainda que de natureza híbrida. Contudo, com o auxílio dos aspectos discutidos por Barros (2011) constatamos a existência de algumas inconsistências, como a principal delas: a ausência de teorias e metodologias capazes de balizar discussão específica de disciplina que se pretenda histórica. A vasta literatura do campo corrobora que sob essa denominação discute-se também filosofia e sociologia da ciência, o que em si não se constitui um problema, mas sim, o fato de não nos dedicarmos à análise das fontes a luz das discussões conceituais há muito desenvolvidas pela história.

3.1.3 A história da ciência é um domínio do campo da história?

O fato da história da ciência ser um campo disciplinar nos remete a outra questão fundamental que também impacta na análise dos pressupostos para a compreensão da ciência a partir da dimensão histórica. A história da ciência pertence a grande área das ciências humanas, ou seja, pertence ao campo da história? A hesitação procede ante ao fato de boa parte da história da ciência ser feita por cientistas teóricos quando em seus respectivos campos forjam a disciplina afastados das discussões e questões formuladas no campo da história tendentes a aproximações com as teorias e metodologias das “ciências duras”, e mesmo analisando-as historicamente, muitas vezes aproxima da visão de mundo positivista (o neopositivismo é um exemplo), o que explica inclusive o indiscutível impacto do livro A

Estrutura das Revoluções Científicas de Thomas Kuhn que, de certo modo, representou o deslocamento do olhar trazendo a lume as ciências humanas como a área da história da ciência. Nesse caso, o método científico da ciência se confunde com o da história da ciência, logo a forma de funcionamento do primeiro, ou seja, visões de mundo, teorias, metodologias, acabam sendo transpostas ao segundo, como se o fazer da “ciência dura” e o fazer histórico estivessem submetidos aos mesmos signos.

O surgimento de uma história da ciência com vistas à imitação do modelo indutivista da física que pode ter contribuído para a existência de certa confusão por parte dos pesquisadores quanto à área de pertencimento das ciências da natureza, ou até mesmo, para a ausência de questionamento neste sentido. No entanto, autores como Kuhn romperam com esse paradigma e essa visão não encontra mais espaço na nova historiografia da ciência. Nesse viés, Reis (2002) nos chama a atenção para o fato de que a própria ciência da natureza é uma ciência humana:

A ciência natural é também uma ciência humana, feita por homens e para homens. Fazemos uma escuta poética da natureza, respeitando-a, enquanto a conhecemos e manipulamos. Somos interiores a ela. Somos atores submetidos às suas pressões e não observadores exteriores. O homem não é estranho à natureza. Participamos de um devir natural e cultural (REIS, 2002, p.65). (Grifamos).

Condé (2017a) nos alerta para um problema prático que compromete a possibilidade de formação de historiadores da ciência propriamente ditos, problema ao qual retornaremos no Capítulo V ao analisar o Apêndice desta pesquisa. Vejamos:

Poucas universidades têm um departamento próprio de história da ciência, como por exemplo, a Universidade de Harvard. Assim, a história da ciência emerge em diferentes lugares: departamentos de filosofia, física, educação, institutos autônomos dentro de universidades, etc. Podemos até pensar que seria natural a história da ciência emergir em um Departamento de História, mas se formos analisar os múltiplos lugares em que ela surgiu, veremos que os departamentos de história estão em número reduzido. Em parte, por esse tipo de história agregar a ciência, elemento estranho ao corpus histórico. Essa parece ser uma das razões porque, segundo Carlos Maia, a história da ciência se torna uma “história de historiadores ausentes”. Felizmente, esse quadro hoje já é muito melhor. Os historiadores da ciência começam a aparecer nos departamentos de história. (CONDÉ, p.VIII, 2017a). (Grifamos).

Embora a almejada autonomia científica da história esteja consolidada (separação entre as ciências da natureza e humanas)¹⁰³, é preciso destacar que as discussões

¹⁰³ O processo de cientificização do conhecimento ocorrido no século XIX, embora o seu grau máximo de especialização não encontre mais espaço na epistemologia contemporânea, mostrou-se fundamental para o surgimento, autonomia e desenvolvimento dos campos científicos de diversas disciplinas como a sociologia com Émile Durkheim e a história com os historicistas, a exemplo de Droysen e Dilthey que defenderam a autonomização da história através da elaboração de metodologia própria para as ciências do espírito (*Geisteswissenschaft*) em relação às ciências naturais (*Naturwissenschaft*).

epistemológicas contemporâneas não comportam mais essa clivagem de maneira a provocar o isolacionismo ou a hiperespecialização, o que também, não significa a ausência de especificidades que necessitam ser conhecidas, pesquisadas e problematizadas, para que possamos compreender a complexidade, percebendo que inexitem fronteiras isolacionistas do pensamento, ao contrário, existem, contornos ou demarcações capazes de realçar as especificidades e a singularidade como definidora do campo de interesse que provoca tensão interna necessária ao avanço das discussões.

Para muitos, ainda hoje, inserir o discurso, a linguagem, o social e o cultural nos debates científicos das *hard sciences* pode apresentar-se como um paradoxo, já que trilhar pelas sendas do universo empírico e realista parece ser incompatível com o universo da linguagem e dos discursos até bem pouco restritos ao mundo literário, da filosofia e da história, colocando em posições dicotômicas a “cultura científica” e o “polo não científico”, causando um autoempobrecimento de ambas, o que foi revelado na conferência *The two cultures* proferida na Universidade de Cambridge, em 1959, pelo físico e escritor inglês Charles Percy Snow (1905-1980).

Thomas Kuhn (2011) também se incomodou com o fato da história da ciência não se inserir no campo da história, conforme explicitou no artigo *The Relations between History and History of Science* publicado em 1971:

Dois tipos de explicação se insinuam, e o primeiro vem do que talvez seja uma feição singular da História, dentre as disciplinas eruditas. A História da ciência não é, por princípio, uma especialidade mais restrita do que, digamos, a História política, a diplomática, a social ou intelectual. Seus métodos também não diferem radicalmente dos empregados nesses campos. Mas é também uma especialidade de tipo diferente porque, em vez de se ocupar de um conjunto de fenômenos que primeiro precisam ser abstraídos da totalidade das atividades de uma comunidade geograficamente definida, ela se dedica, antes de mais nada, à atividade de um grupo especial- os cientistas. Neste sentido seus parentes naturais são a História da literatura, da filosofia, da música e das artes plásticas. (KUHN, 2011, p.169). (Grifamos).

As “ciências duras” ainda se apresentam como uma das mais refratárias a essa nova configuração, visto que, com seu “estatuto forte” e suas metodologias que lhe garantiriam a segurança da busca da verdade outrora tida como absoluta, teve os seus alicerces abalados no limiar do século XX pela teoria quântica e da relatividade, que em comparação com as teorias científicas “clássicas” trouxe de peculiar a noção de observação, conferindo ao sujeito, cientista e observador um papel determinante no experimento, deslocando a reflexão científica para as questões epistemológicas.

Ainda que compartimentalizados, tanto a natureza quanto a ciência, na história da ciência são analisadas a partir de uma dimensão histórica. Assim, não obstante a história da ciência tenha se desenvolvido distanciada do escopo teórico e metodológico da história, não há discordância nem mesmo entre os filósofos, cientistas e historiadores da ciência, como visto anteriormente, quanto ao fato de referir-se à história humana - seja à história dos seres humanos em relação à ciência ou em relação à natureza – o que não deixa dúvidas quanto ao fato de pertencer à área das ciências humanas.

Dito isso, nos resta tentar compreender a história da ciência enquanto pertencente ao “campo histórico” não de maneira hiperespecializada com o viés isolacionista, mas com o objetivo de entender a complexidade do campo a partir de suas múltiplas dimensões que se articulam.

Segundo Barros (2011) no “campo da História” precisa ter clareza quanto à existência de: “dimensões”, “abordagens” e “domínios”. Tal como a ciência, a história também possui variadas “**dimensões**”¹⁰⁴ que correspondem “àquilo que o historiador traz para o primeiro plano em seu exame de determinada sociedade” (BARROS,2011, p.197), como a política, a economia ou demografia que reclamam as respectivas histórias, isto é, ao escolher um domínio da história para investigação, dada a altíssima complexidade de muitos deles, ele poderá fazer um recorte e selecionar dar ênfase aos aspectos políticos, por exemplo, em resumo, a dimensão refere-se ao enfoque que pretendemos dar à questão. As “**abordagens**” por sua vez, estão voltadas para a parte metodológica relacionando-se às fontes e às formas de tratamento dessas fontes dadas pelo historiador, ou seja, o ato de lidar com as fontes a partir do viés da história quantitativa, biográfica, factual, problematizada etc. E por fim, quanto aos “**domínios**”, que seriam “os campos temáticos privilegiados pelos historiadores” que podem referir-se de acordo com Barros (2011) a “agentes históricos”, a exemplo da história das mulheres, do trabalhador e das massas; a “ambientes sociais” que poderiam ser rural, local, regional, urbano, público ou da vida privada e; “âmbitos de estudo”, como arte, direito e religião. Barros (2011) não insere a história da ciência em nenhum destes domínios, mas como o campo é complexo e está em constante movimento, aliado à advertência de Maia (2013) sobre a ausência de historiadores na história da ciência, cuja questão central não seja exatamente a ausência de historiadores, mas da teoria e metodologia da história, assim como, por tudo que discutimos até aqui, a ciência é sem dúvida um “âmbito de estudo” do

¹⁰⁴ No item seguinte ao demarcarmos o conceito de dimensão histórica da ciência, veremos que é uma das diversas dimensões constitutivas da ciência.

“domínio” do campo da história, que é um âmbito de estudo que requer o uso das técnicas dos historiadores.

Ter clareza quanto aos campos significa considerar que na construção do campo histórico foram utilizadas teorias, metodologias, epistemologias distintas (por vezes coincidentes), mas que ao pensarmos de forma interacional esses pressupostos estão sendo considerados. Para uma análise histórica é salutar utilizar as teorias e práticas historiográficas da história, muito embora, não sejam estanques e confinadas em seus limites, até porque, interagir implica em entrar em diálogo com influência recíproca e problematizar desconstruindo visões dominantes, o que torna as fronteiras fluidas. “O Campo da História produz em seu interior inúmeros campos históricos” [...] “uns em conexão com outros” (BARROS, 2011, p.211), cuja configuração encontra-se em “perpétua mutação”, dentro e fora dele, sendo a história da ciência um desses “campos históricos”, como o são, a história da arte, a história do Brasil, a história das mulheres, dentre muitos outros.

3.2 O tempo como elemento “visceral” da história

O que define se a análise da ciência é ou não histórica? Seria mais simples se os contornos da disciplina história da ciência estivessem bem demarcados, no entanto, como vimos isto não ocorre. Assim, num primeiro momento, avalia-se o olhar que se lança sobre a ciência, isto é, o que o pesquisador traz para a análise em primeiro plano, que no caso da história da ciência é a “**dimensão histórica**”. Dentre as muitas dimensões da ciência, como: a dimensão filosófica que destaca questões da filosofia, a dimensão sociológica realça a sociologia e assim para as demais dimensões, sendo todas detentoras de complexidade e elementos fundantes que lhes asseguram a singularidade. Num segundo momento, uma vez definido que a disciplina pertence ao domínio da história da ciência ou que a análise parte da dimensão histórica, destaca-se o elemento fundante da perspectiva analisada, que em se tratando da história da ciência, apresenta-se como ponto “visceral” a questão do tempo, ou seja, nas palavras do historiador fundador do *Movimento dos Annales*, Marc Bloch, “a análise dos homens no tempo” (BLOCH, 2001, p.55), assim como o que define o campo da sociologia da ciência é a análise da ciência a partir de determinado viés social no tempo presente ou de determinado grupo ou sociedade.

Uma vez inserida no campo histórico, a ciência mesmo diante de singularidades (assim como outros domínios da história), está sujeita à análise temporal, seja ela linear, cronológica, cumulativa, teleológica ou complexa, plural, não-cumulativa, não-linear, não-

teleológica, de continuidades ou rupturas, múltipla, plural, do instante, a depender de cada corrente historiográfica.

A relação da história com o tempo é antiga. O tempo do historiador é o tempo histórico narrado e construído, diferente do tempo cíclico da natureza, cujas referências eram os solstícios, períodos de colheitas e estações do ano; do tempo unificado advindo com a chegada da era cristã que adotou como referência um único acontecimento: o nascimento de Cristo; do tempo social que é o tempo vivido; do tempo do progresso de Kant; dentre outros. Todavia, o tempo da história não é uma unidade de medida, o “tempo histórico, diferentemente da reta geométrica que é composta por uma infinidade de pontos, não é formada por uma infinidade de fatos” (ARIÈS *apud* PROST, 2012, p.96), como fora o tempo linear e cronológico que considera a sucessão dos fatos.

Considerando que tudo é potencialmente histórico porque se refere ao tempo (selecionado e narrado) ou é histórico no sentido de que possui uma história ainda que não narrada, isto implica em dizer que a ciência, a natureza, os homens não escapam à história, nem tampouco a própria história. “O tempo da história não é uma reta, nem uma linha quebrada feita por uma sucessão de períodos, nem mesmo um plano: as linhas entrecruzadas por ele compõem um relevo. Ele tem espessura e profundidade” (PROST, 2012, p.114). Assim, o “tempo dos historiadores, portanto, é sempre um tempo humano”, não é o “tempo dos calendários ou da mera cronologia, ainda que destes modos de situar o tempo objetivamente o historiador precise se valer no decorrer de suas narrativas e análises historiográficas” (BARROS, 2013, p.20 e 21).

Sendo o tempo “visceral” para a história, ele é “um tempo que precisa ser compreendido conceitualmente, um tempo que precisa ser evocado para o conhecimento da História, e um tempo que interage com a escrita da História” (BARROS, 2013, p.7), que está em constante movimento e transformação:

Situar todas as coisas no tempo – enxergá-las sob a perspectiva que cada uma delas interage e ajuda a constituir um contexto, unindo-se a uma vasta rede de outras coisas que também se inscrevem no tempo – é típico da História [...] O que é visceral, mesmo, em cada historiador, é a ideia de que tudo se inscreve no tempo, de que tudo se transforma – e que devemos refletir de modo problematizado sobre cada uma dessas transformações, deixando que incida sobre elas uma análise que será a nossa e que, de resto, também se inscreve no tempo. (BARROS, 2013, p.17 e 18).

Em contrapartida, a história é também substancial para o tempo, visto que, revela a sua complexidade e densidade, possibilitando pensar a historicidade. Imbricados, tempo-espaço e história vistos da perspectiva da analítica da historicidade heideggeriana do *ser-aí-*

no-mundo, servem de ponto de partida para problematizar o aspecto epistemológico. “Toda concepção da história é sempre acompanhada de uma certa experiência do tempo que lhe está implícita, que a condiciona, e que é preciso portanto, trazer à luz (AGAMBEN, 2008, p. 111).

O tempo não é uma discussão apenas da história, mas também da filosofia e da própria ciência da natureza, em especial da física, como as discussões sobre o tempo linear e absoluto newtoniano e o tempo relativo de Einstein ou ainda o tempo biológico evolutivo e geológico.

3.2.1 O tempo histórico e o tempo da ciência

Mas o que é o tempo? “Essa é uma das perguntas mais difíceis de se responder no campo da historiografia” (KOSELLECK, 2006, p.13). Qualquer resposta objetiva a essa questão se apresenta como reducionista. Trata-se de um conceito complexo cujos debates perpetrados pelas mais diversas correntes historiográficas envolvendo a teorização do tempo histórico lidaram de maneira diferente com o tempo. O tempo foi motivo de reflexão no campo da filosofia por Immanuel Kant, Wilhelm Hegel, Friedrich Nietzsche, Edmund Husserl, Martin Heidegger, Gilles Deleuze, pelo filósofo da ciência Gaston Bachelard, que teorizou sobre a ruptura, descontinuidade, multiplicidade do tempo e intuição do instante ao lado de Henri Bergson e Gaston Roupnel, também de discussão pelo historiador francês Fernand Braudel e o historiador alemão Reinhart Koselleck. Ao lado do tempo histórico, o tempo da física já foi absoluto e passou a relativo, o tempo geológico revela a história do planeta, o tempo climático descreve o ambiente atmosférico e o tempo biológico por sua vez, revela o nascimento, crescimento, reprodução e morte.

Na história, de viés mais positivista foi concebido como universal, único, absoluto, linear, teleológico, contínuo, homogêneo, uniforme, cumulativo, cronológico progressivo, encadeado; de uma perspectiva historicista e *annaliste*, ele surgiu como um tempo relativo, particularizante, simultâneo, descontínuo, diacrônico; ou ainda como um tempo sincrônico do viés estruturalista; por vezes anacrônico¹⁰⁵ quando fora do tempo; ou como um tempo dividido entre passado, presente, futuro, ou apenas presentista, outras vezes do instante. No momento, o tempo histórico encontra-se diante de um desafio epistemológico: o da multiplicidade do tempo, que “declinou do singular por meio do qual os historiadores

¹⁰⁵ Na história da ciência Herbert Butterfield (1900- 1979) chamou de interpretação *whig* da história, o historiador que busca no passado apenas o que se concebe no presente de maneira descontextualizada.

habituarão-se a reconhecê-lo e irrompeu em novas formas, múltiplas, variadas, policrônicas” (SALOMON, 2018, p.9).

Santo Agostinho (354-430 d.C.), a partir do pensamento de Platão, refletiu sobre a natureza do tempo em suas *Confissões* (Livro XI, 10-27). O tempo se apresenta na contradição entre presente, passado e futuro, não sendo um tempo “em si”, mas um tempo que resulta da consciência humana:

Que é, por conseguinte, o tempo? Se ninguém me perguntar, eu sei; se o que quiser explicar a quem me fizer a pergunta, já não sei. Porém, atrevo-me a declarar, sem receio de contestação, que, se nada sobreviesse, não haveria tempo futuro; e se agora nada houvesse, não existiria o tempo presente. De que modo existem aqueles dois tempos – o passado e o futuro –, se o passado já não existe e o futuro ainda não veio? Quanto ao presente, se fosse sempre presente e não passasse para o pretérito, já não seria tempo, mas eternidade. Mas se o presente, para ser tempo, tem necessariamente de passar para o pretérito, como podemos afirmar que ele existe, se a causa da sua existência é a mesma pela qual deixará de existir? Para que digamos que o tempo verdadeiramente existe, porque tende a não ser? (AGOSTINHO, 2004, p.322).

O tempo para Agostinho não pode ser o passado que já não é mais, o futuro que ainda não veio, nem o presente, que se nunca mudasse não seria tempo e sim eternidade, muito próximo ao que Einstein diria séculos depois, para quem a distinção entre passado, presente e futuro era apenas ilusão, na qual nega a importância absoluta e universal ao momento presente, sendo relativa, pois depende do ponto de vista de quem a experimenta.

O tempo de Aristóteles “é a quantidade de movimento segundo um antes e um depois”, ligados por um “agora”. Essa concepção do tempo eternamente no presente foi destacada por Heidegger: o “tratado aristotélico sobre o tempo é a primeira interpretação circunstanciada desse fenômeno que nos foi legada. Ela determinou em essência toda a concepção posterior do tempo – incluindo a de Bergson” (HEIDEGGER, 2012, p. 97).

Em meados do século XX, a história protagonizaria um dos debates mais importantes sobre o tempo histórico, entre o antropólogo francês Claude Lévi-Strauss (1908-2009) e o historiador dos *Annales*, Fernand Braudel (1902-1985). O antropólogo francês Lévi-Strauss um dos representantes da corrente do estruturalismo¹⁰⁶ defendia que a história, ao contrário das ciências naturais, não possuía um modelo científico capaz de garantir a objetividade dos resultados, o que o leva a publicar o manifesto *História e Etnologia* (1949), posteriormente publicado como introdução de sua obra principal, *Antropologia Estrutural* (1958), contendo críticas à história.

¹⁰⁶ A principal referência do estruturalismo encontra-se na obra póstuma *Curso de Linguística Geral* (1916) do linguista Ferdinand de Saussure (1857-1913).

Em resposta ao artigo de Lévi-Strauss, em 1958 Fernand Braudel publicou na *Revue des Annales* o artigo-manifesto *História e Ciências Sociais - A longa duração*, no qual “lhe contrapõe o trunfo maior do historiador: o tempo, não o do par tradicional acontecimento/datação, mas o da longa duração, que condiciona até as estruturas mais imutáveis exploradas pelo antropólogo” (DOSSE, 2012, p.71). Para Braudel o ofício do historiador de alguma forma começa e termina pelo tempo, sendo o tempo do historiador distinto do tempo do sociólogo. O “tempo do historiador é medida”, por isso, impossível escapar do tempo do mundo, não sendo, porém, apenas o tempo curto do “acontecimento” (*histoire événementielle*) e nem o tempo da “estrutura” social imutável, eterna, mas o tempo de “longa duração” em que se entrelaçam evento e estrutura numa “dialética da duração”, visto que, a história trabalha com a pluralidade de tempos e durações de uma vida social complexa com vistas à articulação que considere as “durações sociais, os tempos múltiplos e contraditórios da vida dos homens” (REIS, 2008, p.16).

No prefácio do livro *O Mediterrâneo e o mundo mediterrâneo na época de Philippe II* [1949], Fernand Braudel analisa a história em três níveis de problematização, em três temporalidades sintetizadas em: tempo de longa duração das “estruturas” geográficas que se transforma lentamente de forma “quase imóvel”; em que a história do mediterrâneo possui os seus ritmos internos com tempo da história “lentamente ritmado” de média duração, tempo da “conjuntura” e o; tempo curto, do “acontecimento”, que são as espumas que se formam na crista das ondas impulsionadas pelas correntes profundas, reafirmando, portanto, a multiplicidade de temporalidades imbricadas umas nas outras.

Em ruptura com o tempo linear de viés positivista, a “História faz-se a partir do tempo: um tempo complexo, construído, multifacetado” (PROST, 2012, p.98), tendo o movimento dos *Annales* sido fundamental para se conhecer as especificidades do tempo histórico e sua duração (um tempo mais lento que permite a problematização), uma vez que, nas palavras de Marc Bloch, um de seus fundadores, a “realidade concreta e viva, submetida à irreversibilidade de seu impulso, o tempo da história, ao contrário, é o próprio plasma em que se engastam os fenômenos e como lugar de sua inteligibilidade” (BLOCH, 1996, p.55).

Relevante destacar o tempo relativo de Einstein que está no centro das discussões, inclusive no campo da história e história da ciência como visto acima, ante a ruptura com o tempo absoluto, cronológico linear da história positivista ou da ciência newtoniana para a qual o tempo passa de igual para todos. Para Einstein o presente/passado/futuro é ilusão porque acontece no mesmo momento, porém, são vistos de perspectivas diferentes, questão esta, da temporalidade que é essencial para as análises historiográficas. Para a teoria da

relatividade de Einstein, o agora de um observador pode ser o passado ou o futuro do outro, sendo que quanto maior for a distância entre eles, maior será a diferença, o que se dá também em relação ao movimento no espaço, em que os observadores tomam sentidos opostos, portanto, todos são relativos.

Refletir sobre o “tempo histórico da ciência” significa reconhecer que o debate sobre o tempo está presente nas ciências humanas e da natureza. Destacar o tempo histórico da ciência é pensar o tempo histórico a partir das problematizações da história em diálogo com os questionamentos acerca do tempo pelas ciências da natureza, cuja interação entre as áreas já ocorre, a exemplo do tempo absoluto newtoniano que inspirou o positivismo francês ou o tempo relativo einsteiniano que revolucionou a epistemologia desenvolvida por Bachelard com a abordagem de descontinuidade do tempo.

A proposta é compreender as discussões acerca do tempo histórico e problematizá-lo à luz da NDC revelando a complexidade com o objetivo de pensar o tempo como questão epistemológica, que em análise é pensar a historicidade da ciência.

3.2.2 Multiplicidade temporal: desafio epistemológico contemporâneo

Universal ou particularizante, absoluto ou relativo, estrutural ou diacrônico, linear ou descontínuo, o tempo histórico ao longo dos séculos XIX e XX esteve marcado por grandes narrativas históricas, que a historiografia atual tem oportunizado ver a si mesma cada vez mais como um campo fragmentado, atravessado por muitas tendências e entrecruzamento de fatores políticos, sociais e culturais que vêm promovendo uma “brecha epistemológica” um “despedaçamento” das narrativas e do tempo unitário, contribuindo para a “virada epistêmica” e trazendo à tona a multiplicidade temporal, com o desafio epistemológico de promover uma espécie de “descolonialidade do tempo”¹⁰⁷, ou seja, desconstruir o tempo universal canônico e construir nova dinâmica temporal:

Em 1989, na revista *Annales ESC*, num editorial que se tornou célebre, é dito explicitamente que ‘a exploração dos mecanismos temporais deve constituir a contribuição especificada história’ e que ‘a atenção aos processos supõe [...] que as temporalidades humanas são múltiplas’. A partir dos anos de 1990, a questão parece ter finalmente alcançado uma formulação clara: a multiplicidade temporal implica que o historiador se coloque de modo crítico o problema do tempo

¹⁰⁷ Essa expressão encontra fundamento nas discussões acerca da “descolonialidade epistemológica” (MIGNOLO,2008; SANTOS,2010; GROSFOGUEL,2016; ALCOFF,2016), em que pese as divergências conceituais entre descolonialidade, descolonialidade ou pós-colonialidade, a referência se dá pelo principal aspecto que é o de colocar em questão e desconstrução a modernidade/colonialidade norte-eurocêntrica que se propõe universal e hegemônica.

concebido, percebido e vivido pelos homens, cuja história ele escreve, em relação às temporalidades impostas pelo poder e pela sociedade, tanto quanto pelas crenças e pelas ideologias. O tempo não é mais algo de que se pode dispor, dado implicitamente por uma filosofia do bom senso ou por uma ideia geral que funda uma concepção unitária e continuísta de uma duração que nunca é claramente definida. Ele não é uma realidade física exterior e uniforme, mas ele é tampouco um fluxo de consciência íntima, unitária e irrepartível. Ele não é um meio no qual nos encontramos, nem uma corrente que inevitavelmente nos arrasta. (GATTINARA, 2018, p.67). (Grifamos).

Desde a teoria da relatividade e seus desdobramentos, não há mais como conceber o tempo cronológico e universal que reunia diversas histórias e cronologias em um tempo único. Gattinara (2018) esclarece que o “historiador deve *colocar no tempo* o objeto de seu estudo, o que é dificultado pela escala de análise desses fenômenos” que pertencem a “temporalidades diferentes, pois todo o fenômeno guarda em si essas temporalidades entrecruzadas” (GATTINARA, 2018, pp. 67 e 68). O autor classifica o tempo como “problemático”, pois, se de um lado, ele se apresenta como “nosso tirano, mas tentamos dominá-lo medindo-o das mais variadas maneiras: ele faz parte da nossa experiência humana, está na raiz da nossa história”, de outro lado, “nem cientistas nem filósofos, jamais se sentiram confortáveis com ele” (GATTINARA, 2018, p.41) em especial os físicos, pois a física clássica almeja o imutável e as leis eternas, o tempo é variável, é o que muda.

Na mecânica newtoniana o tempo surge como absoluto porque existe independente da matéria e do espaço, e também, uniforme por transcorrer da mesma maneira em qualquer circunstância. A mecânica quântica e a teoria da relatividade einsteiniana foram responsáveis por mudanças radicais nos conceitos de espaço e tempo absolutos para espaço-tempo relativo, no qual o acontecimento A pode parecer anterior a B ou vice-versa dependendo dos observadores em diferentes sistemas de referência. O tempo da física einsteiniana abriu possibilidades para novas discussões.

O epistemólogo francês Gaston Bachelard impactado pela teoria da relatividade de Einstein que rompia com a visão clássica de tempo único e pela fenomenologia de Edmund Husserl, por meio do conceito de ruptura e descontinuidade temporal influenciou filósofos da ciência como Koyré, Canguilhem e até mesmo Thomas Kuhn por meio do contato com o pensamento koyreriano. Na conferência realizada na *Société Française de Philosophie*, intitulada *La continuité et la multiplicité temporelles*¹⁰⁸, Bachelard explicitou a problemática

¹⁰⁸ Fazemos referência ao artigo *La continuité et la multiplicité temporelles* publicado por Gaston Bachelard com intervenções de MM. G. Bénézé, Léon Brunschvicg, André Lalande, G. Malfitano, I. Meyerson, apresentado em 13/03/1937 na *Société Française de Philosophie* e, posteriormente, publicado no *Bulletin* n. 2 1937. Disponível em: https://s3.archive-host.com/membres/up/784571560/GrandesConfPhiloSciences/philosc02_bachelard_1937.pdf. Acesso: 10 jul.2019. Tradução de Fábio Ferreira de Almeida publicada *In: Heterocronias*, 2018, p.366.

dos tempos múltiplos, sendo que a discussão sobre o tempo já integrava dois livros anteriores, o livro *A Intuição do instante* (1932) e *A Dialética da Duração* (1936), ambos escritos em intenso diálogo com o filósofo Henri Bergson que através da ideia de duração discute a existência do tempo único e com o historiador francês Gaston Roupnel e sua obra *Siloë*, na qual discutiu a concepção de tempo de uma perspectiva descontinuista e insere a ideia de instante. Bachelard nos convida a refletir sobre a continuidade temporal, se ela é de fato dada. Há um tempo único e contínuo? Não sendo a continuidade, cronologia e linearidade temporais algo real, ou seja, “a partir do momento em que nos desvencilhamos da ilusão de uma continuidade real e dada, parece que se pode falar de um pluralismo temporal” (BACHELARD, 2018, p.338).

Com o pluralismo nasce a descontinuidade, de forma que quanto mais um ser se torna complexo, mais diversificadas tornam-se as suas funções e mais numerosos são seus “ritmos”, que não são “fundados numa base temporal [bem] uniforme e regular, os fenômenos da duração é que são construídos com ritmos. [...] Para durarmos, é preciso então que confiemos em ritmos, ou seja, em sistemas de instantes” (BACHELARD, 1988, p.9). Contrapondo a “duração contínua” de Bergson que para Bachelard é uma construção do espírito, sendo que a duração descontínua cujo princípio é do ritmo e dialético impede a análise por meio da unidade e continuidade já que a experimentação implica em descontinuidades que caracterizam a realidade, o tempo e o espaço, daí a necessidade de se antever uma realidade rítmica recomeçada incessantemente.

Bachelard influenciado por Roupnel defende que a verdadeira realidade do tempo não é a duração, mas sim, o instante. O “tempo é uma realidade encerrada no instante e suspensa entre dois nada. O tempo poderá sem dúvida renascer, mas primeiro, terá de morrer. Não poderá transportar seu ser de um instante para outro, a fim de fazer dele uma duração” (BACHELARD, 2007, p.18). A filosofia de Bergson é uma filosofia da duração e a de Roupnel é a do instante. Convergindo para o pensamento do segundo, Bachelard consagra o instante como sendo o elemento temporal primordial. A razão cristaliza o tempo no presente, reunindo nesse instante, que é o presente, o passado e o futuro, em um ato que é instantâneo e encerra em si toda potencialidade, ao contrário do que propôs Bergson que prevê uma ação de duração contínua. Desta forma, o instante em Bachelard nos coloca diante da multiplicidade de instantes descontínuos formam os diversos e múltiplos ritmos temporais.

A duração é apenas uma metáfora. Se o tempo pode ter certa realidade quando podemos considerá-lo em massa, ele parece perder sua conexão no detalhe. Se você pegar uma lupa para observar o fio do tempo, você perceberá que o tempo não tem fio. Uma imagem esclarecerá meu pensamento: uma corda é feita de fios, um fio é feito de fibras, mas as fibras são feitas de moléculas. Toda ligação temporal é uma imensa soma de instantes, é um valor de conjunto. (BACHELARD, 2018, p.343). (Grifamos).

A multiplicidade temporal de Bachelard é inconciliável com o tempo uniforme e cronológico. Vale destacar que o desafio da multiplicidade temporal não é apenas historiográfico ou teórico das ciências humanas e da natureza, mas atinge outras perspectivas e dimensões das ciências. Segundo Jordheim (2018) a multitemporalidade carrega implicações políticas e sociais, que ao lado da história, são também constitutivas da ciência, tornando-se um desafio também para os “estrategistas e formuladores de políticas públicas, entre outros, é apresentar modelos viáveis para a análise, interpretação e intervenção em um mundo multitemporal” (JORDHEIM, 2018, p.294) em níveis local, regional e global, cujos diferentes contextos e situações geopolíticas e econômicas lidam com fenômenos científicos de modo diverso, como, por exemplo, as questões climáticas e de aquecimento global, na qual as pesquisas gerais e universalizantes não contemplam especificidades locais e regionais.

O fator climático é um exemplo instigante para ilustrar a multiplicidade temporal e a confluência das variadas dimensões das ciências humanas e naturais, além da própria natureza para um mesmo tema, desvelando ainda mais a complexidade e seus entrecruzamentos. A proposta epistemológica do historiador dos estudos subalternos indianos, Dipesh Chakrabarty, em seu artigo *O Clima da história: quatro teses* (2009) no qual desloca o olhar por sobre a ciência como atividade humana, para sustentar na Tese 1 que também as mudanças na natureza, no caso, no tempo climático, são antropogênicas, isto é, derivadas das ações humanas, rompendo com a fronteira entre “história humana” e “história natural”; na Tese 2 destaca que o tempo geológico e a cronologia das histórias humanas também permaneceram por muito tempo desconexas, mas recentes estudos científicos sobre o Holoceno como sendo a atual era geológica, propõem o reconhecimento de uma nova era geológica, o Antropoceno¹⁰⁹, na qual humanos existem como força geológica e modificam severamente o ambiente do planeta; a Tese 3 destaca que a hipótese geológica do Antropoceno realça a multiplicidade tempo-espço, o que exige que se coloque em diálogo as

¹⁰⁹ Segundo Chakrabarty (2009), a proposta foi apresentada pela primeira vez pelo químico e Prêmio Nobel Paul J. Crutzen e seu colaborador, um especialista em ciência marinha, Eugene F. Stoermer, em uma curta declaração publicada em 2000. In: Paul J. Crutzen e Eugene F. Stoermer, “*The Anthropocene*”, *IGBP [International Geosphere-Biosphere Programme] Newsletter* 41 (2000):17. Em 2002 Crutzen publicou na Revista *Nature*. O biólogo norte-americano Eugene F. Stoermer cunhou originalmente o termo *Antropoceno* no início da década de 1980 para referir-se ao impacto das atividades humanas sobre o planeta terra.

perspectivas da história global econômica reconhecendo o entrecruzamento com a história da espécie humana; e por fim, a Tese 4 dispõe sobre o surgimento da rachadura no muro então existente entre as histórias humana e natural, o que nos remete à reflexão dos limites da compreensão da ciência, considerando que nos tornamos também agentes de mudanças da natureza e não apenas da ciência, como temos visto até aqui.

Acadêmicos e “tomadores de decisão”, ainda que de maneiras distintas, ambos têm conhecimento que os acontecimentos da natureza, históricos e científicos não ocorrem “em um só tempo” (mas interagem) e nem de maneira igual, em que a aceleração e fluidez temporal surgem como um fator na já complexa e heterogênea problemática, no qual o tempo do comércio e tecnologias conflita com os diferentes ritmos de vida e culturas, portanto, “fora de sincronia”.

Reconhecer a multiplicidade temporal presente em forma de diferentes conceitos, experiências, práticas e acontecimentos, que conduz a ritmos, tempos e formas distintas de viver e fazer ciência apresenta como alternativa de ruptura com o tempo linear, absoluto e unidirecional, que no nosso caso, significa romper com a hegemonia científica global contribuindo para a validação de outros modos de fazer científico (não é o caso da pseudociência) que atendam as especificidades e demandas regionais e locais.

Esse reconhecimento é um passo importante para a reconfiguração necessária do tempo, mas será preciso reaproximar o tempo histórico do tempo natural e do tempo da ciência, uma vez que todos têm como elemento comum de interseção o ser humano complexo (natural, histórico, social etc.) que surge não como objetivo ou finalidade, mas como ponto de partida para a compreensão da perspectiva epistemológica e histórica, sem desconsiderar a sua ontologia fundamental.

Em lugar de delimitações entre tempo histórico e natural, temos um campo tensionado por múltiplos tempos e dimensões da ciência, em que dialogam e entrecruzam variados conceitos, epistemologias, campos disciplinares, ontologias, experiências, vivências, em interação e de maneira complexa, cujas veredas serão abertas por meio da “analítica da historicidade da ciência” e da “dimensão histórica da ciência”, lembrando que a historicidade é em si múltipla.

3.3 Possibilidades para uma analítica da historicidade da ciência: ser e tempo

O tempo é a base da historicidade. Refletir sobre a historicidade da ciência é indagar se a ciência possui história que lhe é imanente. “Um dos principais objetivos da ciência é

mostrar que ‘o mundo é inteligível pela razão humana’” (PATY, 2005), o que transforma a ciência em “histórica no sentido de que é uma atividade [humana], uma instituição e um corpo de conhecimentos que mudam no tempo” (KNELLER, 1980, p.27). Diferentemente da história (*res gestae*) e da historiografia (*rerum gestarum*) a historicidade se funda no ser humano como um ser histórico, por isso, o tempo passa a ter relevante significado para reflexões sobre o ser e suas ações em relação ao tempo, de maneira intrínseca, como constitutiva do próprio ser, em sua ontologia, em que a problemática não é o tempo, mas a potência de ser do tempo, que possui temporalidade e em Heidegger se apresenta como “ser é tempo” (GADAMER, 1999, p.389).

Para o filósofo italiano Nicola Abbagnano (1901-1990), a historicidade se apresenta fundada na estrutura temporal de um ente, portanto, o “problema da história” não é problema da realidade histórica ou do juízo histórico, é um “problema da existência de um ente que se alça à história pela própria estrutura temporal e realiza tal estrutura autenticamente na história: esse ente é o homem” (que em Heidegger é o *Dasein*). O homem em Abbagnano (2005) é “verdadeiramente historicidade, mas é historicidade porque é temporalidade, reconhecida e entendida como originária” (ABBAGNANO, 2005, p. 126).

Na obra *Historicités* (DELACROIX; DOSSE; GARCIA, 2009) os autores referem-se a “historicidades” (no plural) por partirem da perspectiva que as experiências do tempo não são universais nem naturais e possuem distintas concepções considerando os diversos tempos-espço, e também face ao “viés pluridisciplinar” que acaba por convocar contribuições da filosofia, antropologia, psicanálise e linguística com o objetivo de interpretar a complexidade da noção de historicidade. Em 2013 o historiador francês François Hartog, coloca em discussão o que ele denominou de “regimes de historicidade”, expressão da experiência temporal em que são articuladas instâncias temporais passado/presente/futuro, de modo que, a relação que uma exerce sobre a outra promove variadas formas de experiência e de narrativa, porém, o presente se sobrepõe em relação ao passado e ao futuro, caracterizando o regime presentista de historicidade. Dito de outra forma, diante da fragmentação e aceleração do tempo atual e a destruição das grandes narrativas, os regimes de historicidade indicam o modo como uma sociedade interpreta o seu passado e como toma consciência de si através dos discursos formulados a partir da experiência, que em contrapartida, molda os seus modos de narrar e de vivenciar o próprio tempo a partir do presente.

O pensamento do historiador alemão Reinhart Koselleck,¹¹⁰ em especial os conceitos de “espaço de experiência” e “horizonte de expectativa” foram marcantes para o conceito de “regimes de historicidade” de Hartog. Koselleck, por sua vez, em diálogo com filósofos, historiadores e sociólogos enriqueceu a teoria da história e os debates sobre o conceito de tempo, com destaque para o *Futuro Passado: contribuição à semântica dos tempos históricos* [1979] e *Estratos do Tempo. Estudos sobre história (Zeitschichten. Studien zur Historik*, [2000]), no qual o autor dialoga com Martin Heidegger, aqui utilizado para análise da historicidade da ciência. Para Koselleck, um dos elementos centrais dessa modernidade diz respeito a uma nova forma de percepção do tempo, sendo na relação passado/futuro, isto é, entre a experiência e a expectativa é que se constitui o tempo histórico que se dá a partir do presente, rompendo com a afirmação do velho *topos* da história *magistra vitae*¹¹¹, bem como com a ideia de tempo único na história, visto que, cada época estabelece a sua relação entre passado e futuro. Experiência e expectativa não são conceitos simétricos complementares, possuem formas diferentes, assim, o “espaço de experiência” é a experiência do passado atual, considerando a elaboração racional e as formas inconscientes de comportamento, no qual os acontecimentos foram incorporados e podem ser lembrados. Também o “horizonte de expectativa” se realiza no hoje, é futuro presente, voltado para o “ainda-não”, o não experimentado, para o que apenas pode ser previsto. Diante disso, “não se pode conceber uma relação estática entre espaço de experiência e horizonte de expectativa. Eles constituem uma diferença temporal no hoje, na medida em que entrelaçam passado e futuro de maneira desigual” (KOSELLECK, 2006, p.314), cuja conexão criada possui uma estrutura de prognóstico indicando a capacidade de mudança do tempo histórico. Esclarece Marcelo Jasmin (2006) na apresentação do livro de Koselleck, que o tempo não é por ele tomado como algo natural e evidente, mas como uma construção cultural que a cada época determina um modo de relacionamento entre o passado e o futuro, em que a história é considerada como conjunto dos fatos do passado como dimensão existencial e como concepção e conhecimento

¹¹⁰ Esse historiador também propõe a “história dos conceitos” (*Begriffsgeschichte*) cuja análise semântica das mudanças ocorridas no conteúdo e uso dos conceitos, fornece uma chave de compreensão dos acontecimentos do passado.

¹¹¹ A história “mestra da vida” presente na historiografia desde Cícero no *De Oratore* (séc. I a.C) até o século XVIII atuando fortemente na era cristã e diluindo-se na história em movimento que caracteriza a época moderna (*Sattelzeit*, conceito criado por Koselleck, representa o período histórico entre 1750 a 1850 da dissolução da antiga ordem social na Alemanha e o surgimento do mundo moderno), ensina Koselleck (2006, p.42). Referindo-se a modelos helenísticos, Cícero cunhou a expressão história *magistra vitae* no contexto da oratória, no qual o orador empresta à história um sentido de imortalidade como instrução para a vida, de modo a tornar pereña a experiência, que as pessoas aprenderiam com as histórias do passado, servindo de lições e exemplos para ações do presente e futuro.

de vida que permite a sua compreensão, com isso, deve ser apreendida em sua própria historicidade.

Maia (2013), por sua vez, refere-se à historicidade como sendo uma “condição inseparável de toda e qualquer atividade humana, claro, inclusive da ciência”, em que “tudo que é inescapavelmente humano encontra-se imerso na historicidade”, não havendo “humanidade sem história”, assim como “não há história sem a presença humana” (MAIA, 2013, p. 14). Com base na historicidade existente na ciência e na proposta do historiador polonês Krzysztof Pomian (1934), Maia defende uma “nova história das ciências” pautada no escopo teórico-metodológico da história *tout court*. Entretanto, a abordagem de Maia (2013) não é discutida a partir da “teoria da história” como propomos nesta pesquisa, mas possui “enfoque histórico-sociológico”, no qual utilizou aspectos sociológicos para fundamentar o seu pensamento cujos referenciais teóricos foram Karl Mannheim (1893-1947) e Robert Merton (1910-2003).

Condé (2017) concebe a história como constitutiva da ciência e não externa a ela (subscrevemos essa proposta), ou seja, a ciência por ser uma atividade humana será sempre histórica, visto que o ser é histórico. Entretanto, os diálogos estabelecidos pelo autor entre historiadores e filósofos da ciência possuem uma perspectiva mais historiográfica e aproximam-se de um viés “sociologizante” com forte enraizamento social para a ciência, que acabam por desaguar no debate sobre a linguagem. De certo modo, Condé (2017) está arraigado às discussões provenientes da abordagem da sociologia da ciência, acerca da querela “internalismo *versus* externalismo” (neste aspecto aproxima-se de Maia), utilizando inclusive alguns dos autores envolvidos neste debate, numa perspectiva “historiográfica internalista”, enquanto, propomos nos aproximar das discussões realizadas no campo científico da história, mais especificamente, da teoria da história.

O ser-humano é histórico. A inviabilidade de se constituir como a-histórico é assegurada pela ideia de “passado prático”¹¹² que se transforma em “passado histórico” por meio do ofício do historiador, abrindo possibilidades para discussão da historicidade a partir

¹¹² Para o filósofo britânico Michael Oakeshott (2003), o passado se caracteriza pelo “passado prático” e pelo “passado histórico”: o primeiro refere-se à história vivida e o segundo, à história narrada, sendo que, sem história científica não há passado racional, de modo que na ausência da história o passado serve meramente a interesses práticos. Todavia, seja a história narrada ou simplesmente vivida, não há como escapar do passado, pois, de outro modo, significaria a ausência da nossa própria experiência. No limite, Oakeshott estaria se referindo à história narrada como sendo a história científica feita por historiadores e à história vivida como aquela do senso comum, sendo o “passado prático” uma espécie de “presente-futuro”, no qual há um compromisso de intencionalidade prática de uso do passado direcionado ao futuro, cuja preocupação central não reside no passado, mas no futuro (OAKESHOTT, 2003, p.59-77), e, de outro lado, está o “passado histórico” como aquele elaborado e construído através do ofício do historiador (OAKESHOTT, 2003, p. 62).

da abordagem ontológica e existencial da ciência. Ao conceber que a ciência é produzida pelo ser humano (a natureza também sofre a interferência do ser), a historicidade tem por base o ser histórico, e, junto a esse ser está o tempo, que é base da historicidade¹¹³. Refletir sobre a historicidade da ciência é indagar se a ciência possui história que lhe é imanente. Para que o reconhecimento da historicidade da existência seja histórico é preciso considerar a dimensão da temporalidade, e, como a ciência é uma atividade humana, nos moldes propostos por Martin Heidegger em *Ser e Tempo*, abre-se a possibilidade para “analítica da historicidade da ciência” cuja estrutura ontológica fundamental do ser ao temporalizar-se surge como constitutiva da existência humana.

Em que pese a relevante discussão realizada pelo historiador Koselleck sobre o tempo, a historicidade sob o “enfoque histórico-sociológico” (p. 14) discutido pelo historiador da ciência Carlos Maia (2013), aquela de viés “sociologizante” e “historiográfico internalista” presente no pensamento do historiador e filósofo da ciência Mauro Condé (2017), ou ainda, a história constitutiva da ciência a que se referiu o físico e filósofo da ciência Cassio Laranjeiras (2009), dentre outros, é na teoria da história, por meio do pensamento de Martin Heidegger¹¹⁴ que vislumbramos a ontologia fundamental **como ferramenta** para tratar da historicidade da ciência, uma vez que, a busca do sentido do ser (não no sentido metafísico, pensamento do qual Heidegger pretende se afastar) por ele empreendida a partir do horizonte da temporalidade abre caminhos para a historicidade constituinte do ser, cuja dinâmica **permite problematizar a história concebida como encadeamento de fatos e ações pretéritas, ou seja, a noção de história cronológica e contextualizada**. A busca de um fundamento mais originário para o ser lhe imprime temporalidade, se a história é “*a ciência dos homens no tempo*” (BLOCH, 2001, p.55), a ciência, por sua vez, é “histórica no sentido de que é uma atividade [humana], uma instituição e um corpo de conhecimentos que mudam no tempo” (KNELLER, 1980, p.27), ou ainda, se a “ciência natural é também uma ciência humana, feita por homens e para homens. [...] O homem não é estranho à natureza. Participamos de um devir natural e cultural” (REIS, 2002, p.65).

¹¹³ Na aula de habilitação ao ensino universitário, *O conceito de tempo na ciência histórica (Der Zeitbegriff in der Geschichtswissenschaft)*, proferida por Heidegger em Friburgo no dia 27 de julho de 1915 (há mais de dez anos antes de *ST* publicado em 1927), deixaria claro que o conceito de tempo relacionado à história era por ele concebido como dinâmico e múltiplo, em contraste ao conceito de tempo das ciências da natureza, ainda newtoniano, que predominava à época.

¹¹⁴ Embora a ciência seja um assunto transversal em boa parte do pensamento de Heidegger, os estudos propriamente sobre ciência e técnica concentram-se intensamente na última fase dos seus escritos. Para a finalidade desta pesquisa que é tratar da historicidade, utilizamos como principal referência a sua obra seminal *Ser e Tempo* e os escritos anteriores à viragem (*Kehre*) dos anos 30.

A ideia aparentemente simplista dos “homens no tempo” trazida por Bloch ou de “ciência como atividade humana” que muda no tempo de que trata Kneller (1980), sugerem questões extremamente complexas e profundas e remetem a reflexões sobre a ontologia do ser e do tempo. Heidegger, como muitos de seus contemporâneos, inclusive na França, como Bachelard e os fundadores do movimento histórico dos *Annales*, Bloch e Febvre, impactados¹¹⁵ pela teoria da relatividade (1905) einsteiniana, busca reconfigurar a ideia de ser e de tempo utilizando-se da crítica à metafísica do ser e do tempo para “destruir” a ontologia tradicional e dar lugar à ontologia fundamental.

Os conceitos de história e histórico também são polissêmicos em Heidegger. A historicidade como *modo-de-ser* do *Dasein* na temporalidade diferencia-se da história que origina-se a partir do “passado”, mas, não no sentido do que passou (ST,73) (HEIDEGGER, 2012, p.1025), além disso, significa “o todo do ente que se modifica ‘no tempo’, as vicissitudes e as sortes de homens, as associações humanas e sua ‘cultura’” (ST,73) (HEIDEGGER, 2012, p.1027) distinguindo-se da natureza, que de alguma forma, também pertence à história. O histórico é por ele entendido como “transmitido por tradição”.

A concepção heideggeriana de ciência em *Ser e Tempo*, enquanto atividade humana e como “conceito existencial de ciência” encontra seu enraizamento no solo ontológico, cuja analítica existencial do “*ser-aí*” *Dasein*,¹¹⁶ situa-se “antes” das pesquisas científicas particulares (ciência) que possuem os *entes* como tema com os quais o *Dasein* já possui relação específica a partir de seus aspectos ontológicos, visto que, o “ser é a cada vez o ser de um ente”. As ciências são os saberes que se ocupam dos domínios particulares dos entes, mas antes da caracterização objetiva destes, o homem encontra-se em contato com as coisas que são. “A essência do *Dasein* reside na sua existência” (*Das Wesen des Daseins liegt in seiner Existenz*) (ST, 9) (HEIDEGGER, 2012, p.139).

Dasein não é o ser humano biológico, psicológico, empírico ou transcendental, também não é sujeito na relação sujeito-objeto (Heidegger se opõe ao dualismo cartesiano) é um ente *ex-sistem* (*passo-para-fora*), uma vez que a essência reside na existência e lhe

¹¹⁵ Dois outros autores influenciaram de maneira decisiva o jovem Heidegger: Franz Brentano com a dissertação *Das múltiplas significações do ser em Aristóteles* (1862) e Husserl com as *Investigações lógicas* (1900). Em *Meu caminho para a fenomenologia* Heidegger diz: “A partir de algumas indicações extraídas de revistas filosóficas, tinha averiguado que o modo de pensar de Husserl fora bastante influenciado por Franz Brentano, cuja tese de doutoramento intitulada *Da múltipla significação do ente em Aristóteles* (1862), tinha sido justamente, desde 1907, o guia e o critério das minhas primeiras e desajeitadas tentativas de penetrar na filosofia.[...] Eu esperava das *Investigações Lógicas* de Husserl um esclarecimento decisivo para as questões que me suscitara a dissertação de Brentano” (HEIDEGGER, 2009, p.3 e 4).

¹¹⁶ O modo de ser do ente *Dasein*, denominado *ser-aí* é a “existência” (*Existenz*).

confere o privilégio “ôntico”¹¹⁷ que lhe permite estabelecer a relação de ser com seu próprio ser, isto é, de “se compreender”, bem como, de ser por si mesmo ontológico. Com isto, o “algo” do ser (‘modo’ como as coisas são), não é absoluto, universal, mas varia de acordo com o sentido, uma vez que o *ser-aí* só é na sua existência.

O que define o modo do ser são as perguntas e estas são feitas a partir do *Dasein*¹¹⁸, de forma que os entes não existem por si mesmos, ou seja, só existem (*Existenz*) - não são (ex: as coisas e Deus *são*, mas não existem) - pelo ato do *Dasein*, que em Husserl seria pelo ato da consciência e em Hegel pelo Espírito. É no horizonte da pergunta que as coisas se diferenciam e é ela que separa o objeto do plano de imanência (mundanização) e os diferencia. Dessa forma, Heidegger conecta o ser ao tempo, isto é, o concebe na existência e não em relação ao pensamento.

O conceito de tempo em Heidegger se apresenta como temporalidade originária do *ser-aí* (*Dasein*), cuja qualidade “temporal” do ser não representa uma força externa, o que o leva a conceber o “tempo como uma condição de existência” (GATTINARA, 2018, p.42), “ser é tempo” e “tempo é uma dimensão do espaço” e, como tal, não é um objeto, mas uma realidade a qual pertencemos que condiciona as nossas ações. É um tempo em movimento, múltiplo e em transformação. *Dasein* é *ser-no-mundo*, já é sempre no mundo como uma abertura finita e histórica.

Muito antes de sua obra seminal *Ser e Tempo*, a temática do tempo e da história havia sido tema de sua aula no curso de verão em Friburgo no ano de 1915 intitulado, *O conceito de tempo na ciência histórica* (*Der Zeitbegriff in der Geschichtswissenschaft*), publicada em 1916¹¹⁹, na qual a epígrafe do Mestre Eckhart¹²⁰ diz: o “Tempo é o que se altera e diversifica,

¹¹⁷ Heidegger utiliza as expressões “ôntico” e “ontológico” em *Ser e Tempo* para referir-se àquilo que é relativo ao ente e relativo ao ser, respectivamente. Uma perspectiva ôntica diz respeito às características do ente, enquanto uma perspectiva ontológica refere-se ao modo como as coisas são. Trata-se de ontologia “regional” ou limitada que se ocupa exclusivamente do campo dos entes e exclui a questão do ser que é o campo da ontologia. Portanto, o *Dasein* é a um só tempo ôntico e ontológico.

¹¹⁸ Se os problemas do mundo são dados a partir das perguntas do *Dasein*, considerando: sobre o que se pergunta; para que ou para quem se pergunta, e, o que se quer saber (para Heidegger somente o *Dasein* pode responder). A questão que norteia o nosso pensamento é: os problemas da natureza e das ciências da natureza também não seriam colocados a partir das perguntas do *Dasein*? Se a ele também caberia responder? No limite, chegamos ao ponto de reconhecer que é o ser quem confere sentido à natureza e à ciência.

¹¹⁹ Essa aula de habilitação foi proferida por Heidegger em Friburgo no dia 27 de julho de 1915. “O texto foi publicado pela primeira vez no *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik* em 1916 e, posteriormente, no primeiro volume da obra completa (*Gesamtausgabe*) em 1972, editora Vittorio Klostermann, de Frankfurt” (KIRCHNER, 2012, p.129). Heidegger em nota de rodapé a classifica como: “uma primeira tentativa interpretação do tempo cronológico e do ‘número-da-história’, cf. a tese de habilitação do autor em Friburgo (semestre de verão, 1915)” (ST,80) (HEIDEGGER,2012,p.1131). Nessa mesma nota de rodapé Heidegger apresenta alguns de seus interlocutores, dentre eles: G. Simmel e a obra *Das Problem der historischen Zeit*, (O problema do tempo histórico) de 1916, bem como, dentre outros, dois autores por ele descritos como fundamentais: Josephus Justus Scaliger e a obra, *De emendatione temporum* (Da correção dos tempos) 1583, e

a eternidade se mantém simples” (*Zeit ist das, was sich wandelt und mannigfaltigt, Ewigkeit hält sich einfach*). De acordo com Kirchner (2012), a ênfase em duas características do tempo que se “trans-forma” (*wandelt*) e se “multiplica” (*mannigfaltigt*) revela duas ideias importantes: “1) que o tempo muda, se altera, implicando, portanto, uma passagem entre o antes e o depois; 2) que o tempo é múltiplo, que possui várias dimensões” (KIRCHNER, 2012, p.130). Assim, Heidegger deixaria claro que o conceito de tempo relacionado à história dinâmico e múltiplo, contrasta, com o conceito de tempo das ciências da natureza à época, que reduzia o mundo físico à unidade, como esclarece Kirchner:

É possível concluir, então, que aqui se define a finalidade da física como ciência, quer dizer, de reduzir todos os fenômenos do mundo físico a um conceito de unidade, a saber, a leis fundamentais matematicamente fixáveis a partir de uma “dinâmica geral” (*Allgemeinen Dynamik*). Dessa metodologia resulta, conseqüentemente, que, sempre que e quando o tempo é medido, determina-se uma quantidade (*Soviel*). A indicação de quantidade reúne numa unidade os pontos de tempo nela transcorridos e, assim, acaba-se fazendo um corte na escala temporal (*Zeitskala*), destruindo com isso o “tempo verdadeiro” (*eigentliche Zeit*) em seu fluir e, desse modo, qualquer “unidade de tempo” é forçosamente hipostasiado, enfim, “sedimentado”. O fluxo (*Fluß*) é detido, congela-se, torna-se superfície e, somente como superfície, é passível de mensuração. Dessa maneira, o tempo transforma-se numa “ordenação homogênea” (*homogenen Stellenordnung*), transforma-se em escala, em parâmetro (*Parameter*). (KIRCHNER, 2012, p. 133).

Esse pensamento de Heidegger que antecede ST tem um peso importante na nossa proposta de analítica da historicidade da ciência. Não obstante à clivagem feita por ele entre o conceito de tempo nas ciências humanas e ciências da natureza (pertinente para o momento historiográfico do processo de cientificização da história)¹²¹, mas, sobretudo, em decorrência dela, visto que, explicita que a sua gênese ontológica como temporalidade *do ser-aí* surgida anos mais tarde (em 1927) com ST, já era por Heidegger tematizada a partir da história como ciência, isto é, considerada em sua complexidade conceitual, mesmo que para tornar-se crítico da história historizante.

Portanto, como “histórico, o *Dasein* somente é possível sobre o fundamento da temporalidade” (ST,76) (HEIDEGGER, 2012, p.1071), de modo que, todo o “comportamento do *Dasein* deve ser interpretado a partir do seu ser, isto é, a partir da temporalidade” (ST,77) (HEIDEGGER, 2012, p.1095), que não é o passado como encadeamento de fatos no tempo,

Dionysius Petavius *Opus de doctrina temporum* (Obra de doutrina dos tempos) de 1627, nas quais ambos investigam a formação da cronologia histórica.

¹²⁰ Eckhart de Hochheim (1260-1328), frade dominicano e filósofo medieval neoplatônico conhecido como Mestre Eckhart. A epígrafe citada por Heidegger foi retirada dos *Sermões Alemães*.

¹²¹ Heidegger assume expressamente no §77 de ST a conexão da precedente exposição do problema da historicidade com as pesquisas de delimitação da ciência histórica realizada por Dilthey, confirmadas e consolidadas pelas teses do Conde de Yorck (*Graf Yorck von Wartenburg*) resgistradas em correspondências trocadas entre eles.

nem o momento presente como uma sucessão de “agoras”, mas o movimento de se projetar ao futuro e o retroceder ao “passado”, atribuindo à história a tarefa de abertura do “passado”, cujo “conhecimento-histórico só é possível se o “passado” em geral já está cada vez mais aberto” (ST,76) (HEIDEGGER, 2012, p.1063). Segundo Stein (2001, p.295), Heidegger rompe com o tempo como sucessividade, e, simultaneamente, inverte de tal modo a concepção de tempo universal e impositiva de forma que sem o *Dasein* nada pode ser considerado como se dando no tempo, inserindo-o na própria existência. Dito de outra forma: “a temporalidade do *Dasein* [é] que torna o mundo genuinamente temporal, que abre o ‘tempo-do-mundo’ e desvela um mundo que perdura” (INWOOD, 2002, p.85).

O *Dasein* também é *ser-no-mundo* (*In-der Welt-sein*), ou seja, é sempre a correspondência do seu mundo. Mas o que é o mundo? Para Heidegger o mundo não faz sentido senão em função da relação *ser-aí*, não é entendido como sinônimo de natureza, nem como simples totalidade dos entes que constituem o espaço ou enquanto ideia abstrata, mas é compreendido como horizonte de sentido, abertura do ser na qual as coisas e os acontecimentos podem se mostrar e adquirir sentido. O *Dasein* já é lançado ao mundo no sentido existencial, sendo o mundo o horizonte de possibilidades que se abre para o *ser-aí* que caracteriza a existência, mas que não se confunde com referência espacial, em verdade, ele inaugura a possibilidade de uma espécie de “campo espacial” onde os entes se manifestam. Assim, a “espacialidade também se constitui uma determinidade fundamental do *Dasein*” (ST,70) (HEIDEGGER,2012,p.995), devendo a específica espacialidade do *Dasein* também se fundar na temporalidade.

Heidegger no § 3º. de ST ao tratar da “crise dos conceitos fundamentais” imanentes às ciências humanas e da natureza, refere-se ao “movimento” natural e busca rever os conceitos assentando a pesquisa em novos fundamentos. Os conceitos fundamentais são as “determinações em que o domínio-de-coisa que fundamenta os objetos temáticos de uma ciência acede a um prévio entendimento, o qual conduz toda a sua investigação positiva” (ST,3) (HEIDEGGER, 2012, p.55), sendo que tal pesquisa deve preceder as ciências positivas, no qual o perguntar ontológico é mais originário que o ôntico das ciências positivas. A pesquisa ontológica confere, ela mesma, sua precedência ontológica à questão-do-ser que precede as ciências ônticas bem como as fundamentam. As ciências têm como comportamento o *modo-de-ser* do *Dasein*, que é essencialmente o ser em um mundo (ST,3)

(HEIDEGGER, 2012, p.61), devendo ser essa a maneira de se buscar a ontologia-fundamental na “analítica existenciária¹²² do *Dasein*”.

No curso das análises “ontológicos-existenciárias”, em busca da gênese ontológica do comportamento teórico (ST,69b) (HEIDEGGER, 2012, p.969), Heidegger se ocupa da indagação acerca de quais são as condições existenciárias necessárias à possibilidade para que o *Dasein* possa existir no modo da “pesquisa científica”. O conceito existencial de ciência proposto por Heidegger entende a ciência como modo de existência¹²³, isto é, como modo de *ser-no-mundo* a partir da temporalidade da existência em que se tenha elucidado o *sentido-de-ser* e a “conexão” entre ser e verdade. De outro lado, distancia-se do conceito “lógico” de ciência, que segundo Heidegger é aquele que entende a ciência a partir de seu resultado e determina como um “contexto de raciocínio de proposições verdadeiras, isto é, válidas”¹²⁴, que no caso das ciências da natureza aproxima-se do conceito de ciência do “positivismo lógico” do Círculo de Viena¹²⁵ que em seu auge tinha por objetivo compreender a ciência e difundir a chamada “concepção científica do mundo”, a partir da unidade da

¹²² Em nota de rodapé do § 3º. de ST Heidegger esclarece que não se refere à filosofia existencial. A tarefa da analítica existenciária encontra-se prefigurada na constituição ôntica do *Dasein*, por isso, é em última instância existencial, isto é, “tem raízes ônticas”.

¹²³ Videira (2020) também chama a atenção para a ciência como dimensão existencial já no pensamento de Ludwig Boltzmann sujeito de estudo em seu doutoramento intitulado *Atomisme Epistémologique et Pluralisme Théorique dans la Pensée de Boltzmann* (1992), e ele diz: “Como eu digo quando comento o caso Boltzmann, parece-me que a ciência também tem uma enorme dimensão existencial. Fazer ciência é como ... é como optar por uma certa maneira de estar no mundo. É como uma opção para um certo tipo de vida. Essa dimensão existencial precisa - ainda mais hoje em dia - ser conhecida e discutida, mesmo pelos próprios cientistas.” (VIDEIRA, 2020, p.116). “*As I said when I commented on the Boltzmann case, it seems to me that science also has an enormous existential dimension. Doing science is like... it's like opting for a certain way of being in the world. It's like an option for a certain kind of life. This existential dimension needs – even more nowadays – to be known and discussed, even by scientists themselves.*” E esclarece: “Quando digo existencial, estou dizendo que a atividade científica é relativa à maneira de ser de todos os seres humanos, bem como à forma como os seres humanos são no mundo.” (VIDEIRA, 2020, p.114). “*When I say existential, I'm saying that scientific activity concerning the way of being all human beings, as well as how human beings are in the world.*”

¹²⁴ *Davon unterscheidet sich der »logische« Begriff, der die Wissenschaft mit Rücksicht auf ihr Resultat versteht und sie als einen »Begründungszusammenhang wahrer, das ist gültiger Sätze« bestimmt* (ST,69b) (HEIDEGGER, 2012, p.969).

¹²⁵ Movimento surgido no início dos anos de 1920 na Áustria, influenciado pelo *Tractatus Logico-Philosophicus* [1921] de Ludwig Wittgenstein. Inicialmente, o grupo chamava-se Ernest Mach, tendo em 1929 se constituído oficialmente como Círculo de Viena, cujo Manifesto foi escrito por Carnap em colaboração com Hans Hahn e Neurath. Participaram da 1ª. fase do grupo, denominada Ernst Mach - de 1908 até a liderança de Schlick - o matemático H. Hahn, o físico P. Frank e o economista e sociólogo Otto Neurath. Nesse primeiro momento as discussões se concentravam na filosofia de Mach e no convencionalismo francês de Duhem e Poincaré (MÉLIKA, 2006, p.7). A 2ª. fase do grupo, cuja figura central era Schlick, seguido de Rudolf Carnap e Otto Neurath, a partir do Manifesto *A Concepção científica do Mundo* de 1929 representou o movimento neopositivista do Círculo de Viena que se internacionalizou, contando com representantes em várias partes do mundo, além da realização de Congressos internacionais em Paris (1935 e 1937), Copenhagen (1936), Cambridge (1937) e em Cambridge Massachussets (1939).

ciência em linguagem da lógica e da matemática e do método verificacionista com contundente rejeição à metafísica¹²⁶.

Ao propor o distanciamento do conceito lógico para dotar a ciência com o conceito existencial, Heidegger não o faz para promover a busca da verdade científica, ele inviabiliza conceito lógico por não ser originário, de modo, que não está localizado na gênese ontológica do comportamento teórico. O que se vislumbra com a adoção do conceito existencial de ciência, em lugar do conceito lógico de ciência que envolve enunciado e resultados da pesquisa científica é o caráter ontológico do comportamento científico enquanto tal, em que a ciência é concebida como “modo da existência e, assim, como *modus* do ser-no-mundo” (ST,69b) (HEIDEGGER, 2012, p.969). “Conhecer é um modo-de-ser do *Dasein* como ser-no-mundo e o conhecer tem a sua fundamentação ôntica nessa constituição-de-ser” (ST,13) (HEIDEGGER, 2012, p.191). Como esclarece Araujo (2013), a “historicidade deveria ser compreendida como a temporalização da temporalidade humana, ou, em outras palavras, a efetivação dessa condição estrutural do humano, o tempo histórico” (ARAUJO, 2013, p.39). A análise da historicidade em Heidegger tem por objetivo demonstrar que o *Dasein* não é temporal porque está na história, mas pela sua própria existência, ou seja, o *Dasein* só existe ou pode existir historicamente exatamente pelo fato de ser temporal na sua própria ontologia (ST,72) (HEIDEGGER, 2012, p.1021).

“Se a história pertence ao ser *Dasein*, mas esse ser se funda na temporalidade, então parece que se deve começar a análise existencial da historicidade, pelos caracteres do histórico que de modo manifesto têm um sentido temporal.” (ST,73) (HEIDEGGER, 2012, p.1029). A historicidade se caracteriza por ser constituinte do ser, por isso, a “determinação de historicidade é anterior ao que se chama de história”, visto que, a “historicidade significa a constituição-de-ser do “gestar-se” do *Dasein*” (ST,6) (HEIDEGGER, 2012, p.81). Pensar em uma analítica da historicidade da ciência antecede o pensar em uma história ou historiografia para a ciência e, contribui para a desconstrução do pensamento dominante na história da ciência como reduzida à cronologia ou como ferramenta para mera contextualização do passado, a fim de concebê-la como constitutiva da ciência. Trazer a lume a historicidade em

¹²⁶ Embora o grupo fosse heterogêneo e marcado por divergências de pensamento, num aspecto eles estavam acordes: o rótulo de positivistas não lhes servia, visto que, os aproximava do positivismo comteano que era por eles considerado uma espécie de metafísica. No caso de Schlick ele mesmo assume, que até poderia aceitar o rótulo de “positivista”, desde que não viesse contaminado pela metafísica, e neste sentido, ele declarava-se “positivista estrito” (SCHLICK, 1979). Em 1931 Carnap foi nomeado professor na Universidade de Praga, onde escreveu o livro *Sintaxe lógica da linguagem* que viria ratificar a sua posição de crítica à metafísica.

Heidegger é repensar a ciência e sua história numa perspectiva humana, cujo processo de autoavaliação a que tanto a ciência quanto à história devem se submeter, possibilitem conceber a história como ontologia fundamental constitutiva do ser e do próprio modo de acessar o mundo.

3.4 A Dimensão Histórica da Ciência

Por vezes nos deparamos com a expressão “dimensão¹²⁷ histórica” referindo-se à ciência a partir do viés histórico. Todavia, apresentada desta forma lacunar nos faz indagar acerca de qual seria a natureza dessa dimensão, qual a sua composição e o seu lugar na ciência. Analisar o papel da história *para e na* ciência é considerá-la enquanto conceito que traz em si as tensões de um campo disciplinar do qual decorrem, dentre outros já existentes ou que ainda serão forjados, conceitos como: história da ciência, história, historiografia, historiografia da ciência, historicidade, tempo, narrativa, memória, discurso, representação etc. que compõem a complexidade histórica.

Em princípio, essa reflexão conduz à existência de um **quádruplo aspecto** para a “**dimensão histórica da ciência**”. O **primeiro**, composto pelos conceitos históricos e práticas desenvolvidas no campo disciplinar, mas não apenas, visto que, as fronteiras com os outros campos são fluidas e passam a integrar também a complexidade da dimensão histórica, que neste aspecto, é a própria história da ciência verdadeiramente histórica; o **segundo**, é que a dimensão histórica é uma das dimensões que constitui o complexo multidimensional da ciência, visto que este é dinâmico e caracterizado pela multiplicidade de dimensões que se entrelaçam e entrecruzam com outras dimensões; o **terceiro** está no fato de cada dimensão atuar como ponto de vista sobre todas as outras, como enfoque atuando em primeiro plano de análise sobre as demais e; o **quarto**, pela via da historicidade, a dimensão histórica surge como imanente à ciência (veremos em capítulo próprio). Esses aspectos devem se pautar na crítica e na problematização, superando a perspectiva histórica apenas como síntese ou narrativa descritiva e contextualizada acerca dos acontecimentos.

¹²⁷ Embora dimensão seja conceito da matemática e da física, não nos inspiramos nesses dois campos para desenvolver o conceito central de dimensão histórica, nem mesmo na dimensão de Hausdorff (apresentada pelo matemático Felix Hausdorff no ano de 1918) utilizada para estudar conjuntos estruturalmente complexos, como os fractais. Inspiramos no conceito de dimensão desenvolvido por Deleuze e Guattari (2011), cujas dimensões encontram-se numa multiplicidade que muda necessariamente de natureza à medida que ela aumenta e/ou altera suas relações, existem apenas linhas (dimensões) de direções movediças.

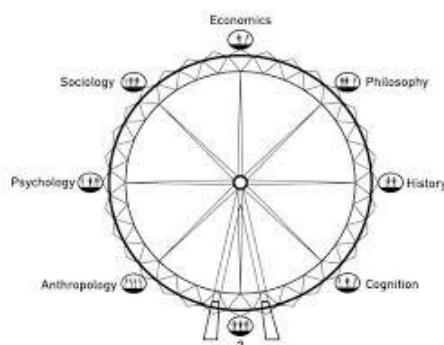
Portanto, referir à dimensão histórica é considerá-la em seus quatro aspectos, simultaneamente ou não, sendo ela apenas uma das múltiplas dimensões da ciência que se manifestam em dimensão: econômica, social, política, empírica, cultural, da natureza, epistemológica, da educação, sociológica, filosófica, epistemológica, antropológica, tecnológica, cognitiva, ideológica, evidência científica, institucional, psicológica, geopolítica, dentre outras que se metamorfoseiam, desaparecem ou surgem face à dinâmica da ciência, sendo todas elas históricas, visto que perpassadas por temporalidades, conforme veremos adiante.

A história da ciência deve, entretanto, ter clareza quanto ao fato de que a história é apenas uma das múltiplas e variadas dimensões da ciência, caracterizada pela complexidade e dinamicidade, ao mesmo tempo, em que é constitutiva da ciência, isto é, parte dela, também figura como destaque o enfoque que se dá a ela. Assim, a ciência concebida como complexa, multidimensional e constituída pela dimensão histórica, aberta à investigação a partir de outra dimensão, como a dimensão política ou cultural, por exemplo, será operacionalizada por meio da interação envolvendo os respectivos arcabouços teórico-metodológicos sem desconsiderar as demais dimensões que compõem o complexo multidimensional da ciência. Cada uma das múltiplas dimensões é por sua vez uma multiplicidade heterogênea de epistemologias, práticas e conceitos que se entrelaçam, entrecruzam e/ou se sobrepõe.

De outro lado, a compartimentalização da ciência ou a unicidade ingênua que provoca o apagamento das diferenças, bem como, a universalidade homogênea que despreza o sujeito e a realidade, não estão no horizonte da “dimensão histórica da ciência”. O que se espera da dimensão histórica é que possibilite a compreensão da ciência em sua integridade múltipla, complexa e dinâmica, que a conceba como constituída por múltiplas dimensões, na qual compreender significa dar ênfase, colocar sob foco, e não destacar ou retirar do todo, porque as dimensões apenas farão sentido se concebidas em “integridade” (este conceito será discutido adiante), não como partes que se unem para formar o todo, mas como dimensão que já compõe desconstruindo/construindo o tecido que é dinâmico.

Os recursos imagéticos funcionam como importante aparato para a representação daquilo que aparenta difícil compreensão. Justi e Erduran (2015) ao tratar da “ciência integral” (*whole science*) que “não exclui ingredientes essenciais”, desenvolveram uma imagem denominada de “*Science Eye*” para orientar professores(as) sobre os possíveis aspectos relacionados à ciência que podem ser discutidos em sala possibilitando que o estudante desenvolva uma visão ampla da ciência e de sua complexidade.

Figura 2 - *Science Eye*



Fonte: JUSTI;ERDURAN, 2015.

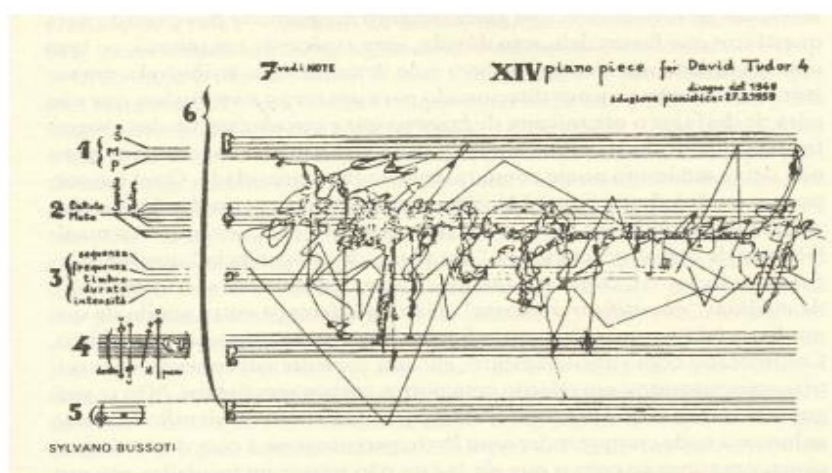
Visivelmente inspirada na *London Eye*¹²⁸, a imagem elaborada pelos autores para demonstrar a “ciência integral” a qual se referem, cumpre o seu papel de demonstrar que a ciência se constitui como um todo e não apenas em partes, mas ao que parece (não possui discussão clara neste sentido) são as partes que formam o todo, de modo que este será sempre igual à soma das partes (diferente da “visão sistêmica”, por exemplo, na qual o todo é sempre diferente da mera soma das partes). Embora representada por um círculo, figura geométrica que é em si fechada, a interrogação na imagem pressupõe a existência ou até mesmo a possibilidade do surgimento de outras dimensões não contempladas no momento. Por outro lado, o movimento ordenado e mecânico da roda gigante, sempre no mesmo sentido, talvez se aproxime mais do pensamento mecanicista da ciência, e com isso, se distancie da dinâmica do real, da natureza e do vivido. O fato de cada cabine alcançar o topo pode significar uma visão privilegiada do panorama científico, mas ela não pode se destacar da forma construída artificialmente imposta pela mecânica.

A dimensão histórica da ciência (ao lado da filosófica e da sociológica) desempenha relevante papel de estimular e realizar a análise crítica, reflexiva e autocrítica acerca da NDC em sua dinamicidade, assim como, em relação à própria dimensão e as demais existentes ou em devir, considerando a complexidade, o entrelaçamento, temporalidades, historicidade, entrecruzamentos, sobreposições e justaposições, tende a ser mais bem assimilada através de uma metáfora natural, evolutiva, biológica, na qual a natureza, para além do homem (enquanto parte da natureza), possa também participar.

¹²⁸ Uma grande roda-gigante à beira do rio Tâmsa, ponto turístico da capital Londrina, inaugurada na passagem do milênio e projetada pelos arquitetos David Marks e Julia Barfield, dentre outros. Ela possibilita uma vista de toda Londres, propiciada por suas grandes cabines dotadas de amplas janelas de vidro que se movimentam de acordo com a rotação de forma a deixar o visitante sempre numa posição ereta. Disponível em: <http://www.designbookmag.com/londoneye.htm>. Acesso: 10 abr. 2019.

Contrário ao funcionamento mecânico sugerido pela *Science eye*, que não permite ramificações e deslocamentos, a “dimensão histórica da ciência” aproxima-se do recurso imagético do “rizoma”¹²⁹ tomado por empréstimo da biologia por Deleuze e Guattari (2011). Diferentemente das árvores ou de suas raízes, o rizoma conecta um ponto qualquer com outro ponto qualquer e cada um de seus traços não remete necessariamente a traços de mesma natureza; ele põe em jogo regimes de signos muito diferentes, inclusive estados de não-signos. Ele não tem começo nem fim, mas sempre um meio pelo qual ele cresce e transborda (DELEUZE; GUATTARI, 2011, p. 31).

Figura 3 - Rizoma representado por Deleuze e Guattari



Fonte: DELEUZE; GUATTARI, 2011, p. 17.

O rizoma não é “Uno nem ao múltiplo”, ou seja, ele não é um múltiplo que deriva do Uno, nem ao qual o Uno se acrescentaria, isto é, não se faz o múltiplo acrescentando o Uno, mas ao contrário, estando subtraído dele, “sempre $n-1$ (é somente assim que o Uno faz parte do múltiplo, estando sempre subtraído dele)” (DELEUZE; GUATTARI, 2011, p.21). Ele não é feito de unidades, mas de dimensões ou, antes disso, de direções moveidças, cuja multiplicidade varia as suas dimensões se metamorfoseando. Contra os sistemas centrados (e mesmo policentrados), de comunicação hierárquica e ligações preestabelecidas, o rizoma não tem começo nem fim, mas sempre um meio pelo qual ele cresce e transborda. Segundo Deleuze e Guattari (2011), diferente de uma estrutura, que se define por um conjunto de

¹²⁹ Conceito proveniente do campo da botânica, mais precisamente, do ramo da anatomia e fisiologia vegetal. Rizomas são caules (semelhantes a raízes) que acumulam substâncias nutritivas que crescem paralelo ao solo de forma horizontal, formando raízes adventícias a partir dos nós. Disponível em: <http://www.anatomiavegetal.ib.ufu.br/pdf-recursos-didaticos/morfvegetalorgaCAULE.pdf>. Acesso: 02 ago.2019.

correlações binárias de pontos e posições, o rizoma é feito somente de linhas de segmentaridade, de estratificação, como dimensões, mas também linha de fuga ou de desterritorialização como dimensão máxima segundo a qual, em seguindo-a, a multiplicidade se metamorfoseia, mudando de natureza. Essas linhas ou lineamentos não devem ser confundidos com linhagens de tipo arborescente, que são apenas ligações localizáveis entre pontos e posições. Oposto à árvore, o rizoma não é objeto de reprodução, seja reprodução externa como árvore- imagem, seja reprodução interna como a estrutura-árvore, o rizoma é uma “antigenealogia”. O rizoma se desenvolve por variação, expansão, conquista, como um “mapa¹³⁰ que deve ser produzido, construído, sempre desmontável, conectável, reversível, modificável, com múltiplas entradas e saídas, com suas linhas de fuga” em movimentos de desterritorialização e reterritorialização (DELEUZE; GUATTARI, 2011, p. 32). Para tanto, apresentamos alguns princípios caracterizadores do rizoma, traçados por Deleuze e Guattari (2011):

Quadro 16 - Princípios caracterizadores do rizoma

1º e 2º - Princípios de conexão e heterogeneidade: qualquer parte de um rizoma pode ser conectado a qualquer outra, formando conexões diversas e heterogêneas.
3º - Princípio de multiplicidade: é somente quando o múltiplo é efetivamente tratado como substantivo multiplicidade que ele não tem mais nenhuma relação com o uno como sujeito ou como objeto, como realidade natural ou espiritual, como imagem e mundo. As multiplicidades são rizomáticas, não têm nem sujeito nem objeto, mas somente determinações, grandezas, dimensões que não podem crescer sem que mude de natureza.
4º.- Princípio de ruptura assignificante: o rizoma não admite significação e hierarquia. As linhas de fuga do rizoma são rupturas, remetem umas as outras, podem desterritorializar e reterritorializar, fazendo do rizoma um devir cuja cartografia a cada instante pode ser retraçada.
5º. e 6º - Princípio de cartografia e de decalcomania: um rizoma não pode ser justificado por nenhum modelo estrutural ou gerativo. O rizoma é mapa e não decalque, não reproduz, mas constrói, é cartografia ancorada na realidade cambiante, aberta e conectável em todas as suas dimensões, suscetível de receber modificações constantemente na sua relação com a realidade.

Fonte: DELEUZE; GUATTARI, 2011, p.22-29. Elaboração e adaptação da autora

Em síntese, o rizoma ressignificado pelos autores dentro do campo filosófico e das ciências sociais é complexo, possui crescimento horizontal, polimorfo e sem uma direção clara e definida, na qual as linhas (e não formas) permitem estabelecer múltiplas e complexas conexões (talvez seja mais adequado interações, face às influências recíprocas), com linhas

¹³⁰ “Ele pode ser rasgado, revertido, adaptar-se a montagens de qualquer natureza, ser preparado por um indivíduo, um grupo, uma formação social. Pode-se desenhá-lo numa parede, concebê-lo como obra de arte, construí-lo como uma ação política ou como uma meditação” (DELEUZE; GUATTARI, 2011, p. 20).

de intensidade que escapam da tentativa totalizadora fazendo outros contatos, seguindo em outras direções, não apresentando uma forma fechada ou definitiva. Os autores explicam no livro *Mil Platôs*, que estas extensões do caule em um platô formam a imagem de um emaranhado de linhas conectadas (que não é apenas imagem, mas possui uma dimensão conceitual que a problematiza), onde não se distingue início, fim e núcleo fundante ou central, sendo que a imagem representa linhas que se propagam *ad infinitum*, cada uma comportando o seu próprio devir.

Resumamos os principais caracteres de um rizoma: diferentemente das árvores ou de suas raízes, o rizoma conecta um ponto qualquer com outro ponto qualquer e cada um de seus traços não remete necessariamente a traços de mesma natureza; ele põe em jogo regimes de signos muito diferentes, inclusive estados de não signos. O rizoma não se deixa reconduzir nem ao Uno nem ao múltiplo. Ele não é o Uno que devém dois, nem mesmo que deviria diretamente três, quatro ou cinco etc. Ele não é um múltiplo que deriva do Uno, nem ao qual o Uno se acrescentaria (n+1). Ele não é feito de unidades, mas de dimensões, ou antes de direções movediças. Ele não tem começo nem fim, mas sempre um meio pelo qual ele cresce e transborda. Ele constitui multiplicidades lineares a *n* dimensões, sem sujeito nem objeto, exibíveis num plano de consistência e do qual o Uno é sempre subtraído (n-1). Uma tal multiplicidade não varia suas dimensões sem mudar de natureza nela mesma e se metamorfosear. Oposto a uma estrutura, que se define por um conjunto de pontos e posições por correlações binárias entre estes pontos e relações biunívocas [32] entre essas posições, o rizoma é feito somente de linhas: linhas de segmentaridade, de estratificação, como dimensões, mas também linha de fuga ou de desterritorialização como dimensão máxima segundo a qual, em seguindo-a, a multiplicidade se metamorfoseia mudando de natureza. Não se deve confundir tais linhas ou lineamentos com linhagens de tipo arborescente, que são somente ligações localizáveis entre pontos e posições. Oposto à árvore, o rizoma não é objeto de reprodução: nem reprodução externa como árvore-imagem, nem reprodução interna como a estrutura-árvore. O rizoma é uma antigenealogia. É uma memória curta ou uma antimemória. O rizoma procede por variação, expansão, conquista, captura, picada. Oposto ao grafismo, ao desenho ou à fotografia, oposto aos decalques, o rizoma se refere a um mapa que deve ser produzido, construído, sempre demonstrável, conectável, reversível, modificável, com múltiplas entradas e saída, com sua linhas de fuga. São os decalques que é preciso referir aos mapas e não o inverso. Contra os sistemas centrados (e mesmo policentrados), de comunicação hierárquica e ligações preestabelecidas, o rizoma é um sistema acentrado, não hierárquico e não significativo, sem General, sem memória organizadora ou autômato central, unicamente definido por uma circulação de estados. (DELEUZE; GUATTARI, 2011, p.43). (Grifamos).

Não apenas a dimensão empírica da ciência está contemplada no conceito rizomático. Para os autores, o pensamento não é arborescente e o cérebro não é uma matéria enraizada nem ramificada, dada à própria inércia que o modelo metafórico representa, cujos galhos só podem se comunicar com o tronco e nunca entre si. Diferentemente da árvore que dominou o pensamento ocidental da botânica à biologia, passando pela gnosiologia, teologia e filosofia, representando filiação, ao contrário, o pensamento rizomático representa aliança, não no sentido de correlação ou reciprocidade, mas de movimento. Um rizoma está sempre a

caminho, não começa nem conclui, ele se encontra sempre no meio, *inter-ser*, intermezzo. O rizoma difere da árvore ou da raiz que possui um ponto fixo, uma ordem, visto que, nele há somente linhas que são elementos que comportam em seu devir o rompimento da dicotomia uno/múltiplo, sendo, portanto, multiplicidade, pois cada individualidade carrega em si a heterogeneidade:

Indivíduos ou grupos, somos atravessados por linhas, meridianos, geodésicas, trópicos, fusos, que não seguem o mesmo ritmo e não têm a mesma natureza. São linhas que nos compõem, diríamos três espécies de linhas. Ou, antes, conjuntos de linhas, pois cada espécie é múltipla. Podemos nos interessar por uma dessas linhas mais do que pelas outras, e talvez, com efeito, haja uma que seja, não determinante, mas que importe mais do que as outras... se estiver presente. Pois, de todas essas linhas, algumas nos são impostas de fora, pelo menos em parte. Outras nascem um pouco por acaso, de um nada, nunca se saberá por quê. Outras devem ser inventadas, traçadas, sem nenhum modelo nem acaso: devemos inventar nossas linhas de fuga se somos capazes disso, e só podemos inventá-las traçando-as efetivamente, na vida. (DELEUZE; GUATTARI, 1999, p.70). (Grifamos).

A ciência contemporânea é dinâmica e complexa, conduzindo a múltiplas dimensões, de modo que, a representação quase estática e totalizante da “ciência integral” de Justi e Erduran (2015) distancia-se das múltiplas e imbricadas dimensões que a ciência possui e pode vir a possuir em suas múltiplas temporalidades e entrecruzamentos que constituem o “complexo multidimensional da ciência” que veremos no próximo capítulo.

A dimensão histórica da ciência possui especificidades e heterogeneidades em relação às outras dimensões, e estas também a possuem, em si e entre si. O enfoque à ciência pela via da dimensão histórica atua como questionamento de seus conceitos - lembrando que a proposta rizomática é também de transformação a partir dos conceitos¹³¹ - muitas vezes dogmáticos, cânones passíveis de desconstrução, com o objetivo de combater seus binarismos de modo crítico e problematizado revelando seus matizes, o que ocorre com todas as dimensões, visto que possuem historicidade, uma vez que a história é constitutiva da ciência, e com tal, é responsável por revelar a dinamicidade e o seu devir.

A dimensão histórica como enfoque contribui para identificação de uma cartografia historicamente traçada acerca do surgimento da ciência moderna que ainda hoje sustenta a sua hegemonia, que segundo Rossi (2001) não dispõe de “um lugar do nascimento daquela realidade histórica complicada”, pois, a ciência moderna nasceu em toda a Europa, cujos expoentes destacados pela ciência e sua historiografia eram de variadas nacionalidades, como Copérnico que era polonês, Galileu italiano, Bacon e Newton ingleses, Descartes francês,

¹³¹ Essa espécie de mudança pela *Destruction* dos conceitos, sobretudo dos cânones, esteve presente em Martin Heidegger que influenciou alguns pensadores franceses como Michel Foucault com a arqueologia e genealogia do saber, Deleuze e Guattari com o rizoma e Jacques Derrida com a desconstrução, como veremos adiante.

Tycho Brahe dinamarquês e Kepler alemão. O entrelaçamento epistemológico heterogêneo, independente da localidade e da simultaneidade, ou seja, mesmo em épocas distintas tiveram as múltiplas temporalidades entrecruzadas numa ciência cuja hegemonia se estende aos dias atuais.

Concebê-la do ponto de vista da historicidade¹³² ratifica a ação desse ser que é tempo, em que à ciência moderna europeia falta assumir ter sido forjada no rio “ensanguentado e lamacento da história” (ROSSI, 2011, p.9) apesar da aparente tranquilidade encastelada das universidades e laboratórios, ainda hoje validada pela crença na neutralidade da ciência, que de fato não existe, tão somente porque a história (seja ela vivida e/ou narrada) é intrínseca à ciência, não sendo, portanto, possível escapar do passado, que do contrário, significaria a ausência da experiência e da própria existência.

A visão de ciência dogmática cientificista, muitas vezes acrítica e não problematizada disseminada nas universidades, na educação básica, nos livros didáticos e entre a sociedade, em nome de resguardar um “estatuto científico forte” eclipsam o que faz a ciência pulsar: a vida em seus movimentos e cotidianidade na qual a ciência se forja. A história, as pessoas e a ciência estão em movimento, seguindo direções moveções capazes de estabelecer múltiplas e complexas interações e se metamorfosear. Se a história vivida não cumpre esse papel de promover interações e explicitar a dinamicidade, a história narrada possui papel fundamental de ressignificar ou demonstrar novas aberturas a partir de análises críticas historiográficas, contribuindo com possibilidades e caminhos ainda desconhecidos e, que talvez nunca tenhamos acesso por falta de pesquisa, ausência de fontes ou por desinteresse dos mais variados tipos. Um desses caminhos pode levar à desconstrução da ciência europeia, trazendo para o debate epistemologias, cientistas, teorias que permitam demonstrar as múltiplas temporalidades, isso sem falar nas possibilidades de abertura em decorrência da complexidade da multidimensionalidade.

A proposta rizomática de Deleuze e Guattari aqui aplicada à dimensão histórica da ciência e demais dimensões, viabiliza compreendê-las em complexidade e multiplicidade, na qual, teorias, epistemologias, conceitos se entrelaçam, justapõem, entrecruzam, sobrepõem, interagem, interconectam sem causalidades e de maneira dinâmica e aberta, já que toda vez que uma “multiplicidade se encontra presa numa estrutura, seu crescimento é compensado por uma redução das leis de combinação” (DELEUZE; GUATTARI, 2011, p. 26), e, com

¹³² É importante lembrar que as fronteiras são fluidas e nem sempre é possível demarcar os limites entre história, historiografia, historicidade e outros campos científicos, conforme demonstrado, sendo que o mais importante é reconhecer as heterogeneidades e procurar compreendê-los em integridade.

isso, a compreensão torna-se simplista e reducionista. O fato do rizoma não se deixar conduzir ao uno, ou seja, ser contra o fechamento e a totalização faz com que o pensamento rizomático se mova e se abra, eclodindo em múltiplas direções. O rizoma é aberto, não possui linearidade, é ultrapassado por linhas de intensidade que se descontroem e se constroem, se espalham sem compartimentalizações, crescendo em seus espaços, criando, fazendo e desfazendo alianças, de múltiplas formas podem se multiplicar, mover em variadas direções e se modificar.

CAPÍTULO IV

4 DIMENSÃO HISTÓRICA DA CIÊNCIA: A HISTORICIDADE COMO QUESTÃO EPISTEMOLÓGICA

4.1 A virada epistemológica histórico-ontológica

Lançar luz sobre a NDC e a dimensão histórica contribuiu para desvelar que a história é constitutiva¹³³ da ciência, portanto a ela imanente, em que a historicidade desempenha o papel de provocar o afastamento da ciência arraigada ao “epistemologismo neutro” de caráter internalista, para aproximá-la da história e da ontologia concebidas como intrínsecas à própria epistemologia, num movimento este que podemos classificar como **“virada epistemológica histórico-ontológica”** na perspectiva existencial.

Neste sentido, o pensamento heideggeriano mostra-se decisivo para definir o papel da historicidade como constitutiva da ciência, uma vez que a contraposição entre a “concepção lógica da ciência” e a “concepção existencial de ciência” provoca o deslocamento da análise centrada na epistemologia para a ontologia-existencial, considerando a historicidade, visto que, em Heidegger ela não é metafísica ou esvaziada de realidade - aliás, esse foi o seu principal combate – uma vez que para ele “ser é tempo”, portanto histórico, com impactos para a compreensão da natureza da ciência, já que a primeira se apresenta com características de uma ciência “internalista”, neutra, sem interferências “externas” e a segunda contribui para conceber a ciência como inserida no mundo.

A ontologia heideggeriana reconhece que nada será desvelado ao seu estado de nudez despido da linguagem e das práticas do *ser-no-mundo*, ao contrário, demonstra que o ente só existe e só pode existir historicamente na forma em que nos posicionamos no mundo porque o seu ser é temporal. A “analítica da historicidade da ciência” amplia a reflexão sobre leis e teorias epistemológicas para a necessidade de uma reflexão ontológica acerca do ente (do sentido do ser) e da autorreflexão sobre o modo de se relacionar com a ciência com o objetivo de compreendê-la e repensar aspectos que vão desde mecanismos de controle de objetividade da ciência até o papel da ciência *para* e *na* sociedade, dentre muitos outros.

Considerar a problemática ontológica após a recolocação da questão do ser por Heidegger, até então encoberta pela metafísica, não exclui a natureza como portadora de

¹³³ Conceber a história como constitutiva da ciência é diferente de entender a história como constituinte da ciência como ato intencional e sem a possibilidade de ser por ela constituída. Ao contrário, ser a história constitutiva da ciência significa dizer que ela está presente na composição desta constituindo-a essencialmente, cujo imbricamento contribui para a existência de reciprocidade.

relevante papel para as ciências, de modo a não conceber a natureza (ou o mundo) em contraposição ao homem. Por isso mesmo, conhecê-lo, compreendê-lo e interpretá-lo, significa fazer o mesmo movimento em relação às suas práticas científicas (*Wissenschaft*), tanto no que concerne às ciências humanas (*Geisteswissenschaft*) quanto às ciências da natureza (*Naturwissenschaft*), bem como a relação entre ambas. É preciso destacar que todos os componentes físicos e químicos da natureza, dentre os quais o homem se insere estão sujeitos à temporalidade – seja ela natural ou criada – bem como o pensamento e as ideias, tudo faz parte de um processo em movimento em que a “passagem da natureza” (WHITTHEHEAD, 2009, p.67) possui transição temporal imanente, a exemplo do “ser para a morte” que somos, como reconhece Heidegger, pois em um processo natural todos envelhecemos e morremos, assim como as plantas e os outros animais, ou ainda, como o planeta através do movimento geológico próprio da terra.

Heidegger sofreu muitas influências em seu projeto de destruição da metafísica (da ontologia tradicional), claro, além da influência de Franz Brentano (*Das múltiplas significações do ser em Aristóteles* - 1862) que foi fundamental para pensar sua obra magna, a fenomenologia de Edmund Husserl¹³⁴ (*Investigações lógicas* -1900), a hermenêutica de Wilhelm Dilthey e a literatura em torno deste¹³⁵ também forneceram elementos indispensáveis à construção do seu pensamento. Entendê-las facilita a compreensão da pretensa virada.

Se de um lado, a fenomenologia husserliana designa *fenômeno*¹³⁶ tudo que intencionalmente está presente à consciência sendo para esta uma significação, não há consciência separada do mundo, toda consciência é consciência de algo, ela é doadora de sentido, ou seja, o que eu penso encontra-se originariamente presente no que eu sou, sendo que o sentido que tenho de mim mesmo é imanentemente dado, porém, para captar a essência das coisas suspende-se o juízo sobre elas colocando o “mundo entre parênteses” (*epoché*).

¹³⁴ Heidegger esclarece em *Meu Caminho para a fenomenologia* que “desde o primeiro semestre, os dois volumes das *Investigações lógicas* de Husserl estiveram em minha mesa de estudos no teologado” (HEIDEGGER *apud* KAHLMEYER-MERTENS, 2015, p. 19).

¹³⁵ Segundo Gadamer, o contato de Heidegger com a hermenêutica se deu durante o período em que estudou com Rickert, em Baden no ano de 1911. Além de Dilthey, Heidegger leu Max Weber, Georg Simmel e Ernst Troeltsch (GADAMER *apud* KAHLMEYER-MERTENS, 2015, p. 60).

¹³⁶ Em grego, significa “o que aparece”. Relevante dizer que a fenomenologia aborda os objetos do conhecimento da forma como eles aparecem, como se apresentam à consciência. É o resultado de um ato intencional, portanto da consciência, que separa o que é essencial do que é acidental na coisa. A consciência é consciência de algo (intencionalidade), esse algo denominado fenômeno, pode ser: coisas, imagens, fantasias, atos, relações, pensamentos, eventos, memórias, sentimentos, etc.

Heidegger volta às “coisas mesmas”, mas não mediante uma abstração reflexiva que suspende a facticidade, ao contrário, o mundo fático da vida é para ele o espaço para a interrogação fenomenológica sobre o sentido do ser.

O afastamento da fenomenologia de Husserl como ato da consciência conduziu Heidegger à fenomenologia do *ser-aí* (do *Dasein*) histórico utilizada como método que aliou ao pensamento histórico de Dilthey numa “hermenêutica fenomenológica da facticidade”, em que “coloca a existência humana na pedra de toque da fenomenologia, inscrevendo o traço da sua intencionalidade no horizonte do qual existimos *de fato*” (KAHLMAYER-MERTENS, 2015, p. 58), trazendo consigo um contexto de significados historicamente consolidados do qual os entes extraem suas determinações ontológicas nas quais se pode interpretar o sentido do ser faticamente.

A hermenêutica desenvolvida por Dilthey como reflexão metodológica na busca da verdade no caso das ciências humanas, especificamente da história, serviu de fundamento à Heidegger para contrapor-se à fenomenologia husserliana e pensar o caráter de fato dos entes. Assim, uma hermenêutica fenomenológica é uma hermenêutica da facticidade, sendo que, esta é “o modo concreto com o qual os entes são compreendidos e interpretados no âmbito da existência” designando o “próprio âmbito no qual somos “aí” no mundo. Ela nomeia o caráter de fato do nosso *ser-aí*” (KAHLMAYER-MERTENS, 2015, pp. 63-64), esse *ser-aí* que não é o homem, mas um ser de negatividade até que o mesmo se projete à situação de fato (facticidade) de seu mundo, de forma que o *ser-aí* não é dado, mas possibilidade de ser, visto que somente no existir ele se torna o que é. De acordo com o próprio Heidegger “o tema de investigação hermenêutica é o *ser-aí* próprio em cada ocasião, justamente por ser hermenêutico, questiona-se sobre o caráter ontológico” (HEIDEGGER, 2012, p.22). É o ente compreensivo que somos, no qual o ser da vida fática é aquele que possibilita a compreensão e interpretação dos entes. A hermenêutica da facticidade possui a tarefa de esclarecer como compreendemos e questionamos o sentido do ser.

Ocorre que a constituição ontológica desse ente já compreende desde sempre o ser das coisas e relaciona-se com elas, o que significa que o ser dos entes que gravitam o *ser-aí* (*Dasein*) faz parte do seu ser, visto que constitui o seu modo de ser que é possibilidade, de acordo com Heidegger o *ser-aí* irrompe de tal modo que esse mesmo espaço se manifesta em sua espacialidade. Ele é "aberto", é existência voltada para fora, para o mundo, não como uma ideia abstrata, mas, como algo que apenas faz sentido em função da relação do *ser-aí* com a totalidade dos entes, no qual não existe “dentro” e “fora” que pudessem designar o ser humano e o mundo, exatamente porque o ser desse ente humano tem nas coisas e mundo uma

extensão de si mesmo, sendo o ser humano aquele que coloca a pergunta pelo sentido de sua própria existência, o próprio *Dasein* se coloca na posição de refletir sobre si mesmo. Tudo o que se refere ao modo de ser é ôntico, em face disso, o ente afeta a existência humana.

Desta forma, ao discutir a essência da ciência e da epistemologia o caminho apontado por Heidegger nos mostra é que ela está sempre fundamentada no modo de ser do *Dasein*, o que faz muito sentido, uma vez que se não houvesse esse “aí” inaugurado por nós mesmos, ou seja, se não estivéssemos já lançados ao mundo, junto às coisas, seria possível tematizá-las cientificamente? Como investigar a natureza sem estar “junto a ela”? Entender esse movimento requer clareza sobre o modo como se relacionam o *ser-aí* e as coisas (que são também entes e não objeto, visto que não há dualismo no pensamento de Heidegger) em direção a um recuo ao âmbito mais originário da atividade científica.

Essa serve como crítica muito clara ao neopositivismo para o qual manifestamente a concepção científica do mundo é também antimetafísica, mas diferentemente de Heidegger, em lugar da história, a análise da ciência deveria reduzir-se a problemas empíricos e submetidos à lógica da linguagem científica, que é a matemática, para então, ser interpretado, conforme sua constituição ontológica, sendo ela, física, biológica ou qualquer outra, para enfim a pesquisa chegar aos fenômenos reais.

O abandono da epistemologia esvaziada e “neutra” descolada do mundo (da vida e ontologia), embora, paradoxalmente tenha como ponto de partida os problemas surgidos na vida cotidiana mesmo que a ciência busque respostas em sua lógica interna (teorias e metodologias), para atingir a “virada epistemológica histórico-ontológica”, propõe que supere a posição dominante da negação da ontologia operada pelo neopositivismo (visão ainda dominante) para se conceber num plano de imanência cujo “ser é tempo”, por isso, a epistemologia se percebe histórica, dinâmica, complexa, em constante devir e aberta a novas interpretações.

4.2 Desconstrução da imagem dominante de ciência

A proposta de desconstrução da “imagem de ciência dominante” a que se refere Thomas Kuhn, se analisada sob a ótica do seu próprio pensamento, poderia significar uma ruptura epistemológica, uma revolução científica¹³⁷, uma mudança de paradigma de modo a

¹³⁷ Segundo Thomas Kuhn, é no curso da ciência normal que os cientistas desenvolvem e amadurecem suas pesquisas, sendo o período mais duradouro do desenvolvimento da ciência, representando o paradigma dominante, ao contrário das revoluções que são extraordinárias, aproximando-se do pensamento contra-hegemônico que assumirá o lugar do pensamento dominante. Autores como Barra (2012) classifica o desenvolvimento da ciência para Kuhn como sendo bipolar, ora dogmático ora revolucionário (BARRA, 2012, p.20), mas que se constituem mutuamente.

romper total (substituição de um pelo outro) ou parcialmente (alguns elementos do anterior ainda servem como base para o novo paradigma) com o paradigma anterior, seja na esfera social, pragmática da comunidade científica, quanto na esfera intelectual nos moldes da psicologia da *Gestalt* utilizada por Kuhn para explicar a mudança de concepção de mundo.

Diante das **múltiplas dimensões dinâmicas e heterogêneas da ciência com temporalidades entrecruzadas e bases históricas imanentes** que parecem intensificar a dinamimidade e o constante devir, os conceitos de mudança de paradigma e revolução científica ressoam um movimento mecânico, mais lento, quase estático e simplista, o que instiga a pensar como se daria a passagem da imagem de ciência dominante a uma nova imagem de ciência.

Antes, porém, surge a questão: o que Thomas Kuhn quis dizer com “transformação decisiva na imagem de ciência”? Ao assumir que “a ciência não parece em absoluto ser o mesmo empreendimento que foi discutido pelos escritores da tradição historiográfica mais antiga” (KUHN, 2009, p. 22) ele pressupõe uma transformação mais profunda, ou seja, epistemológica, portanto, para além da “imagem” (do latim *imago*, do grego *idea*) como representação. Desta forma, Kuhn parece nos convidar a investigar a imagem de ciência a partir de uma “Clio revisitada”¹³⁸ (DOSSE, 2003), que por certo, hoje não é mais a mesma Clio musa da história que o seduzira em meados do século XX, em constante movimento conduziu a novos caminhos e olhares, a uma Clio transformada e em transformação

O conceito de imagem é tão relevante para a história e filosofia da ciência, que foi o fio condutor na obra *Imagens de Natureza, Imagens de Ciência* (2016) do filósofo e historiador da ciência Paulo Abrantes, para quem as “imagens de ciência” são de ordem epistemológica e metodológica.¹³⁹ Para além, de apenas caracterizar um momento histórico influenciam o fazer científico, a transmissão e a recepção do conhecimento. A visão

¹³⁸ Essa expressão dá nome a um capítulo do livro *A História em migalhas: dos Annales à Nova História* (2003), escrito pelo historiador francês François Dosse ao referir-se às mudanças de conceitos, sujeitos e fontes advindas com o movimento dos *Annales* de Lucien Febvre e Marc Bloch, em combate à “historiografia metódica” de Charles Langlois e Charles Seignobos, dita positivista que naquele momento, início do século XX possuía forte penetração em França. Clio, musa grega que representa a História, quando revisitada pelos historiadores dos *Annales*, foi objeto de mudanças significativas, sobretudo metodológicas, que impactaram na disciplina histórica. Esta, por sua vez, fora revisitada em 1978 pela “Nova História” que de acordo com Dosse não é herdeira dos *Annales*, tratando-se de outra corrente histórica, mais fragmentada, em migalhas, se opondo à história total proposta por Febvre e Bloch. Dosse (2003) nos mostra que a história encontra-se sempre inacabada, em movimento, passível de ser revisitada.

¹³⁹ Em entrevista o autor esclarece que o livro *Imagens de natureza, imagens de ciência* (1998) e o livro *Método e ciência: uma abordagem filosófica* (2014), “são tentativas de colocar em prática essa fertilização mútua entre a história e a filosofia da ciência”. Ele entende por historiografia filosoficamente orientada da ciência aquela que elabora reconstruções do passado atentas aos pressupostos filosóficos - tanto metafísicos (imagens de natureza) quanto epistemológicos e metodológicos da pesquisa científica (imagens de ciência). (ABRANTES, 2019).

problematizada da “imagem de ciência” implica em problematizar a própria ciência, uma vez que as “imagens de ciências” e as “imagens de natureza” influenciam o fazer científico e se condicionam mutuamente (ABRANTES, 2016).

A imagem pode ser representação ou ideia no sentido platônico de um mundo perfeito ideal, também, pode ser concebida no sentido aristotélico em que está presente a apreensão pelos sentidos da representação mental de um objeto real (realismo). Kuhn parece aproximar-se da concepção de imagem de Aristóteles quando ele próprio se questiona “se um estudo histórico poderá produzir o tipo de transformação conceitual que é visado aqui” (KUHN, 2009, p. 27) explicitando a busca por uma transformação conceitual de ciência e não da imagem desta enquanto representação, o que denominamos de “imagem-concepção” de ciência.

Essa linha de raciocínio também se estende aos autores da área de ensino de ciências que em lugar de “imagem” utilizam o termo “visão”, porém, com o mesmo sentido de mudança da concepção de ciência implicando em transformação, tal qual o próprio Kuhn defendeu no capítulo da sua obra magna, *Um Papel para a História*, ao destacar a importância da história na transformação da imagem dominante de ciência.

O surgimento de uma nova imagem-concepção de ciência exige a “desconstrução”¹⁴⁰ da ciência dominante atual, não no sentido de destruição, mas naquele proposto pelo filósofo franco-argelino Jacques Derrida (1930-2004), que é o de decomposição voltada para a descoberta de partes do texto encobertas e dissimuladas, cujas análises de questões filosóficas, literárias, políticas ou da ciência contribuem para o abalo no pensamento metafísico, sobretudo, por ser, esse pensamento forjado em relações binárias, que muitas vezes não permitem a coexistência, o desvelamento de nuances e da complexidade, mas, apenas estabelecem hierarquia de um sobre o outro. Assim, para que haja desconstrução é preciso haver dissolução das rígidas e binárias das oposições conceituais, como por exemplo, no caso da ciência torna-se primordial a desconstrução dos binarismos: objetivismo x relativismo, internalismo x externalismo, verdade x falso, ciências da natureza x ciências humanas, homem x natureza, dentre outros.

Problematizar, questionar e deslocar conceitos canônicos, por vezes “absolutos”, abalam as hierarquias e são fundamentais para a desconstrução que visa descompô-los sem destruí-los permitindo usos diferentes, lembrando que, “não estamos lidando com uma

¹⁴⁰ Inspirado pelo conceito de *Destruktion* em Heidegger, a desconstrução em Derrida surege como crítica ao estruturalismo na conferência intitulada *La structure, le signe et le jeu dans le discours des sciences humaines* proferida por Derrida na Universidade de Johns Hopkins, nos Estados Unidos, em 1966.

coexistência pacífica de um face a face, mas com uma hierarquia violenta. Um dos dois termos comanda (axiologicamente, logicamente etc.), ocupa o lugar mais alto” (DERRIDA, 2001,p.48). Diante disso, desconstruir a oposição significa primeiramente inverter a hierarquia. Realizar a inversão, "significa ainda operar no terreno e no interior do sistema desconstruído", assim, ao decompor, o melhor caminho é revelar as ambiguidades e contradições interrogando e desestabilizando o pensamento dominante, revelando as nuances e matizes que entremeiam os polos do binarismo, sem necessariamente termos que escolher entre um e outro dentre os múltiplos existentes, mas conceber a possibilidade de coexistência. Assim, "desconstrução" não é o mesmo que destruição, mas sim o ato de questionar com o objetivo de decompor e re-organizar:

Utilizado pela primeira vez por Jacques Derrida em 1967 na Gramatologia, o termo ‘desconstrução’ foi tomado da arquitetura. Significa a decomposição de uma estrutura. Em sua definição derridiana, remete a um trabalho do pensamento inconsciente (‘isso se desconstrói’), e que consiste em desfazer, sem nunca destruir, um sistema de pensamento hegemônico e dominante. Desconstruir é de certo modo resistir à tirania do Um, do logos, da metafísica (ocidental) na própria língua em que é enunciada, com a ajuda do próprio material deslocado, movido com fins de reconstruções cambiantes (DERRIDA & ROUDINESCO, 2004, p.9).(Grifamos).

Como o nosso objetivo é a ênfase na dimensão histórica e no papel da historicidade, é relevante ressaltar que embora Derrida tenha nos anos 60 utilizado o termo desconstrução com o objetivo de estabelecer uma crítica à metafísica ocidental e sua tendência ao logocentrismo¹⁴¹, ele dialogou com Nietzsche, com a fenomenologia de Husserl e a ontologia de Heidegger¹⁴². No entanto, o principal impulso para esse debate surgiu do diálogo com o parágrafo 6º de *Ser e tempo*, em que Heidegger se propõe à "tarefa de uma destruição da história da ontologia" em que o termo empregado é *Destruktion*, que também não possui o sentido negativo de aniquilamento ou destruição da tradição ontológica - Karl Jaspers diz que o “radicalismo da desconstrução” presente no pensamento heideggeriano seria um perigo e expressaria a “arrogância da ruptura total” (KALMEYER-MERTENS,2017, p.69) - mas com o sentido de exposição ou descobrimento das "experiências originárias", isto é, como desconstrução (Derrida concorda que essa seja a melhor tradução) que elimina as camadas de sentido que impedem uma formulação mais adequada dos problemas da questão do ser abalando a rigidez de uma tradição “petrificada”, absoluta e dogmática. A tradição dominante

¹⁴¹ *Logos* como centro dos discursos, pautado na busca da verdade.

¹⁴² Influenciado por Heidegger, Derrida utiliza pela primeira vez o termo “desconstrução” em 1967 no seu livro *De la grammatologie* como uma crítica ao dogmatismo, aos binarismos e à tradição dominante.

tende a encobrir, esconder e obstruir a passagem para as fontes originais de onde conceitos e categorias foram hauridos.

Não há dúvida que a dimensão histórica com a sua verve crítica e desconstrucionista dos cânones, ao mesmo tempo em que contribui para a abertura de fissuras na ciência, justamente por que ao interrogá-la abala as certezas do pensamento dominante destituindo do dogmatismo e revelando seus matizes, também rompe com binarismos que explica o mundo por oposições, como ciências da natureza x ciências humanas, homem x natureza, dimensão histórica x dimensão política contribuindo para tornar fluidas as fronteiras. Entretanto, o maior potencial desconstrutivo reside na historicidade, uma vez que presente no plano de imanência da ciência permanece em constante tensão, questionando a si e à sua própria lógica, permanecendo dinâmica, aberta e incompleta.

A proposição de Thomas Kuhn de substituição da imagem dominante de ciência, assim como, dos autores da área de ensino de ciências que defendem a substituição do ensino da visão neopositivista da ciência pela “visão consensual”, “semelhança de família” ou “ciência integral”, conflitam com a proposta de desconstrução derridiana, haja vista que, pressupõe a destruição de uma visão para dar lugar à outra por meio de uma substituição hierárquica com tendência ao dogmatismo. Ao contrário, a proposta de desconstrução (nesta pesquisa com enfoque no papel da dimensão histórica e na historicidade) possui a dinâmica em que a decomposição fez emergir partes encobertas, múltiplas, não estáticas e não dogmáticas, com abertura e possibilidade de revisão dos cânones desvelando os matizes que os permeiam, libertando a ciência das amarras feitas pelas interpretações tradicionais dominantes e a substituição por outra igualmente dogmática. Assim, a desconstrução aponta para a tarefa da construção de um novo aparato conceitual com conceitos capazes de trazer à tona o que estava encoberto, mais próximo do real, portanto, infinitamente mais complexo, justamente, por problematizar a visão simplista do binarismo ampliando-a para a multiplicidade.

Interessante como a desconstrução do conceito de tempo, essencial para a história, e fundamental para o campo da física, modifica a “imagem de ciência”, sobretudo, de ciência dominante, das certezas absolutas e do passado estático. O pensamento cartesiano-newtoniano na área das *hard sciences* e o pensamento positivista comtiano na *soft sciences*, a partir de temporalidades entrecruzadas, desenvolveram imagens de ciência semelhantes nas duas áreas acerca do conceito de tempo absoluto, cronológico e linear. Na física, o tempo absoluto newtoniano perdurou ao longo de séculos. O campo da história movimentou debates no sentido de conceber o passado como estático, cujo tempo cristaliza o evento científico

ocorrido numa linha cronológica, linear e teleológica, sendo esse passado estanque objeto de análise do presente, expressão máxima da verdade absoluta. Nesse caso, o método e a epistemologia tiveram papel fundamental, exatamente pelos movimentos de aproximação das ciências humanas com as ciências da natureza, como foi o caso do positivismo, com o objetivo de garantir-lhes um “estatuto científico forte”.

Essa imagem ainda dominante nas ciências da natureza conduziu cientistas teóricos “historiadores” a conceber o desenvolvimento científico de forma linear cumulativa teleológica, em que cada descoberta representava um refinamento da anterior de modo a alcançar a verdade, ainda hoje, essa imagem conduz alguns a representar a história da ciência de maneira cronológica e linear, como se o passado fosse imóvel, sem tensionamentos entre leis e teorias como se estivesse à espera de uma contextualização histórica que fosse suficiente para explicá-lo.

A desconstrução da imagem de ciência dominante que permaneceu hegemônica por quase toda a era moderna, teve o seu processo iniciado com a mecânica quântica cujas bases iniciadas no século XIX com Faraday, Boltzmann, dentre outros, com seu ápice no limiar do século XX com Max Planck e Albert Einstein abalou a tradição dominante e suas certezas absolutas que as inseria em grau hierárquico na escala superior, com exclusividade de explicação do funcionamento do mundo científico. O questionamento e a problematização de conceitos e teorias cânones da ciência, tidos por ela como dogmas impenetráveis e imutáveis, contribuiu para o abalo das ciências da natureza em seus variados campos e das ciências humanas. Ao menor descuido outra imagem pode destruir violentamente e ocupar a escala hierárquica de ciência dominante, com tendências a descartar e substituir o pensamento anterior e não com o objetivo de compreender que compõem a ciência, coexistem e se entrecruzam. Acrescente-se que a hierarquização somente é possível num meio homogêneo, se heterogêneo, não se classifica como superior ou inferior, apenas como diferente.

A desconstrução da imagem do tempo absoluto pela relatividade está presente na história e filosofia da ciência já no início do século XX, com a descontinuidade e noção de ruptura em Gaston Bachelard e Alexandre Koyré, com ápice em meados do século XX com Thomas Kuhn, além do filósofo francês Henri Bergson, contemporâneos dos dois primeiros, com suas reflexões sobre o instante do tempo que impactaram no pensamento do também filósofo, Gilles Deleuze ao lado de Félix Guattari. O mesmo ocorrendo com a história, em que o movimento dos *Annales* reconhece a teoria dos *quanta* como responsável por abalar as estruturas da história contra a rigidez do positivismo francês (refratário ao historicismo

alemão), em que o “drama da relatividade” foi responsável por gerar uma “crise do espírito humano” provocando mudança nos homens da ciência, abalando toda a estrutura.

As estruturas da imagem de ciência cartesiana-newtoniana abaladas pela mecânica quântica e teoria da relatividade, cujos fundamentos estão presentes também na área de ciências humanas, permanecem em constante movimento de desconstrução/construção, interrogando o pensamento dominante, desestabilizando-o, abrindo novas sendas, revelando contradições ambiguidades e matizes antes encobertas e dissimuladas.

Como uma dessas novas sendas abertas pela desconstrução de alguns cânones pertencentes à visão mecanicista abarcando a cartesiana e empírica, bem como da concepção relativista, irrompe a “visão sistêmica”. Dessa vez, foi o campo da biologia o responsável pelo pioneirismo dessa imagem de ciência, porque, segundo Capra e Luisi (2014), enfatizou a “visão dos organismos vivos como totalidades integradas”, tendo, posteriormente, sido “enriquecida pela psicologia da Gestalt e pela nova ciência da ecologia, e teve talvez os seus efeitos mais dramáticos na física quântica” (CAPRA; LUISI, 2014, p. 93). Realizando a “inversão” a que se refere Derrida, que significa operar no interior do sistema desconstruído, isto é, atacá-lo por dentro, os autores esclarecem:

Na virada do século, os triunfos da biologia do século XIX – a teoria celular, a embriologia e microbiologia – estabeleceram a concepção mecanicista da vida como um dogma firme entre os biólogos. E, no entanto, elas carregavam dentro de si as sementes da próxima onda de oposição, a escola conhecida como biologia organísmica¹⁴³, ou “organicismo”. (CAPRA; LUISI, 2014, p. 93).

Essa “onda de oposição” ou de desconstrução da visão mecanicista de ciência continua em movimento e abrindo novas possibilidades nas diversas áreas e campos científicos, há mais de dois séculos arraigada no pensamento e prática científica. O também biólogo, o austríaco Ludwig Bertalanffy (1901-1972), criou a “teoria geral dos sistemas” com sólidas bases biológicas, que em contraste com a física newtoniana tem como fundamento a mudança, crescimento e desenvolvimento que exige um novo escopo teórico que atenda a complexidade. Este precedido por Alexander Bogdanov (1873-1928) médico e filósofo russo que desenvolveu “tectologia” (do grego *tekton*, construtor) que tinha por objetivo formular uma “ciência universal da organização” de todas as estruturas vivas e não vivas.

Embora a visão sistêmica não seja dominante, a abertura inaugurada por ela por meio de suas desconstruções reafirma a complexidade da NDC. Com a percepção de que os

¹⁴³ O biólogo e anatomista estadunidense Ross Harrison (1870-1959), um dos primeiros expoentes da escola organísmica explorou o conceito de organização (CAPRA; LUISI, 2014, p. 94), que gradativamente desconstrói a ideia de “função” muito utilizada no pensamento mecanicista.

sistemas são totalidades integradas e ocorrem mais intensamente na física do que na biologia, “a teoria quântica os forçou a aceitar o fato que nós não podemos decompor o mundo em suas menores unidades, unidades essas que tenham existência independente” (CAPRA; LUISI, 2014, p. 99), justamente, porque ao analisar átomos e partículas subatômicas vemos uma complexa teia de relações entre várias partes de um todo que é sempre diferente da mera soma de todas as partes. Segundo os autores, a “nova física” não fornece apenas descrições do mundo, mas é parte integrante da visão sistêmica da vida.

As digressões acima realizadas sugerem que a dinâmica da desconstrução pode ser natural, surgir da natureza ou dos movimentos de investigação, ou pode ser provocada. É nesse momento que a dimensão histórica da ciência apresenta-se como decisiva para provocar questionamentos e estimular análises críticas da ciência, contribuindo para que a mesma pense a si mesma.

O movimento de desconstrução da imagem-concepção de ciência possui como elemento central a questão da temporalidade (tempo), em decorrência da historicidade da ciência em que o sentido do ser está na existência. Percebe-se que ele está no cerne dessas desconstruções (seja como o tempo da ciência ou como tempo histórico) quando na visão cartesiana-newtoniana se vê no centro o tempo absoluto, na perspectiva quântica e da relatividade o tempo relativo e na visão sistêmica e multidimensional complexa a multiplicidade temporal. Absoluto ou relativo, universal ou particularizante, estrutural ou diacrônico, linear ou descontínuo, o tempo ao longo dos séculos sempre marcou o movimento da história e também da ciência, na qual a dimensão histórica possibilita que vejamos a ciência cada vez mais como campo fragmentado, atravessado por muitas tendências e interações entre dimensões políticas, econômicas, sociais, culturais, ideológicas etc., aliadas às contingências e variáveis que viabilizam a “virada epistemológica histórico-ontológica” em que “ser é tempo” e só existe e pode existir historicamente na forma em que nos posicionamos no mundo. Toda essa complexidade contribui para trazer à tona a multiplicidade temporal cujo desafio epistemológico é reconstruir a dinâmica do tempo. Por isso, a “nova imagem de ciência” possui em seu cerne a multiplicidade temporal.

4.3 Nova imagem-concepção de ciência: complexo multidimensional constituído pela historicidade e multiplicidade temporal

A dinâmica de desconstrução/construção¹⁴⁴ da ciência com lastro na crítica estabelecida pela dimensão histórica, sobretudo, em face da historicidade atuando no plano de imanência da ciência sendo dela constitutiva, de um lado, promove a desconstrução da visão de mundo e imagem de ciência tradicional dominante presente na teoria do conhecimento (*episteme*) e nas realizações práticas (*phronésis*) da existência humana e, do outro, atua na construção de novos pensamentos, perspectivas, imagens e visões de mundo e da ciência, permitindo a revisão de conteúdos tendentes a modificar a concepção dominante de ciência. O movimento de desconstrução/construção que permeia essa investigação contribui para desvelar o **complexo multidimensional, a historicidade e a multiplicidade, tanto dimensional quanto temporal.**

Conceber a “dimensão histórica da ciência” como um complexo rizomático (extensivo a qualquer outra dimensão) revelou a possibilidade de coexistência de múltiplos conceitos, dimensões e vivências que se interpenetram, entrelaçam, interagem, sobrepõem, interconectam, justapõem e entrecruzam. Essa dimensão, por sua vez, (ao lado das demais) integra outros complexos heterogêneos que agem uns com os outros, sobretudo, porque a “epistemologia histórico-ontológica” é antes de tudo constituída por uma realidade complexa dinâmica e multifacetada, caracterizada por suas múltiplas relações e temporalidades entrecruzadas forjadas pela existência que não se reduz a um tempo único. Essa imagem representa melhor a dinamicidade acelerada da ciência e a complexidade em movimento que guarda em si temporalidades não apenas múltiplas, mas dimensões rizomáticas como uma espécie de “sobreposição rizomática” das dimensões em múltiplas temporalidades, como se fossem vários rizomas perfazendo uma complexidade dentro da outra culminando numa “complexidade das complexidades”¹⁴⁵. Isso configura a imagem do que aqui denominamos “complexo multidimensional da ciência”.

Embora o rizoma represente a complexidade pelo fato de ser ultrapassado por diversas linhas de intensidade que o atravessam como um mapa que se espalha em todas as direções, distanciando-se da imagem arborescente que se apresenta de maneira reducionista por

¹⁴⁴ Construção aqui não se refere à ciência construída pelo homem com desprezo à dinâmica da própria natureza, mas à composição ressignificada do que foi decomposto pela desconstrução na perspectiva conceitual derridiana.

¹⁴⁵ O filósofo húngaro György Lukács (1885-1971) ao abordar a ontologia do ser social defende que o ser social é um complexo composto de complexos heterogêneos e dinâmicos, isto é, um “complexo de complexos”, por possuir uma dinâmica interna do complexo em questão, e, também por considerar a relevância de seus processos de interação com outros complexos (LUKÁCS, 2013a, p.201).

almejar a unidade conceitual, ainda assim, o rizoma (sozinho) é insuficiente para servir de referência para a nova imagem-concepção de ciência, por tratar-se de fenômeno fisicamente limitado, uma vez que a sua constituição biológica o impede de se conectar a famílias diferentes restringindo a sua interação, a exemplo do rizoma da planta do gengibre (*Zingiberaceae*) com o rizoma da planta da bananeira (*Musaceae*) embora sejam da mesma ordem não interagem. O caule rizomático é aparente, por isso mais previsível sem muitas possibilidades de abrigar variáveis e situações randomizadas¹⁴⁶, além de não se aventurarem para fora dos seus territórios existenciais, o que não ocorre com a ciência concebida da perspectiva complexa e multidimensional.

O conceito de rizoma cunhado por Deleuze e Guattari (2011) mostrou-se como ferramenta eficaz na compreensão do funcionamento das dimensões da ciência, em especial, da dimensão histórica conforme abordado, todavia, o rizoma é limitado para abranger o complexo multidimensional da ciência, ou seja, não permite compreender a relação entre as dimensões considerando a historicidade e temporalidades, especialmente no enfrentamento do desafio epistemológico contemporâneo do campo da história quanto à possibilidade da multiplicidade das temporalidades entrecruzadas. A dinâmica da ciência e as suas interações intrincadas, inclusive multidimensionais, embora coexistam, cada uma das múltiplas dimensões (cada qual marcada por singularidade) constitui uma multiplicidade heterogênea que se entrelaça, interpenetra, entrecruza, justapõe e/ou se sobrepõe a outras dimensões, o mesmo ocorrendo com as temporalidades múltiplas, caracterizando desta forma o “complexo multidimensional da ciência”.

4.3.1 Historicidade

Como visto no capítulo III a historicidade desvela a realidade da ciência e, ao mesmo tempo, é essencial para compreensão da natureza complexa e múltipla da ciência, quando por meio da análise do ser que é tempo atua na epistemologia desvelando o seu viés histórico e ontológico, acabando por revelar também a presença de dimensões heterogêneas e temporalidades múltiplas que coexistem e se interconectam. A história, intrínseca à ciência, faz com que a análise desta se dê a partir de um horizonte sedimentado por significações históricas, por meio da desconstrução de dogmas e da imagem dominante de ciência

¹⁴⁶ Pensamos em utilizar “variáveis ocultas ou escondidas” e o conceito da física de “emaranhamento quântico” como metáfora, justamente por fazer um exercício semelhante de sair da escala das estruturas macro para entrar no campo microscópico da escala subatômica responsável pela conexão de partículas separadas por grandes distâncias, cujos átomos, moléculas, prótons, elétrons e outras partículas, possuem a sua própria maneira de se comportar, fora dos padrões até então observados. Entretanto, seria uma incursão em campo de pouco domínio da autora, e os debates existentes na teoria da história mostram-se suficientes para a discussão.

representada por uma lógica esvaziada de realidade em direção à construção de uma situação fático-científica mais originária considerando o ser histórico e seus modos de existência. Alguns dos conceitos desenvolvidos por Heidegger em *Ser e Tempo* e já discutidos, não apenas potencializam o complexo multidimensional da ciência no sentido de deixá-lo ainda mais complexo, como enriquecem a sua compreensão pela via da historicidade.

O próprio Heidegger se propôs à tarefa de desconstrução (*Destruktion*) da metafísica do ser (história ontológica) para eliminar as camadas de sentido nas quais os conceitos impedem a passagem para as fontes originais, de modo a possibilitar abertura à compreensão de uma história do ser (*Dasein*) que se encontra encoberta pela tradição do pensamento dominante, com vistas a conferir transparência à existência em sua temporalidade (ST,73) (HEIDEGGER, 2012, p.1029), uma vez que a história pertence ao *Dasein* e este se constitui na temporalidade, então a análise existenciária deve se iniciar pela historicidade.

Na visão de Heidegger a concepção de ciência como conexão de proposições verdadeiras não é completa, para ele as “ciências têm como comportamentos do homem, o modo-de-ser desse ente (homem)” (ST,4) (HEIDEGGER, 2012, p.57), isto é do *Dasein*, daí a importância da precedência ontológica da questão do ser em que o “Ser é cada vez o ser de um ente” (ST,3) (HEIDEGGER, 2012, p.51), e o ente pode delimitar determinados “domínios-de-coisa” (a história, a natureza, a vida, o *Dasein*) que podem ser tematizados como objeto das respectivas investigações científicas, em que a elaboração dos domínios em suas estruturas-fundamentais já é “levada a cabo” pela experiência, isto é, já são por ela permeados. Assim, os conceitos-fundamentais surgidos da experiência permanecem como “fios-condutores” para a primeira abertura concreta do *Dasein*, que é a temporalidade, visto que, todo o comportamento dele “deve ser interpretado a partir do seu ser, isto é, a partir da temporalidade” (ST,77) (HEIDEGGER, 2012, p.1095).

Dito de outro modo, a historicidade da ciência revela a sua natureza histórica e dinâmica, o seu lugar no mundo da vida, as práticas do *ser-no-mundo*, sua não-neutralidade, visto que, o ente - no caso, o cientista (*Dasein*) e/ou a natureza e/ou a história (mudanças sociais) - delimita os “domínios-de-coisa”, em que o “conceito existenciário de ciência” (ao contrário do conceito lógico de ciência) concebe a ciência como “modo da existência e, assim, como *modus* do ser-no-mundo” (ST,69b) (HEIDEGGER, 2012, p.969), na qual a realidade a ser apreendida e observada é altamente complexa e integra o tecido que está em movimento com abertura para múltiplos caminhos e possibilidades tendentes a modificá-lo. A realidade da vida imanente à ciência não é mais desprezada, e passa a ser considerada em sua nudez que revela aparente caos.

Heidegger ao desenvolver uma filosofia encarnada na história, sobretudo a partir do pensamento do historicista alemão Wilhelm Dilthey, procurou articular a primazia da historicidade sobre a lógica a partir da compreensão da relação entre “visão de mundo” e “vivência”, uma vez que para Dilthey a vivência é sempre singular, embora, encontra-se inserida na visão de mundo caracterizada por uma época, porém, essa dinâmica do singular no interior das vivências particulares subjetivas, desde já, encontra-se, imersa no campo da objetivação da “vida do espírito” humano. O que está em jogo é a realidade vivenciada antes mesmo de organizá-la numa epistemologia ou concepção de mundo, embora, já seja a ela intrínseca, e, portanto, passível de ser teoricamente apreendida e analisada pela ciência. Sendo assim, é em Dilthey que Heidegger encontra a possibilidade de realizar a apreensão da relação entre a experiência fática histórica da vida e o conhecimento lógico-teórico, na medida em que o ser já é lançado no mundo (momento constitutivo da expressão ser-no-mundo) que é um "conceito existencial-ontológico", portanto, uma determinação existencial do próprio ser-aí. O mundo possui o caráter do próprio ser-aí, seja o mundo circundante (*Umwelt*), o mundo compartilhado (*Mitwelt*) e o mundo do si-mesmo (*Selbstwelt*).

Além do ser a historicidade se perfaz com o tempo, e o tempo em Heidegger somente adquire temporalidade com o ser em ato, com isso, o tempo apenas poderá ser compreendido se lhe anteceder a tarefa-fundamental de compreensão ontológica do sentido do ser. A temporalidade não é ela temporaliza a si mesma. Agamben (2008) afirma que o pensamento de Heidegger é orientado no sentido de superar o historicismo e a simples afirmação que o ser humano tem história, mas que ao contrário, que o “ser-aí é histórico” e apresenta-se como princípio fundamental de caráter ontológico-existencial. Esse pensamento vai ao encontro da “virada epistemológica histórico-ontológica”, em que a história deixa de se comportar como externa à ciência porque o ser não faz parte da história no sentido de contextualizar-se num dualismo sujeito/objeto, mas diametralmente, ele já-é a própria história, dito de outra forma, o ser não está no tempo ele existe como temporalização originária.

Esse ser é tempo segundo Heidegger. Tempo não é espaço ou o mundo no qual as coisas acontecem, mas inerente ao ser-aí. O tempo, conceito primordial da história, é experiência, vivência, e de acordo com o filósofo italiano Agamben (2008)¹⁴⁷ a “tarefa original de uma autêntica revolução não é jamais simplesmente ‘mudar o mundo’, mas também e antes de mais nada ‘mudar o tempo’” (AGAMBEN,2008,p.111), o que significa

¹⁴⁷ Giorgio Agamben (1942) ex-aluno de Heidegger é autor de trabalhos sobre filosofia e teoria literária. Responsável pela obra de Walter Benjamin na Itália e intenso diálogo com Michel Foucault, especialmente, sobre biopolítica.

mudar a concepção sobre o tempo aproximando-o da historicidade originária da qual o homem e a ciência foram expropriados.

Ao tratar da temporalidade em *Ser e Tempo*, Heidegger destaca a oposição existente entre duas formas de temporalidade: a concepção comum de tempo que corresponde ao tempo cronológico e a existência do tempo primordial que corresponde ao tempo kairológico.¹⁴⁸ Cronos aparece como tempo apenas da sucessão homogênea de momentos do agora, nos moldes da concepção de tempo do relógio¹⁴⁹, cuja crítica à concepção reducionista de tempo como relógio irá culminar na determinação deste enquanto modo de ser do *Dasein* que possibilita a mera publicização da sua temporalidade por meio da datação, porém, não consegue expressar o tempo. O kairós é o “tempo do agora” (*Jetzt-Zeit*), como temporalidade em Heidegger se apresenta como modo de ser, uma vez que, a pessoa vive-temporalizando já que o tempo não é externo, mas sim, uma forma de se relacionar com o mundo, portanto, não homogêneo nem linear. Kairós seria o tempo presentificado que concentra em si os vários tempos, uma unidade do passado, presente e futuro que passa a existir em um ponto específico no tempo cronológico, todavia, o kairós não inaugura uma nova cronologia a ser absorvida no refluxo da restauração do tempo, mas opera uma mudança qualitativa do tempo.

De forma lúdica pensemos num diálogo fictício envolvendo mitologia grega, algo como, *Clio e o labirinto da ciência*, no qual aparece a relação cronos/kairós e a sua relevância para Clio e a ciência:

O triunfo de Zeus¹⁵⁰ sobre seu pai Cronos (tempo) que engolira seus filhos para manter-se no poder - não o fazendo com Zeus por ter sido este escondido por sua mãe que deu a Cronos uma pedra fazendo-o acreditar ser seu filho - dá início a uma nova fase, a Era dos Olimpos. Na condição de líder dessa Nova Era Zeus declara aberta a sessão no Monte Olimpo para discutir sobre a ciência, que seria uma espécie de “cosmogonia” entre os mortais:

O titã Cronos¹⁵¹ intervém:

- Eu, que destronei meu pai Urano me tornei o rei dos titãs, embora tenha engolido meus filhos com medo de ser destronado, fui enganado por Reia, mãe de Zeus e, hoje, eu que reinei absoluto e implacável como deus do tempo me encontro aqui a ele subordinado, antes de ser banido para o Tártaro.
- Com todo o respeito e admiração que tenho por ti, portentoso Cronos, ousa discordar das suas palavras finais. Atreveu-se Kairós¹⁵².

¹⁴⁸ As expressões cronos e kairós não foram utilizadas em *Ser e Tempo*, mas antes dele na interpretação das *Cartas Paulinas* apresentada nas preleções pronunciadas em Freiburg no inverno de 1920.

¹⁴⁹ Na da aula de habilitação *O conceito de tempo na ciência histórica* (1915) ministrada por Heidegger em Friburgo, ele utilizou a metáfora do relógio para referir-se ao tempo cronológico.

¹⁵⁰ Em grego antigo Ζεύς, filho do titã Cronos e Reia. Nascido na ilha de Creta é o deus dos céus, raios e relâmpagos, responsável por manter a ordem e a justiça na mitologia grega. Disponível em: *Theoi Greek Mythology*. Disponível em: <http://www.theoi.com>. Acesso em 05out.2017.

¹⁵¹ Em grego Κρόνος. O mais jovem dos titãs, é filho de Urano, o céu estrelado, e de Gaia, a terra.

¹⁵² Em grego καιρός, considerado filho menor de Zeus e da deusa Tyche. Seu nome significa “o deus do tempo oportuno”. Disponível em: *Theoi Greek Mythology*. Disponível em: <http://www.theoi.com>. Acesso em 05out.2017.

- Concordo que reinaste implacável por longo período, além de reverenciado por Clio, mas nos dias atuais, percebo que os homens estão preocupados com o tempo presente, onde passado e futuro se encontram. Perceberam que o passado não trazia tudo à cena do presente porque tu continuaste agir, mas dessa vez, passou a engolir os mortais permitindo que apenas alguns heróis levassem os louros por seus feitos. Os humanos detectaram também que a cronologia em nada correspondia ao progresso e ao devir dada imprevisibilidade do futuro.

E Kairós prossegue em sua fala:

- Cronos, é certo que posso me manifestar em ti, porém, ao contrário da imposição que fazes aos mortais, em momento algum, eu os farei refletir o passado ou pressentir o futuro, porque priorizo o melhor instante, o presente. Admito que, em alguns momentos, vejo esse encontro do tempo (passado/presente/futuro) como um problema para os humanos, mas em minha defesa, digo que perceberam que ordenar o tempo para organizar a vida, a ciência e o conhecimento não são suficientes, é preciso compreender em profundidade o quão complexo é o conhecimento em seu acontecimento e a partir das relações estabelecidas, ou seja, de forma qualitativa.

Cronos, o “proto-deus” se vendo ameaçado pelo jovem Kairós, decidiu dar a última palavra e disse:

- Concordo com a sua fala meu jovem! Mas adianto-lhe: a sua atuação entre os humanos não anula a minha. Estamos aqui para analisar como os humanos têm compreendido a ciência, e estou certo de que eu e tu, ao lado de Clio, a musa da história, somos detentores de certo protagonismo ao emprendermos a análise do pensamento dos homens em relação à NDC e o seu desenvolvimento. Ao longo da “eternidade” tenho aprendido bastante e estou disposto a agregar para que o meu trabalho junto aos mortais não tenha sido em vão.

Clio¹⁵³ que havia sido citada três vezes, resolveu se manifestar:

- Como musa que sou, detentora do dom de inspirar as artes e as ciências, aqui citada como inspiradora do rei dos titãs Cronos e até mesmo de Kairós, aproveito o momento para reforçar o meu compromisso com o deus olímpico Apolo, patrono do Oráculo de Delfos e líder das musas, identificado como o sol, a luz da verdade, o deus das artes e das ciências e inspirar governantes a estabelecer a paz.

- Quero dizer com isso que o tempo, seja de Cronos ou de Kairós, possui para mim e em mim extrema relevância, no entanto, o meu compromisso, isto é, o compromisso da história com o estudo das ciências. Dito isso, não me oponho à caminhada conjunta, desde que, estejamos todos com o mesmo objetivo de chamar à reflexão nos múltiplos domínios da história. (Elaboração da autora).

Da mitologia para a história da ciência!

Ainda que Thomas Kuhn não tenha discutido conceitualmente o tempo, essa questão sustenta a mudança na concepção de ciência por ele promovida, uma vez que, vislumbra-se no pensamento kuhniano a presença da relação cronos/kairós, na qual a “ciência normal” funciona como cronos e as “revoluções científicas” como kairós. A “ciência normal” (cronos) pode ser definida como o período em que é desenvolvida uma atividade científica baseada em um determinado paradigma, iniciada pela convergência dos debates pré-paradigmáticos, passando ao paradigmático e consolidando-se com o compartilhamento de regras, práticas científicas, hábitos, tradições, pela comunidade científica (KUHN, 2009, p.30). Desta forma, além de ser a ciência normal “um empreendimento altamente cumulativo, extremamente bem

¹⁵³ Em grego *Κλειώ*, significa a “Proclamadora”, é uma das nove musas que junto com as irmãs, habita Monte Hélicon. Filhas de Zeus e Mnemósine (deusa da memória) eram entidades as quais se atribuía capacidade de inspirar a criação artística ou científica. Clio é a musa da história e da criatividade.

sucedido no que toca ao seu objetivo, a ampliação contínua do alcance e da precisão do conhecimento científico” (KUHN, 2009, p.77), ela se desenvolve numa cronologia e possui a característica da longa duração, sendo a base da manutenção do paradigma vigente. As “revoluções científicas” (Kairós) por sua vez, surgem como um acontecimento que promove a ruptura parcial, total ou *gestáltica*, não-cumulativa, descontínua, com o paradigma anterior operando uma mudança qualitativa na forma como os pesquisadores ou a comunidade científica concebem o mundo, contudo, essa ruptura que acontece de maneira kairológica se dá dentro da própria ciência normal. A ciência normal é a estrutura de longa duração, o cronos cumulativo, dentro da qual ocorre a revolução científica que se apresenta como o kairós que promove as mudanças. No entanto, a hegemonia e universalidade do cronos perpetrada pela “ciência normal”, uma vez desestabilizada pela quebra de fluxo ou ruptura do kairós promovida, ou seja, pelas “revoluções científicas”, essa ruptura é “devorada” pelo cronos e a ele incorporada para se apresentar como novo paradigma que de “acontecimento kairológico revolucionário” passa então a incorporar a hegemonia e a universalidade do cronos.

A história *annaliste* também chamada por alguns historiadores de história estrutural tem desenvolvimento semelhante, especialmente com Braudel, para quem o tempo do historiador é medida, tempo cronológico da longa duração (estrutura) e conjuntural da média duração que abrigam o tempo curto kairológico do acontecimento.

Entretanto, a historicidade e todo o complexo de multiplicidades heterogêneas que há séculos encontram-se latentes na ciência eclipsadas pela lógica dos “epistemologismos” e da “neutralidade”, encontram-se prestes a eclodir, romper os limites das estruturas (cronos) gerenciadoras dos acontecimentos (kairós), permitindo antever a multiplicidade e heterogeneidade existente na realidade da experiência e da vivência. “Mudar o tempo” significa reconhecer o complexo, a multiplicidade e seus impactos, sobretudo por parte dos historiadores e historiadores da ciência, visto que, ao complexificar as noções de tempo, complexificam também a compreensão da história e da ciência.

4.3.2 Multiplicidade

Como vimos, existe um importante ponto de inflexão em que os *quanta* e a teoria da relatividade surgem como responsáveis por abalar as estruturas das ciências da natureza e humanas, reclamando o aprofundamento e discussões especialmente no campo da filosofia e teoria da história, cujos desdobramentos conduziram à reflexão sobre historicidade e ao desafio historiográfico contemporâneo das múltiplas temporalidades provocando novos

deslocamentos e impondo aberturas e possibilidades, inclusive acerca da multiplicidade¹⁵⁴ de dimensões.

Inicialmente é importante destacar que para compreender as possibilidades múltiplas de temporalidade e dimensão, é fundamental entender o conceito de multiplicidade que nesta pesquisa se pauta no pensamento deleuziano. Em Deleuze (2008) a multiplicidade aparece em seu livro *Bergsonismo* [1966]¹⁵⁵ em que destaca dois tipos de multiplicidades, as numéricas ou extensas e as qualitativas ou de duração, decorrentes do dualismo Uno/múltiplo. Deleuze desenvolve os conceitos de “multiplicidade virtual” que é marcada pelo tempo universal ou duração e “multiplicidade atual” aquela marcada pela multiplicidade de tempos.

Segundo o autor, a multiplicidade não deve designar uma combinação de múltiplo e de um, mas, ao contrário, uma organização própria do múltiplo enquanto tal, que não tem necessidade alguma da unidade para formar um sistema. As multiplicidades são a própria realidade e não supõem nenhuma unidade. O ser da multiplicidade já possui interiorizada a diferença, ela é intrínseca ao ser, ontológica, de maneira que, no momento em que se exterioriza, intenciona apenas reproduzir a diferenciação que já lhe é intrínseca.

A palavra "multiplicidade" não aparece aí como um vago substantivo correspondente à bem conhecida noção filosófica de Múltiplo em geral. Com efeito, não se trata, para Bergson, de opor o Múltiplo ao Uno, mas, ao contrário, de distinguir dois tipos de multiplicidade. [...] O importante é que a decomposição do misto nos revela dois tipos de "multiplicidade". Uma delas é representada pelo espaço (ou melhor, se levarmos em conta todas as nuances, pela mistura impura do tempo homogêneo): é uma multiplicidade de exterioridade, de simultaneidade, de justaposição, de ordem, de diferenciação quantitativa, de diferença de grau, uma multiplicidade numérica, descontínua e atual. A outra se apresenta na duração pura: é uma multiplicidade interna, de sucessão, de fusão, de organização, de heterogeneidade, de discriminação qualitativa ou de diferença de natureza, uma multiplicidade virtual e contínua, irredutível ao número. (DELEUZE, 2008, p.28). (Grifamos).

Em síntese, o conceito de multiplicidade não é um misto das respectivas determinações binárias do uno e múltiplo, em que o múltiplo não é a exteriorização do que o uno contém e nem o uno é o conjunto do que o múltiplo expõe, visto que a definição não comporta dualismos. Não é o uno que se torna dois, três, quatro... não é um múltiplo que deriva do uno, nem ao qual o uno se acrescentaria. Ele não é feito de unidades, mas de

¹⁵⁴ Esse conceito da matemática passa a ter acepção filosófica na obra *Duração e Simultaneidade* [1922] de Henri Bergson, que teve como ponto de partida as mudanças conceituais advindas com a Teoria da Relatividade Restrita de Albert Einstein [1905] e produziu relevantes impactos em Gaston Bachelard e Giles Deleuze.

¹⁵⁵ O tratamento filosófico que Bergson dá à noção de multiplicidade tem como ponto de partida a teoria do físico-matemático alemão do século XIX Georg Friedrich Bernhard Riemann, que desempenhou relevante papel para a análise e a geometria diferencial.

dimensões que são direções dinâmicas e abertas, sem começo nem fim. Assim, o conceito de multiplicidade propõe que o múltiplo deixe de ser o adjetivo que qualifica o substantivo uno, para ele próprio tornar-se substantivo.

4.3.3 Multitemporalidade

Investigar a abertura para as múltiplas temporalidades significa desconstruir o binarismo cronos/kairós e descolonizar o tempo universal no qual o primeiro representa a estrutura cronológica que abriga o segundo que é o acontecimento, o momento oportuno e indeterminado, como o momento da crise que promove ruptura, descontinuidade. Assim, de um lado, cronos aponta a relatividade do presente na medida em que só existe o presente, sendo o passado e o futuro extensão, do outro lado, Kairós é justamente o ponto de acontecimento no presente. A principal característica de cronos é ser um tempo que adota como ponto de referência o presente, de acordo com Deleuze (1974), em “cronos, só o presente existe no tempo. Passado, presente e futuro não são três dimensões do tempo; só o presente preenche o tempo, o passado e o futuro são duas dimensões relativas ao presente no tempo” (DELEUZE, 1974, p.167).

Ou seja, a historicidade ao ser analisada coloca como ponto de partida olhar a ciência produzida no passado com os “olhos do presente” numa cronologia que por vezes conduz ao anacronismo. Mesmo o tempo cairológico que promove a cesura do tempo cronológico e permite antever a existência de tempos múltiplos e heterogêneos, visto que, quando posto em análise passa a ser tomado a partir do cronos, no qual ele se aloja e traz consigo a mesma valorização do presente como referência de análise do passado, o que em si não teria qualquer problema se o kairós fosse visto em potência, mas, ao contrário, este acaba sendo subsumido pelo cronos que encobre as multiplicidades e o complexo em nome da cristalização da historicidade em determinado momento cronológico reduzindo o papel da dimensão histórica à contextualização.

Em Deleuze (1974)¹⁵⁶ encontra-se aporte para a desconstrução da relação cronos/kairós quando na obra *Lógica do sentido*, traz a luz o tempo do aion que seria o tempo do sentido que busca promover a disjunção entre as temporalidades. Diferentemente de

¹⁵⁶ No início do século XX, muito antes de Deleuze, mas também inspirado por Bergson, Bachelard (2018) já se referia à existência do pluralismo temporal, no momento em que este se desvencilha da ilusão da continuidade temporal e nasce a descontinuidade. Quanto mais complexo e plural, mais diversificadas tornam-se as suas funções e mais numerosos são seus ritmos, ou seja, seus instantes (durações descontínuas em oposição à duração contínua de Bergson). De certo modo, aproxima-se do pensamento de Deleuze no sentido de que o instante em Bachelard é também multiplicidade de instantes descontínuos que formam os diversos e múltiplos ritmos temporais.

cronos para o qual só o presente existe no tempo e de kairós que é o ponto de acontecimento nesse presente em aion somente o passado e o futuro insistem ou subsistem no tempo. Em “lugar de um presente que absorve o passado e o futuro, um futuro e um passado que dividem a cada instante o presente, que o subdividem ao infinito em passado e futuro, nos dois sentidos ao mesmo tempo” (DELEUZE, 1974, p. 169). Ou seja, o aion é a dissolução do presente, num passado e num futuro que o dividem e dinamizam a cada instante.

Dito de outra forma, se o presente em um átimo de segundo já é passado, o que existe é o passado e o futuro que a cada instante dividem o presente e representam as possibilidades, é um presente complexificado pelo passado-futuro que é o “instante”, propiciando a abertura e a emergência do possível, representando o complexo da potência e não o encadeamento da cronologia e nem a ruptura cairológica do acontecimento devorado ou não pela cronologia.

Pensar o tempo da perspectiva do aion realça a ocorrência de temporalidades entrecruzadas entre momentos heterogêneos, de naturezas distintas, em que o devir do passado-futuro faz com que nada seja igual a si mesmo e “tudo se banha em sua diferença”, numa forma de eterno retorno da diferença, que não é um ciclo, não constitui pensamento do idêntico, mas, do diferente, como o próprio princípio da repetição das diferenças. É essa experiência do tempo, que traz consigo a afirmação imanente da vida em sua constante diferenciação, uma vez que a realidade é produção incessante do novo, em que o sentido do ser é também futuro.

O encadeamento do ato acontece no cronos (antes, depois ou simultâneo) e eclipsa a temporalização do acontecimento transformando-o em ato o impedindo de ser potência (emergir possibilidades), incorporando-o desta forma, ao passado cronológico como passado estanque e acabado. A historicidade protagonizada pelo tempo aiônico não visa acessar o passado enquanto ato, mas como passado-futuro que se revela como potência, visto que aberto, heterogêneo, em constante devir e repetição da diferença.

O acesso ao passado não se dá por mero retorno cronológico ao passado, mas por meio de um instante aiônico heterogêneo envolvido pelo passado-futuro, já que a cronologia e a cairológica analisadas em retrospectiva não esgotam a experiência temporal, uma vez que a vida e a realidade complexas forçam a considerar entrecruzamentos, temporalidades laterais, distantes e não sucessivas, e, com isso, promove rupturas, abrindo fendas para multitemporalidade.

A multitemporalidade possibilita a coexistência de várias dimensões que interagem, interconectam, entrecruzam, justapõem e sobrepõem, provocando a simultaneidade de instantes, inclusive incompatíveis, em que a coexistência de passados múltiplos e a abertura

para um futuro irreduzível ao presente ou ao passado coloca-se diante da multiplicidade de instantes descontínuos. Multitemporalidade que constitui a própria fonte da heterogeneidade, mas uma vez apreendida comporta-se como instante, isto é, encerra-se em sua integridade.

4.3.4 Multidimensionalidade

Inicialmente é importante resgatar o conceito de dimensão histórica da ciência, nesta pesquisa desenvolvido em diálogo com o conceito de “rizoma” em Deleuze e Guattari (2011). Assim como o rizoma, a dimensão não é: una; não é múltipla porque deriva do uno e; tampouco múltipla ao qual o uno se acrescenta. Ou seja, ela não é feita de unidades, não possui centralidade ou policentralidade de interações, e também não possui conjunto de relações binárias, pontos de causalidade, posições ou categorias que usualmente definem as estruturas. As dimensões são o próprio movimento, a ciência viva, portanto, são linhas de intensidade que escapam da tentativa totalizadora fazendo outros contatos, seguindo em direções movediças, polimorfos, não apresentando uma forma fechada ou definitiva. São também linhas de fuga ou de desterritorialização, sem hierárquica e ligações preestabelecidas, não têm começo nem fim, mas sempre um meio, um emaranhado de linhas de intensidade (dimensões) que se interconectam, entrecruzam, sobrepõem, coexistem (ou não), justapõem, entrelaçam e interagem, mesmo que à distância, cada uma comportando o seu próprio devir.

A multidimensionalidade se caracteriza pela dinâmica, polimorfismo e direções movediças que possibilitam interações entre dimensões, conceitos, teorias, vivências, contingências, fazendo com que as dimensões (histórica, econômica, institucional...) nunca estejam prontas e acabadas, visto que em constante devir se transmutam, metamorfoseando a si e a outras transbordam e se propagam *ad infinitum* estabelecendo múltiplas e complexas interações (com influências recíprocas), de modo que as dimensões da multiplicidade são elas as próprias multiplicidades.

Para compreender o “complexo multidimensional da ciência” mostra-se como fundamental entender a dinâmica da multidimensionalidade (e também da multitemporalidade), porque ambas refletem a historicidade e o caráter existencial da ciência, permitindo o distanciamento do nível de análise estrutural da ciência e da história, para aprofundar no campo microscópico do interior das estruturas, categorias e arcabouços teóricos em busca dos sujeitos, onde encontram-se latentes o complexo, a heterogeneidade, variáveis, situações randomizadas e multiplicidades capazes de favorecer e modificar a compreensão sobre a NDC.

4.3.5 Complexo Multidimensional da Ciência

Compreender a NDC é reconhecer o seu complexo multidimensional em que a dinamicidade da ciência se dá pelo movimento natural da própria realidade por meio do ser, da natureza, da ciência, da história, pelo movimento de interação que se modificam em constante devir apontando para múltiplas possibilidades, pela multitemporalidade, de forma que qualquer mudança é passível de alteração dos resultados.

A problematização da imagem de ciência dominante pela via da dimensão histórica, conduzida pelas veredas da historicidade com ênfase na ontologia existencial do ser e nas múltiplas temporalidades, confluiu para a “complexidade das complexidades” ou “sobreposição rizomática”, ou seja, para a nova imagem-concepção que denominamos de “complexo multidimensional da ciência”, cujo conceito é aberto e dinâmico, mas se caracteriza pela existência de princípios que o identificam:

Quadro 17 - Alguns princípios da nova imagem-concepção de ciências

<ul style="list-style-type: none"> • Historicidade da ciência, ou seja, a história é constitutiva, intrínseca, imanente à ciência;
<ul style="list-style-type: none"> • As “ciências têm como comportamentos do homem, o modo-de-ser desse ente (homem)” (ST, 4) (HEIDEGGER, 2012, p.59), isto é, do <i>Dasein</i>;
<ul style="list-style-type: none"> • A historicidade da ciência possibilita a eclosão das vivências e da realidade;
<ul style="list-style-type: none"> • Presença de uma “virada epistemológica histórico-ontológica” que provocou o afastamento do epistemologismo neutro de caráter internalista e negacionista da ontologia, possibilitando a emergência da história – marcada pela historicidade – intrínseca à ciência;
<ul style="list-style-type: none"> • Não há um tempo externo ao ser, não há um ser inserido no tempo, mas sim um ser que é tempo, pois a temporalidade é um aspecto da existência.
<ul style="list-style-type: none"> • O tempo histórico da ciência não é o do encadeamento da cronologia (cronos) presente-passado e nem o da ruptura cairológica do acontecimento do presente (kairós), mas o da temporalidade aiônica (aion) do sentido e da potência, em que o presente é diluído num passado-futuro que o divide e dinamiza a cada instante, ou seja, é um presente complexificado pelo passado-futuro que é o “instante”, propiciando a abertura e a emergência do possível;
<ul style="list-style-type: none"> • Complexificar as noções de tempo significa complexificar também a compreensão da história e da ciência;
<ul style="list-style-type: none"> • Multitemporalidades heterogêneas que interagem, se entrelaçam (aliança), interpenetram, integram, tensionam, interconectam, sobrepõem justapõem, coexistentes ou não, e/ou entrecruzam (atravessam);
<ul style="list-style-type: none"> • Multiplicidade de dimensões heterogêneas e dinâmicas: multidimensionalidade;
<ul style="list-style-type: none"> • Cada uma das múltiplas dimensões é por sua vez uma multiplicidade heterogênea;
<ul style="list-style-type: none"> • Complexidade de cada uma das dimensões;
<ul style="list-style-type: none"> • Dimensões heterogêneas e temporalidades múltiplas, coexistentes ou não, que se entrelaçam (aliança), interpenetram, interagem, integram, tensionam, interconectam, sobrepõem justapõem e/ou entrecruzam (atravessam);
<ul style="list-style-type: none"> • A dimensão histórica da ciência é composta pelos conceitos que compõem a complexidade histórica como: historiografia, historicidade, tempo, narrativa, memória, discurso, representação, dentre outros, que interagem com outros conceitos e dimensões;
<ul style="list-style-type: none"> • Pensamentos, teorias, conceitos, epistemologias, ontologias, múltiplas e heterogêneas dimensões entrelaçam, entrecruzam, sobrepõem, interpenetram, interagem entre si e com outros, como práticas científicas, experiências, vivências, temporalidades, variáveis conhecidas e situações randomizadas;
<ul style="list-style-type: none"> • Pluralismo metodológico;
<ul style="list-style-type: none"> • Múltiplos resultados, heterogêneos, dinâmicos e provisórios;

• Dimensão da evidência científica demarca os limites da ciência e a distingue do senso comum;
• Dimensões integradas sem encadeamento e de modo não-linear, descontínuo e acontecimental;
• Não há hierarquia entre as dimensões ou sentido valorativo entre elas, o que as difere é o enfoque dado;
• As dimensões são constitutivas da ciência não se fecham em si e nem entre si, visto que dinâmicas, que se metamorfoseam e em constante devir;
• As dimensões da ciência são interligadas, mas ao mesmo tempo heterogêneas e autônomas;
• Complexo multidimensional aberto, dinâmico, sujeito a contingências e variáveis desconhecidas;
• Não há centralidade ou causalidade, há sim possibilidades e essas são complexas e multidimensionais com multitemporalidades entrecruzadas;
• As dimensões, a temporalidade e a historicidade devem ser submetidas à problematização pelo pesquisador;
• A dinamicidade da ciência não é ordenada e não possui um único sentido, portanto, não é mecânica, mas determinada pelo movimento natural e existencial do ser humano e da natureza;
• A dinâmica multitemporal e multidimensional possuem características interacionistas de tensionamento e cooperação;
• O complexo multidimensional não se move a partir de dicotomias ou binarismos, mas da abertura da realidade complexa;
• Movimento de desconstrução/construção pode se dar por meio do conceito ou da experiência proveniente do ser humano, por ação da natureza, ou ainda, via resultado de novas interações;
• Integridade da ciência determinada pelo instante que é em si heterogêneo e aberto a uma nova integridade, que por sua vez, conduz a um novo instante com as mesmas características. Repetição da diferença.

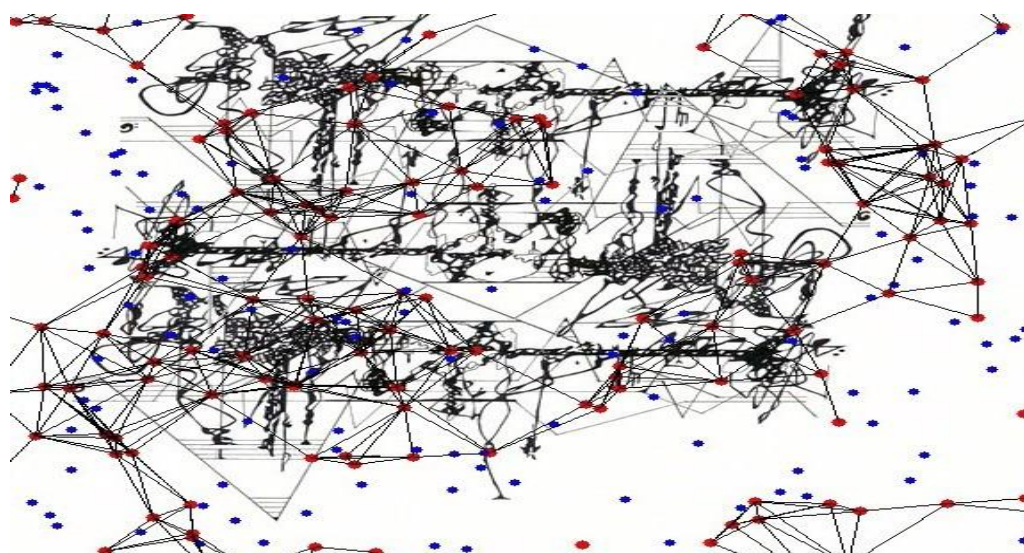
Fonte: Elaboração da autora

Os princípios¹⁵⁷ neste contexto possuem o sentido de fundamento e não de causa (relação de causalidade) ou origem. Refletir sobre a imagem-concepção de ciência a partir desses princípios desvelados ao longo das veredas percorridas e sintetizado no quadro acima, compõem o conceito de “complexo multidimensional da ciência”, que é, sobretudo, dinâmico, constituído pela historicidade e temporalidades múltiplas que demandam a compreensão do instante a partir de sua singularidade, contingência e devir, não excludentes do movimento dos demais entes, como a natureza, por exemplo, em que a dimensão histórica surge em interação com uma ou mais dimensões, sendo esse também o movimento das demais dimensões. Para uma “apreciação cuidadosa da complexidade”, de certo modo, é como se emergisse uma transdisciplinaridade gradual e provocasse o desaparecimento das fronteiras entre as disciplinas (GAGNON; FERREIRA; LACERDA, 2019), porém neste caso, as dimensões complexas que integram a ciência transcendem fronteiras sem provocar o apagamento, contrariamente, para que o todo não se transforme em um e que o um não derive o todo, preservando os contornos e ao mesmo tempo realçando a fluidez das suas fronteiras possibilitando a compreensão da sua dinâmica multidimensional e em complexidade.

¹⁵⁷ Aqui utilizamos princípio como fundamento ou base. “Usa-se este termo em vários sentidos. Por vezes equivale a princípio; outras vezes a razão; outras ainda a origem” (FERRATER MORA, 1978, p.117).

Assim como, para representar a dimensão histórica da ciência nos servimos do recurso imagético do “rizoma” desenvolvido por Deleuze e Guattari (2011), da mesma forma, para representar o “complexo multidimensional da ciência” e os princípios aqui elencados utilizamos “recurso imagético” que possui como base a “sobreposição rizomática”, de modo a melhor representar a “complexidade das complexidades”.

Figura 4 – Complexo multidimensional da ciência



Fonte: Elaboração da autora.



Ao descrever a figura acima, representativa da nova imagem-concepção de ciência, que é o “complexo multidimensional da ciência”, destacamos:

- a) **“Sobreposição rizomática”:** o rizoma de Deleuze e Guattari (2011) utilizado em sobreposição a outros rizomas serve de metáfora para a “complexidade das complexidades” epistemológica, visto que, a ausência de sobreposições, o torna reducionista e limitado quanto à representação da multitemporalidade, heterogeneidade e multidimensionalidade;
- b) **Linhas de intensidade:** em lugar de formas ou estruturas que o aprisionam, o rizoma possui linhas de intensidade (complexas em si), que são também dimensões que se movem em várias direções, sem início meio e fim, cuja presença de linhas de fuga escapa à totalização;
- c) **Multidimensionalidade:** as linhas de intensidade representam as múltiplas dimensões que se movem, coexistem, entrelaçam, interconectam, entrecruzam, sobrepõem, justapõem e interagem de modo a recapturar outras metamorfoseando a si e a elas;
- d) **Multitemporalidade:** os pontos (vermelhos) em movimento conectados por linhas que se modificam, representam as múltiplas temporalidades em suas interações intrincadas, próximas ou distantes, existentes ou por vir, coexistentes ou não, heterogêneas, descontínuas e em temporalidades distintas;

- e) **Variáveis e situações randomizadas:** as dimensões que não se aventurarem para fora dos seus territórios existenciais ou conceitos, teorias (etc.) encontram novas aberturas por meio da randomização, por vezes latente, na imagem representada pelos pequenos pontos (azuis) aleatórios;
- f) **Dinamicidade:** a figura em movimento reafirma a provisoriedade da ciência, aberta e em constante devir que ocorre de modo não-linear, a partir de dimensões que se descontroem, constroem e metamorfoseiam, em temporalidades múltiplas e exposta a variáveis.

Enfim, a multidimensionalidade é constituída pela multitemporalidade, sintetizadas e ao mesmo tempo representadas *nesse* e por *esse* complexo dinâmico protagonizado pela historicidade, que em lugar de apenas acessar o passado enquanto encadeamento cronológico do evento científico (linear ou descontínuo) como ato, que ficou no passado cristalizado a espera de contextualização para conferir-lhe movimento ou de um presente espesso que reabsorve o passado e reafirma a reprodução, o que se apresenta com esse desvelar da natureza da ciência que possui a história como imanente, é que o “passado-futuro” está vivo e se revela como potência, visto que sempre inacabado, em movimento, heterogêneo, múltiplo, que se abre para o futuro em múltiplas possibilidades que dividem o presente a cada instante, em permanente devir, trazendo consigo a imanência da vida em constante diferenciação, uma vez que a realidade produz o novo incessantemente.

Importante destacar que não há determinismos, causalidades ou centralidades (ou policentralidades) nas ações do ser como responsável pelas direções que se toma a ciência em constante devir. No mesmo complexo podem surgir contingências e aberturas por meio de ações diretas do cientista, a partir das suas escolhas de pesquisa, indiretas face às pesquisas desenvolvidas pela comunidade científica ou pela existência de demanda social ou podem ter direções abertas pela natureza, protagonizando o desenvolvimento da ciência, ou ainda, pela política e economia, por exemplo. De outro viés, é relevante esclarecer que também não se trata de visão antropocêntrica da ciência decorrente do papel do *ser-aí lançado-no-mundo*, muito embora, a ciência seja um projeto pensado e executado pelo ser humano, entretanto, o objetivo dessa pesquisa é destacar o caráter existencial na ciência sem negligenciar a natureza.

A lógica cientificista internalista da ciência neutra e dogmática a partir da “analítica da historicidade da ciência” promove o deslocamento de uma ciência esvaziada de realidade para uma ciência viva, em movimento e complexa em que a aproximação com as vivências e a vida cotidiana, para além da memorização de fórmulas e teorias, humaniza a ciência tornando mais inclusiva e democrática. Humanizar não significa apenas ter humanidade, isto é, não é o simples contrário de desumano, mas, uma potencialidade ontológica cujos indícios

de humanização como assevera Camus, podem estar tanto no fenômeno da revolta (CAMUS, 1996 *apud* PIVATTO, 2007) quanto no fenômeno da recusa de sofrer o peso de ser como é (HEIDEGGER, 2002; SARTRE, 1997; LEVINAS, 1971 *apud* PIVATTO, 2007), num constante vir a ser, uma vez que “[...] o ser humano é dado a si mesmo como projeto e tarefa, tornar-se si mesmo à medida que se humaniza” (PIVATTO, 2007).

A “lógica internalista da ciência” que permitiu pensar os fatores externos que compõem a “lógica externalista da ciência” é desconstruída pela historicidade, em que a história concebida como elemento externo surge como constitutiva da ciência para a qual não há interno e externo, apenas integração, coexistência, tensão, entrecruzamento, sobreposição, justaposição ou entrelaçamento entre os considerados elementos “internos e externos” à ciência, passando a ser identificados como dimensões múltiplas e complexas que compõem a ciência. Assim, pensamentos, teorias, epistemologias, ontologia, conceitos, variadas dimensões interagem entre si e também com práticas científicas, experiências, temporalidades múltiplas, vivências, sobreposições e variáveis, por meio da desconstrução conceitual ou empírica proveniente do homem ou por ação da natureza ou via resultado de novas interações, conduzindo a um novo instante que é em si heterogêneo e aberto, com vistas a uma nova integridade da ciência.

4.3.6 Entre a ciência e a não-ciência (pseudociência, *doxa*, opinião)

O problema de demarcação da ciência foi objeto de debate entre muitos cientistas, dentre os quais destacamos: o positivismo lógico ou neopositivismo do Círculo de Viena, em que o científico é demarcado pelo verificacionismo, pelo uso da lógica e da linguagem matemática e rejeição da metafísica; ou o falseacionismo de Popper, em que as teorias científicas são sempre passíveis de refutabilidade (falseabilidade) e a atitude científica consiste em submetê-las a testes; ou ainda os “programas de investigação” de Lakatos que propõem o isolamento do “núcleo duro” (*hard core*) que deve permanecer intacto (uma vez refutado cai o programa) protegido pelo “cinto protetor” constituído por hipóteses e metodologias auxiliares que podem ser reformuladas em função de anomalias. Todavia, não se trata de escolha entre Carnap, Neurath e outros integrantes do Círculo, Popper, Lakatos ou quaisquer outras teorias, trata-se de ter a clareza e compreender que colocar em questão a imagem dominante de ciência dogmática e neutra não elimina os pressupostos demarcatórios (que não são fixos) que a caracteriza como ciência, apenas os modifica. Sendo assim, destacamos dois pressupostos demarcatórios da ciência que se apresentam como importante contraponto à pseudociência, *doxa* e opinião exatamente por serem transversais, e, por isso,

devem ser preservados, quais sejam: a dimensão da evidência científica e os métodos científicos.

4.3.6.1 Dimensão da evidência científica

A dimensão da evidência científica é um aspecto fundamental de demarcação dos limites entre a ciência e a não-ciência ou pseudociência, por representar o conjunto de elementos utilizados para confirmar, manter ou refutar uma hipótese ou teoria científica, cujos padrões podem variar de acordo com o campo de pesquisa, mas a força é assegurada pelos resultados de análises estatísticas e as várias formas de controle científico de modo a aferir a confiabilidade.

Usualmente a evidência científica é tomada por evidência empírica, por vezes a evidência científica pode referir-se a um modelo científico lógico-matemático ou a uma teoria científica ainda não verificada empiricamente, mas potencialmente verificáveis, a partir de determinados métodos científicos que é o segundo aspecto demarcatório da ciência.

4.3.6.2 Métodos científicos (pluralismo metodológico)

Os métodos ou metodologias utilizadas nas *hard sciences* devem ter por pressuposto que se a nova imagem-concepção de ciência múltipla e complexa não é universal, seu método também não será, renovando as possibilidades de surgimento de outras epistemologias. Neste viés, o pensamento do físico e filósofo da ciência austríaco Paul Feyerabend (1924-1994), orientando de Karl Popper (que se tornou crítico do racionalismo popperiano) no livro *Contra o Método* (1977), a favor do que ele denomina de “anarquismo epistemológico” que é plenamente compatível com a ciência como complexo multidimensional, que em termos metodológicos se traduz na defesa de um pluralismo metodológico.

Feyerabend (2011) classifica a ciência como um empreendimento essencialmente anárquico, uma vez que o anarquismo teórico é mais humanitário e mais apto a estimular o progresso do que suas alternativas que promovem lei e ordem, pois:

“A história, de modo geral, e a história da revolução, em particular, é sempre mais rica em conteúdo, mais variada, mais multiforme, mais viva e sutil do que eu mesmo” o melhor historiador e o melhor metodólogo podem imaginar. A história está cheia de “acidentes e conjunturas e curiosas justaposições de eventos” (Butterfield, 1965, p.66) e demonstra-nos a complexidade da mudança humana e o caráter imprevisível das consequências últimas de qualquer ato ou decisão dos homens (ibidem, p.21). Devemos realmente acreditar que as regras ingênuas e simplórias que os metodólogos tomam como guia são capazes de explicar tal “labirinto de interações”? [...]. (FEYERABEND, 2011, p. 31-32). (Grifamos).

Cumprir destacar que o anarquismo não significa ser contrário a todo e qualquer procedimento metodológico ou ser contra o uso de método científico, em verdade, significa ser contrário à utilização de um único método, fixo, absoluto, imutável, restrito a regras metodológicas de validade universal.

Cada área ou campo científico da grande área das ciências da natureza (biologia, física, química) possui os seus próprios métodos e cada subárea ou subcampo possuem métodos e metodologias que sejam mais adequadas à pesquisa científica, dinâmicos se modificam constantemente, muitas vezes em razão do surgimento de novas ferramentas, técnicas e avanços tecnológicos. Algumas etapas como é o caso da repetibilidade se encontram presentes na maior parte das metodologias.

4.4 Construção¹⁵⁸ da NDC considerando o complexo multidimensional da ciência

A desconstrução da imagem dominante de ciência operada por “inversão” no interior do próprio sistema desconstruído, a partir do enfoque da dimensão histórica exercendo o papel da crítica e a historicidade atuando como responsável pela “**virada epistemológica histórico-ontológica**”, contribui para o desvelamento de nuances, contradições e matizes já existentes e não consideradas, que desestabilizam o pensamento dominante e revelam que a ciência, cuja história lhe é imanente, possui natureza complexa e multidimensional. Não se trata de uma passagem brusca ou repentina de uma forma de concepção ou de uma imagem de ciência à outra, visto que não se trata apenas de consequências lógicas ou epistemológicas, mas também, histórico-ontológica, portanto, de vivências complexas em situações concretas advindas de variadas dimensões, por exemplo, política e econômica.

A análise realizada a partir da dimensão histórica viabiliza o reconhecimento da existência do complexo multidimensional auxiliando na compreensão da ciência ao demonstrar que a NDC não é passível da realização de consensos ou substituições de uma concepção por outra, como por exemplo, a visão sistêmica substituir a visão newtoniana-cartesiana ou do papel da história se resumir a uma forma de pedagogia ou contextualização, sob pena, de tornar-se reducionista e igualmente dogmática.

¹⁵⁸ Conforme já dito, não nos referimos à construção no sentido de uma ciência construída pelo homem, sobretudo, com desprezo à dinâmica da própria natureza, ou seja, aqui não possui o sentido sociológico de construtivismo social surgido em meados dos anos 70 com o grupo de sociólogos da Universidade de Edimburgo liderado por Barry Barnes e David Bloor, com o lançamento do *Programa Forte* de sociologia da ciência cujo eixo central é de que todo conhecimento científico é uma construção social. A construção nesta pesquisa eclode da desconstrução derridiana e considera o sentido existencial e do *Dasein* como detentor do privilégio ôntico.

Vimos também que refletir sobre a analítica da historicidade da ciência, por ser dela constitutiva, antecede o pensar em uma história ou historiografia para a ciência, porém, não se tratam de situações excludentes, todas coexistem. Alguns instantes históricos da ciência e suas narrativas ilustram o rizoma da dimensão histórica da ciência suas justaposições, multidimensionalidades e temporalidades múltiplas entrecruzadas por conceitos e aberta a possibilidades, cuja essência do *Dasein* que é um ente *ex-sistem* (*passo-para-fora*) encontra-se na existência e, como ele possui o privilégio ôntico de se compreender, são os seus questionamentos que definem o seu modo de ser e os problemas do mundo são dados a partir das suas perguntas.

A virada epistemológica histórico-ontológica demarca o papel da historicidade e reafirma a imanência da história à ciência, cuja compreensão do indivíduo (nesse caso, cientistas e epistemólogos) em sua existência significa compreender a vida, o pensamento, as situações e circunstâncias de determinada temporalidade, suas interações e múltiplas temporalidades, considerando aspectos individuais e coletivos, visões e concepções de mundo com as quais essa mesma existência se perfez, distanciando-se por completo de uma cronologia de fatos ordenados, simples adequação ou contextualização histórica, construindo outras narrativas¹⁵⁹.

As epistemologias abordadas neste item permitirão perceber a ciência em historicidade numa perspectiva humana existencial (sem excluir o papel da natureza), cujo processo de autoavaliação a que a ciência deve se submeter possibilita conceber a história como ontologia fundamental constitutiva da ciência, do ser e do seu próprio modo de acessar o mundo.

Tomemos por exemplo a “história do tempo presente”¹⁶⁰ que tem movimentado a ciência em esfera global para analisá-la à luz do complexo dimensional da ciência com o objetivo de tentar compreender a NDC a partir do surgimento do novo vírus “Sars-CoV-2”, causador da doença respiratória Covid-19 transmitida pelo ar e de rápida disseminação geográfica, que tem representado neste momento, um importante desafio para a ciência.

¹⁵⁹ Além do tempo, outro aspecto caracterizador da história é a narrativa cujas fontes lhe conferem o caráter científico e não-ficcional, sendo este também um debate relevante para a história da ciência.

¹⁶⁰ De acordo com o historiador François Dosse (2012a), na França a noção de “história do tempo presente” remete ao laboratório de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS) que possui o Instituto de História do Tempo Presente (IHTP) criado em 1978, cujo primeiro diretor foi François Bédarida (1978), que o definiu como “a nova oficina de Clio”. A história do tempo presente está na interseção do presente e da longa duração, se diferenciando, porém, da história imediata porque impõe um dever de mediação. “O presente não é mais visto em nosso tempo como um simples lugar de passagem contínua entre um antes e um depois [...]. A história do tempo presente deve ser guiada por uma pesquisa no sentido de não ser mais um Telos, mais um Kairos, não mais um sentido preestabelecido, mas um sentido que emerge do fato que lhe dá origem” (DOSSE, 2012a, p.20).

Este novo vírus desconhecido antes de dezembro de 2019, ou seja, antes do início do surto na cidade de Wuhan na China, deu início à pandemia que até o momento atingiu 190 países, 334.981 casos confirmados e 14.652 mortes¹⁶¹, com muitos casos de subnotificação. Boa parte do mundo, aceleradamente, entrou na corrida em busca de pesquisas para o desenvolvimento de vacinas e/ou antivirais capazes de conter a pandemia. Diante das múltiplas dimensões da ciência, a dimensão da natureza cuja “terra, arquivo biológico onde vez ou outra a memória desperta um vírus que expressa”,¹⁶² como é o caso do Coronavírus que teve origem natural, parece reinar soberana na abertura para novas possibilidades científicas. Contudo, há muito mais... Pesquisadores de todo o mundo estão trabalhando na árvore genética do novo Coronavírus para tentar determinar a sua fonte, uma vez que os Coronavírus pertencem a uma família de vírus que pode circular tanto entre pessoas, como entre animais, incluindo camelos, gatos e morcegos, dentre outros, no entanto, pesquisadores chineses identificaram que o novo vírus teve origem em um grande “mercado de frutos do mar”¹⁶³ na cidade de Wuhan, na China, envolvendo aspectos das dimensões culturais, históricas e sociais da vivência de um povo de espaço-temporalidade distante que impactaram a população e na ciência de cada região de modo local e global.

Percebe-se a presença do entrecruzamento, justaposição, entrelaçamento entre algumas dimensões como a empírica em busca de testagem de antivirais, com a dimensão social e cultural, na contenção da disseminação do vírus modificando hábitos e se dispendo ao isolamento social, aliado a dimensão econômica para financiamento das pesquisas e dos custos com a população de acordo com a condição de cada país e região, bem como à dimensão política capaz de garantir o enfrentamento da pandemia com políticas públicas de saúde e incentivo às pesquisas científicas. O complexo da ciência, a multiplicidade e heterogeneidade das condições geográficas, climáticas, demográficas, econômicas, sociais, culturais, nível de pobreza, números de hospitais, quantidade de leitos etc., dentre muitas outras variáveis, coloca a ciência em cada um dos países envolvidos em condições distintas no tocante ao desenvolvimento das pesquisas, propiciando aberturas para múltiplas possibilidades, como é o caso da vacina que está sendo desenvolvida pelo Laboratório de Imunologia do Instituto do Coração (Incor) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP).

¹⁶¹ Dados atualizados até 23/03/2020 retirados do *site World Health Organization* (Organização Mundial de Saúde-OMS). Disponível em <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q-a-coronaviruses>. Acesso em: 23 mar.2020.

¹⁶² Sidney José do Carmo- Fundação Ezequiel Dias.

¹⁶³ Fundação Oswaldo Cruz. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pergunta/qual-origem-desse-novo-coronavirus>. Acesso em: 23 mar.2020.

Também podemos trazer para essa reflexão o pluralismo metodológico quando analisamos o Projeto do Incor coordenado pelo médico Jorge Elias Kalil, uma vez que possui como diferencial o método, que segundo ele, enquanto os “estudos mais avançados da Alemanha e dos Estados Unidos são baseados em vacinas de ácido nucleico”, ou seja, você injeta no organismo do indivíduo o RNA e essa codificação que está nele vai produzir uma proteína que fará o indivíduo produzir anticorpos, “estamos trabalhando numa técnica chamada VLP, ou seja, o "uso de partículas semelhantes a vírus" – a sigla, em inglês, significa "*virus-like particles*". "É um simulacro do vírus, uma forma segura e não infecciosa"¹⁶⁴.

Prosseguindo na análise, reportemos a um passado cronologicamente distante para identificar mais evidências científicas capazes de comprovar a NDC como complexo multidimensional. Ao resgatar o pensamento de alguns autores e epistemologias apontadas no Capítulo II e desconstruir algumas imagens hegemônicas, a exemplo, da visão de que a física quântica rompe totalmente com o “paradigma” anterior da física clássica de Isaac Newton, que num primeiro momento, surge de forma dogmática como possibilidade de substituição de um “paradigma” pelo outro, num segundo momento, a partir do enfoque da dimensão histórica surgem nuances que contribuem para dissolver as dicotomias e trazer à tona a complexidade existente.

Os resultados das pesquisas de Galileu e Descartes (vistos como marco-fundadores da ciência moderna) da física e astronomia, assim como os dados acumulados por Tycho Brahe (anticopernicano) e as leis das órbitas celestes de Kepler (copernicano) foram fundamentais para que Isaac Newton formulasse a “lei da gravitação universal” e realizasse uma síntese científica sobre a natureza do mundo físico, envolvendo para além da dimensão empírica outros aspectos que envolvem dimensões políticas, culturais e sociais, como por exemplo, a referência de ciência moderna, visto que, somente com Newton os homens sentiram-se cientificamente modernos, já que Newton, em 1705 seria o primeiro cientista sagrado cavaleiro pelo governo inglês, enquanto no século anterior, no ano de 1633, Galileu fora condenado pela Santa Inquisição.

Descartes, inaugurador da ciência moderna não foi um homem moderno, no máximo, um homem da transição, visto que, toda a sua formação foi de base escolástica (na escola jesuíta *Le Flèche*), enquanto a Europa já vivia a efervescência social, política, econômica, artística provocada pelo Renascimento em Florença na Itália. Como um homem que

¹⁶⁴ *Deutsche Welle* (DW). Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/not%C3%ADcias/s-7111>. Acesso em: 23 mar.2020.

vivenciou a transição entre o medieval-renascentista-moderno Descartes produziu o seu pensamento através dessas três experiências e visões de mundo, com o objetivo, por um lado, de combater a visão de mundo medieval baseada na lógica aristotélica desprovida de comprovação empírica, e, por outro, movido pela ebulição provocada pelo Renascimento, que embora tivesse servido como despertar para a humanidade trazia em si ainda a marca da imprecisão nos resultados de seus experimentos cuja precisão veio apenas com a ciência moderna.

O pensamento de Descartes ainda hoje presente na ciência, revela a historicidade (temporalidade e ontologia) intrínseca à ciência por ele desenvolvida, que teve como principal objetivo a busca de um método seguro que pudesse conduzi-lo à verdade indubitável, absoluta (dúvida metódica) ante a insatisfação com o que havia aprendido até então:

Fui alimentado com as letras desde a minha infância, e, por me terem persuadido de que por meio delas podia-se adquirir um conhecimento claro e seguro de tudo o que é útil à vida, tinha um imenso desejo de aprendê-las. Mas, assim que terminei todo esse ciclo de estudos, no termo do qual se costuma ser acolhido nas fileiras dos doutos, mudei inteiramente de opinião. Pois encontrava-se enredado em tantas dúvidas e erros, que me parecia não ser tirado outro proveito, ao procurar instruir-me, senão, o de ter descoberto cada vez mais a minha ignorância. (DESCARTES, 2001, p.8).

O que mais contentava Descartes era a certeza de que por meio do método chegaria à verdade pela razão, mas, paradoxalmente Deus aparece como a segunda certeza em seu método (a primeira é o eu) que para a ciência moderna pertence à ordem da metafísica. A assertiva de Descartes melhor desenvolvida nas *Meditações Metafísicas* é de que Deus, como segunda certeza, é a garantia da função veritativa das faculdades cognoscitivas do ser, porque Deus está em nós “como a marca do artesão impressa em sua obra”. Ao analisar a consciência Descartes conclui que é uma ideia que está em nós, não é nossa, mas nos permeia “como o selo do artífice sobre seu manufaturado”. A dúvida é derrotada, uma vez que Deus impede que a criatura seja portadora de um princípio destrutivo ou que as suas faculdades não permitam cumprir suas funções. A prova cartesiana de Deus é ontológica e a ideia de Deus é inata.

Embora para Newton o “sistema de mundo”, do sol, dos planetas, do cometa, assim como as estrelas fixas, centros de outros sistemas análogos em seus movimentos obedeçam às leis de Kepler, ele também, assim como Descartes, defende ser originário de um único projeto da potência de um “Ser inteligente e poderoso” - Deus:

Ele rege todas as coisas não como alma do mundo, mas como senhor de todos os universos e pelo seu domínio costuma ser chamado de *Senhor Deus Panthochrátor* [dominador universal]. [...] O sumo Deus é o ente eterno, infinito, absolutamente perfeito: mas um ente, embora perfeito, mas que não tenha domínio, não é o Senhor Deus [...] (NEWTON *apud* REALE; ANTISERI, 2009, p. 247).

A perspectiva antimetafísica e a “neutralidade da epistemologia newtoniana” foram mantidas por razões pertencentes à dimensão política com repercussões na dimensão econômica, visto que, segundo Rossi (2001), quando da morte de Newton a *Royal Society* recusou-se a adquirir seus manuscritos de conteúdo religioso e recomendou à família que não os mostrasse a ninguém, com o objetivo de preservar a “imagem de ciência” newtoniana. Com essa mesma finalidade a Universidade de Cambridge, o *British Museum*, bem como, as universidades norte-americanas de Harvard, Yale e Princeton, também se recusaram a adquirir os manuscritos de Newton. Parte desses manuscritos, sobre alquimia, interpretação universal controvérsias teológicas sobre o apocalipse e sabedoria oculta “foi adquirida em 1936 por John Maynard Lord Keynes” (ROSSI, 2001, p. 408) e o estado de Israel recebeu grande parte desses manuscritos tendo os disponibilizado na *University Library de Jerusalem* dezoito anos após a aquisição.

Embora a razão de Newton não seja a de Descartes e sim a “razão” dos empiristas ingleses de Bacon e Locke, assim como, a ciência a que se refere Kant é a de Newton, sem a qual não se compreende a *Crítica da Razão Pura* kantiana, o pensamento de Newton foi bem recepcionado entre os britânicos, e claro, encontrou resistência na França assumidamente cartesiana. Entretanto, Newton somente encontrou espaço na França no século XVIII quando Lagrange e Laplace reafirmaram a teoria de Newton ao demonstrarem que o universo contém em si mecanismo de autorregulação no qual ele, matéria, se move independente da vontade do homem que é apenas uma partícula. Contudo, esse determinismo da teoria newtoniana seria, posteriormente, fragilizado, uma vez que tanto a força quanto a velocidade devem ser tidas como conceitos relativos que dependem dos observadores.

Em síntese, o que se verifica é que a historicidade da ciência revela matizes ontológicos e históricos arraigados à epistemologia, que se uma vez considerados modificaria a imagem-concepção de ciência e comprometeria nos casos aqui exemplificados (e em outros) a “objetividade” científica pela ausência de neutralidade, a exemplo, da eleição de Newton para presidente da *Royal Society*¹⁶⁵ e sua permanência por longos 24 (vinte e quatro)

¹⁶⁵ Permaneceu no cargo por 24 anos entre 1703 a 1727. Outro cargo público exercido por Newton foi o de diretor da Casa da Moeda, em 1696, uma vez que, após a publicação dos *Principia* em 1687, Newton afastou-se da investigação de caráter científico devido às graves crises nervosas por ele sofridas (GONÇALVES-MAIA, 2011, p.64).

anos, que pode ter significado grande influência sobre a vida intelectual europeia, sobretudo britânica, para a disseminação e consolidação do seu pensamento e teorias. Freire Jr.(2018), expressa e sintetiza o que tentamos demonstrar quando diz que, “Newton é um exemplo de um personagem complexo [...] Ao conhecer isso, aprendemos que a melhor ciência, feita pelas melhores mentes, carrega traços comuns à humanidade”. (FREIRE Jr.,2018).

Outros aspectos também não podem ser desprezados. Foi essencial para a lei da gravitação universal de Newton o modelo do matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630) nos livros *Astronomia Nova* [1609] e *Harmonice Mundi Libri* [1619], em conformidade com o sistema heliocêntrico copernicano, no qual expôs suas ideias sobre o movimento planetário em que dispõe sobre a forma elíptica para as órbitas dos planetas, cujo sol seria o centro de rotação dos planetas e a terra o centro de rotação da lua, de forma que o centro da terra não coincide com o centro do universo, já que é a terra que se movimenta ao redor do sol (portanto possui mais de um movimento).

Importante destacar também Copérnico e seus variados entrecruzamentos e interações. A historicidade constitutiva do seu pensamento integra a cultura e as vivências que marcaram as décadas centrais do Renascimento, período de inovações e mudanças nas artes, na política, e na sociedade, também marcado pelo expansionismo das grandes navegações. O pensamento de Copérnico representou uma virada no pensamento científico e intelectual contribuindo para a vindoura ciência moderna, embora, naquele momento, não tivesse contrariado o pensamento cristão hegemônico, tendo sido cauteloso, talvez pelo fato de ter sido Cônego da Igreja e possuir formação em direito canônico. No cabeçalho do *De Revolutionibus* há uma dedicatória a sua Santidade, Sumo Pontífice Paulo III e também um esclarecimento do próprio Copérnico no qual assegura ter sido a “inovação” extraída de textos antigos¹⁶⁶:

Seguramente, bem posso Santíssimo Padre, ter a certeza de que certas pessoas, ao ouvirem dizer que eu atribuo determinados movimentos ao globo terrestre, meus escritos acerca das revoluções das esferas do universo, imediatamente hão-de gritar a necessidade que eu seja condenado juntamente com tal opinião. [...] aquilo, porém, que eu defender nessa matéria, confio-o sobretudo ao julgamento de Vossa Santidade e ao de todos os outros sábios matemáticos. (COPÉRNICO, 1984, pp. 5 e 11).

Demandas sociais e políticas, mudanças provocadas pelas navegações, ebulição nos diversos campos da sociedade, contribuíram para a receptividade do modelo heliocêntrico proposto por Copérnico, mas ao lado de todas essas questões havia também um imperativo

¹⁶⁶ Ideia de que a terra se move foi defendida na antiguidade por “Iceta de Siracusa (séc.V a.C), pelo pitagórico Filolau (séc.V aC), por Heráclides Pôntico e Eftanto o pitagórico (séc. IV a.C)” (REALE; ANTISERI, 2009, p. 166). A hipótese heliocêntrica já havia sido apresentada por Aristarco de Samos (310 -230 a.C.).

político que foi a necessidade de revisão da astronomia para atender à reforma do calendário Juliano, que desde o séc XIII já se discutia a existência de erros cumulativos, e, apenas, no séc. XVI tornou-se projeto oficial da Igreja no Papado de Gregório XIII. Assim, foi solicitado a Copérnico que fizesse o aconselhamento ao Papado (Paulo III) sobre a reforma, o que foi naquele momento por ele recusado, ao argumento de que a “reforma do calendário exigia, dizia Copérnico, a reforma da astronomia”, tanto assim, que o calendário Gregoriano adotado em 1582 foi baseado nos cálculos que utilizaram os trabalhos de Copérnico (KUHN, 2002, p.142).

Imbricado aos entrecruzamentos e entrelaçamentos das dimensões políticas e sociais, estava também o neoplatonismo florescente no Renascimento vivenciado por Copérnico (formado na *Università degli Studi de Padova*) que desde Proclo no século V¹⁶⁷ encontrou na matemática a chave da natureza essencial de Deus e da alma do mundo que é o universo (representado pelas formas matemáticas) representando o eterno e o real em meio à aparência imperfeita e irregular do mundo terrestre. “Esta identificação simbólica do Sol com Deus é encontrada repetidamente na literatura e na arte do Renascimento” e no próprio Copérnico (KUHN, 1990, 146). Uma vez que o pensamento neoplatônico precisa de um correspondente no mundo real, no universo material, esta fecunda divindade era adequadamente representada pelo sol que emanava de maneira visível e invisível, luz, calor e fertilidade ao universo:

No centro de tudo está o Sol entronado. Neste belíssimo templo, poderíamos nós colocar esta luminária noutra posição melhor de onde ela iluminasse tudo ao mesmo tempo? Ele é corretamente chamado a Lâmpada, a Mente, o Governante do Universo; Hermes Trimegisto chama-lhe o Deus Visível, a Electra de Sófocles chama - lhe O que tudo vê. Assim, o Sol senta-se como que num trono real governando os seus filhos, os planetas que giram à sua volta (COPÉRNICO *apud* KUHN, 2002, p. 147).

A ausência de linearidade realçada pela natureza da ciência complexa e multidimensional é ratificada pelo pensamento do astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601) que embora recusasse o sistema heliocêntrico, contribuiu para a consolidação do mesmo, com suas minuciosas observações astronômicas ao longo de 20 anos,¹⁶⁸ realizadas de modo contínuo e não apenas quando apresentavam conjunção favorável. Brahe acreditava na

¹⁶⁷ Copérnico fora influenciado em Bolonha pelo professor Doménico Maria de Novara que estava muito ligado aos neoplatônicos florentinos que traduziram Proclo e outros autores da sua escola. Com base em argumentos neoplatônicos, o próprio Novara foi um dos primeiros a criticarem a teoria planetária de Ptolomeu acreditando que nenhum sistema tão complexo e inconveniente podia representar a verdadeira ordem matemática da natureza. O Deus do platonismo e dos neoplatônicos é um deus que geometriza, por isso, o universo é geometricamente ordenado (KUHN, 2002, p. 145-6; REALE; ANTISERI, 2009, p. 169).

¹⁶⁸ No início, por volta dos seus dezessete anos, o fazia a “olho nu”, posteriormente, por meio de equipamentos do seu bem equipado observatório instalado na ilha de Hven, situada no estreito de Copenhague, doada pelo rei Frederico II da Dinamarca, local onde Brahe mandou construir um castelo, um observatório, laboratórios e uma gráfica privada, tendo funcionado entre 1576 e 1597 (REALE; ANTISERI, 2009, p. 174).

afinidade entre os eventos celestes e terrestres superando a dicotomia aristotélica entre os mundos supra e sublunar¹⁶⁹.

Na publicação do *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis liber secundus* [1588] Brahe expôs os aspectos essenciais do seu sistema de mundo, que consistia em uma dupla rejeição, tanto da astronomia ptolomaica quanto da copernicana. Embora da perspectiva dos cálculos o seu sistema se equivalesse ao sistema copernicano, Brahe não acreditava no argumento de Copérnico quanto ao movimento da terra, pois, segundo ele, se a terra tivesse em movimento, ao deixar cair uma pedra do alto de uma torre esta não cairia aos pés da torre. A terra para Brahe, como no sistema de Ptolomeu, encontrava-se no centro das órbitas da lua e do sol, mas diverge deste, quando defende que o sol está no centro das órbitas dos outros cinco planetas. Contudo, mais um evento político interfere no desenvolvimento da ciência, quando Brahe, nomeado matemático do imperador Rodolfo II em Praga passa então a conviver com Johannes Kepler a quem oferecera o cargo de assistente, e este, após a sua morte em 1601, o sucede no cargo de matemático imperial com acesso às suas anotações astronômicas e aos escritos de Brahe. As leis de Kepler também forneceram bases para a teoria da gravitação universal de Newton.

Kepler acredita que relatar os motivos que o levaram a escrever um livro auxilia na compreensão do próprio livro, por isso, as suas obras já trazem em si o que estamos tentando demonstrar, visto que, “não se limita a expor aos leitores os resultados de sua pesquisa, mas narra também os motivos pelos quais ele chegou às suas teorias, falando inclusive das suas tentativas e incertezas, e detendo-se a relatar os seus próprios erros” (ROSSI, 2001, p. 133).

A física clássica e a mecânica newtoniana não seriam possíveis sem a dimensão empírica da luneta astronômica¹⁷⁰ fabricada por Galileu Galilei em 1609, instrumento que lhe

¹⁶⁹ Na capa de uma de suas obras, *Astronomiae instauratae mechanica*, ele está retratado debruçado sobre um globo com um compasso na mão e o olhar dirigido ao céu e, numa outra ilustração, ele está com o olhar dirigido para um aparelho químico. “A frase que acompanha a imagem é a seguinte: *suspiciendo despicio* (enquanto olho para baixo fico olhando para o alto). A outra imagem o representa com o olhar voltado para um aparelho químico e uma serpente (símbolo de Esculápio) enrolada no braço. No lema está escrito *despiciendo suspicio* – olhando para baixo, olho para o alto”. (ROSSI, 2001, p.129).

¹⁷⁰ Segundo Reale e Antiseri (2009), Tiago Badouère, ex-discípulo de Galileu, na primavera de 1609, a ele informou que na Holanda um homem teria fabricado uma lente na qual poderiam ser vistos objetos distantes como se próximos estivessem. Galileu preparou um tubo de chumbo com lentes nas extremidades, o que depois de vários aperfeiçoamentos feitos por ele, ao fim, construiu um instrumento em que as coisas aparecem quase mil vezes maiores e trinta vezes mais próximas. Na idade média, as lentes de óculos já tinha sido transportada do mundo dos artesãos para o mundo da filosofia natural por Giambattista Della Porta na obra *Magia Natural* (1589) e também por Johannes Kepler nos *Paralipomena ad Vitellionem* (1604). Ambos chegaram perto da descoberta, mas a imprecisão dos resultados, a mentalidade preconceituosa em relação às artes mecânicas e a religião, que pregava que os olhos dados por Deus não necessitavam de aperfeiçoamentos, faziam das lentes um engano, tanto que o próprio Della Porta escreveu a Galileu dizendo: “Vi o segredo da lente: é uma burla que

possibilitou diversas descobertas, como as manchas solares, os satélites de júpiter, os mares da lua¹⁷¹ e as fases de vênus, todas elas publicadas em detalhes no livro *Sidereus Nuncius* em 1610. Esse instrumento lhe permitiu a confirmação da adesão à teoria heliocêntrica copernicana, conforme explicitado nas famosas quatro “cartas copernicanas”¹⁷² escritas entre 1613 e 1615, em que destaca o entrecruzamento entre fé e ciência, então responsáveis pelas primeiras dificuldades de Galileu junto à Santa Inquisição, embora, alguns anos antes, em carta a Kepler em 1597¹⁷³, Galileu afirmara ter há muitos anos aderido à doutrina de Copérnico:

Partindo dessa posição, descobri as causas de muitos efeitos naturais, que, sem dúvida alguma, são inexplicáveis com base na hipótese corrente. Já escrevi muitas argumentações e muitas refutações dos argumentos contrários, mas até agora não ousei publicá-las, apavorado com o destino do próprio Copérnico, nosso mestre (GALILEI *apud* REALE; ANTISERI, 2009, p.195).

Na obra *Dialogo sopra il due massimi sistemi del mondo ptolemaico e copernicano* [1632] que tem por objetivo esclarecer os motivos pelos quais tornou-se insustentável a cosmologia e a física aristotélica demonstra a “verdade” da cosmologia copernicana. O *Diálogo* entre Giovan Francesco Sagredo (1571-1620) no papel de um personagem de espírito livre e disposto à ironia, Filippo Salviati (1583-1614) no papel do cientista copernicano e o personagem fictício Simplicio defensor da teoria aristotélica, escrito em língua vernácula, de acordo com Rossi (2001) pretende mostrar ao clero, corte, burguesia e aos novos intelectuais as razões pelas quais a cosmologia copernicana torna insustentável a cosmologia aristotélica. A “imagem de ciência” galileana mostra-se autônoma em relação à fé e também à filosofia, cujo apego cego às suas palavras (referia-se ao pensamento aristotélico) e seu saber dogmático, impedem a realização da ciência. Galileu não se volta contra a razão, mas contra o dogmatismo e a pura autoridade da razão.

No entrecruzamento com a física quântica, o que em termos kuhnianos seria considerado uma revolução científica com a mudança de paradigma da física newtoniana cedendo espaço à física quântica, diversos são os autores que com o advento da teoria da

examinei em meu livro *De Refractione*. E a escreverei, pois que, querendo-a fazer, apesar de tudo, V.E., se comprazera nisso” (DELLA PORTA *apud* REALE; ANTISERI, 2009, p. 196).

¹⁷¹ “[...] a lua não é, em absoluto, feita de uma superfície lisa e polida, mas escalavrada e desigual e, da mesma forma que a face da terra, apresenta-se em grande parte coberta de grandes proeminências, profundos vales e sinuosidades” (GALILEI *apud* REALE; ANTISERI, 2009, p. 197). Essa constatação feita por Galileu refuta de vez a teoria aristotélica de que o “mundo supralunar” representa o mundo da perfeição, sendo que o “mundo sublunar” está relegado ao imperfeito, e com Galileu os dois mundos passam a ser semelhantes.

¹⁷² Escritas ao beneditino Benedetto Castelli, outras duas a Dom Piero Dini e a outra à grã-duquesa da Toscana, Cristina de Lorena.

¹⁷³ Nesse mesmo ano, embora convicto do sistema heliocêntrico, para uso de seus alunos, Galileu redige o *Trattato dela Sfera o Cosmografia*, no qual expõe o sistema geocêntrico ptolomaico (ROSSI, 2001, p. 149).

relatividade passaram a conceber a existência de uma “crise do paradigma clássico”, mas com reservas, uma vez que ainda é grande a quantidade de problemas solucionados pelos principais axiomas da mecânica newtoniana, não sendo aplicada à resolução de problemas complexos, para os quais se utiliza a mecânica analítica, que também possui a sua base nas Leis de Newton, bem como não se aplica à física que envolve velocidades relativísticas ou a massas com dimensões subatômicas, para a qual será preciso utilizar-se da mecânica relativista e quântica iniciada com Max Planck e Albert Einstein.

A hipótese quântica de Max Planck inaugura a física quântica e com ela rompem-se as certezas. Planck que se dedicara à solução de um dos mais importantes problemas da física, não resolvidos no final do séc. XIX, a radiação do corpo negro, resolveu-o em 1901 utilizando como hipótese que a energia deste não possui um espectro contínuo, mas ao contrário, quantizado. A mecânica quântica¹⁷⁴ surgida com os trabalhos de Planck seria desenvolvida posteriormente por outros cientistas como: o dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), os alemães Erwin Schrödinger (1887-1961), Werner Heisenberg (1901-1974), o inglês Louis de Broglie (1892- 1987) que descobriram o novo mundo subatômico baseado em leis até então desconhecidas e comporiam a teoria quântica.

Tendo em vista a teoria de Planck sobre a radiação, a interpretação probabilista de Max Born, as relações de incerteza de Heisenberg e o princípio de complementaridade de Bohr, muitos físicos colocaram em dúvida a causalidade clássica, cuja legitimidade parecia, a princípio, não mais estar assegurada no domínio quântico (LEITE, 2012).

Einstein utiliza-se da mesma hipótese de Planck para resolver o problema do efeito fotoelétrico em 1905. No entanto, vai mais longe quando propõe que essa é na realidade a verdadeira natureza da luz. A essa quantidade discreta (quantizada) de luz chama de *quantum* de luz ou fóton. Essa hipótese de que a energia é quantizada permite resolver muitos dos problemas pendentes da Física do início do séc. XX.

¹⁷⁴ São várias as teorias existentes para a interpretação do mundo quântico, sendo possível interpretá-lo: “(1) como consistindo apenas de ondas, ou (2) como consistindo simultaneamente de ondas e partículas, ou até (3) como consistindo apenas de partículas, ou mesmo, para finalizar esta breve lista, (4) como não consistindo de nada definido até que alguém o observe. Dentro de cada uma destas classes chega a haver dezenas de interpretações diferentes”. Entretanto, o “que a Mecânica Quântica traz de peculiar, em comparação com as teorias científicas ‘clássicas’ que a antecederam, é que a noção de observação é um conceito primitivo da teoria”, isto é, o objeto é sempre mediado pelo sujeito (PESSOA, 2001).

Boa parte dos físicos acreditava que a mecânica clássica de Newton baseada na chamada relatividade de Galileu (origem das equações matemáticas conhecidas por transformações de Galileu) descrevia os conceitos de velocidade e força para todos os observadores. Todavia, Hendrik Lorenz ao lado de outros cientistas, comprovou que as equações de Maxwell que estão na base do eletromagnetismo não se comportam, conforme a transformação de Galileu, quando, por exemplo, o sistema de referência muda - quando se considera o mesmo problema físico a partir do ponto de vista de dois observadores com movimento uniforme, um em relação ao outro. Esta é a noção de variação das leis da física no tocante aos observadores (relativa), neste caso, chamada de restrita, por se limitar apenas aos sistemas em que não se têm em conta os campos gravitacionais.

As ciências da natureza interpenetram nas ciências humanas quando a filosofia e epistemologia de Gaston Bachelard admitem que a ciência, não seria a mesma após os *quanta* e a teoria da relatividade:

[...] consideraríamos o ano de 1905 como o início do novo espírito científico, momento em que a Relatividade de Einstein deforma os conceitos primordiais que eram tidos como fixados para sempre (BACHELARD, 2007, p.9).

Os impactos filosóficos da teoria de Einstein, também foram identificados por Ortega y Gasset no artigo *El Sentido Histórico de La Teoría de Einstein* (1924) sugere que a relatividade era um passo inevitável na ciência e já estava no universo do conhecimento a espera de ser capturada, que, segundo ele, ocorreu graças à genialidade de Einstein. Acrescenta que as ideias de Einstein convergiam para as suas próprias, em especial, iria ao encontro da doutrina “perspectivista”. Ortega y Gasset (1916) na introdução ao primeiro *El Espectador* [1916] publicaria as bases para a doutrina perspectivista¹⁷⁵ que teria maior amplitude do que a teoria da relatividade, visto que abrangeria para além da ciência física.

Segundo o próprio Ortega y Gasset, a teoria filosófica perspectivista por ele proposta está muito próxima da teoria da relatividade de Einstein, e, em ambas o indivíduo é portador de uma perspectiva, significando a ordem e a forma que a realidade toma para aquele que a contempla. Ao modificar o lugar que o espectador ocupa, modifica também, a perspectiva, no

¹⁷⁵ Para Ortega nada está dado, nem o ser nem o objeto, é sempre uma perspectiva. A perspectiva surge como uma condição para capturar a realidade, onde o eu e o mundo formam um todo concreto e não divisível. O conhecimento está sempre ancorado em uma situação concreta, num ponto de vista em que a própria realidade é multifacetada.

entanto, se o espectador é substituído por outro no mesmo lugar, a perspectiva permanece a mesma. Se não há um sujeito que a contempla, não há perspectiva¹⁷⁶.

É na interação com as ciências humanas que problematiza, desestabiliza fronteiras, desconstrói teorias, que muitas vezes identificamos explicitamente traços do autor e de suas vivências. Nascido numa família campestre em *Bar-sur-Aube* na região de Champagne, Gaston Bachelard viveu parte de sua vida no campo onde após renunciar ao sonho de ser engenheiro em decorrência do alistamento na Primeira Guerra, tornou-se professor de ciências no Colégio de sua cidade natal entre 1919 e 1930. Em 1927, aos 43 anos, defendeu as teses *Ensaio sobre o Conhecimento Aproximado e Estudo sobre a Evolução de um Problema da Física – A Propagação Térmica nos Sólidos*. Em 1930 passou a lecionar na Universidade de Letras de Dijon e em 1940 na Sorbonne¹⁷⁷, vindo a falecer em 1962¹⁷⁸ na cosmopolita e industrializada Paris. Por 10 anos, no período compreendido entre 1903 e 1913 Bachelard trabalhou na administração dos Correios, onde “com um cuidado administrativo” pesava cartas, tendo desta função extraído o seu traço empirista para o conceito de massa, como destaca em sua obra *A Filosofia do Não*.

Bachelard, como muitos dos autores aqui tratados, foi um homem múltiplo, com uma vida marcada por rupturas e continuidades, com a diferença que de suas vivências soube extrair debates relevantes para o seu pensamento, como enfatiza Dagonet: Bachelard “parece ter pertencido a dois mundos e vivido intensamente dois séculos” não tendo em sua vida, vivido uma “continuidade” tranquila e fácil, metamorfoseando-se audaciosamente, numa vida pontuada de instantes decisivos. Suas vivências, rupturas e continuidades parecem ter sido transportadas para o seu pensamento científico.

Dividida por alguns autores em diurna, para quando se refere às questões relativas à ciência e epistemologia (centrada nos conceitos) e, noturna, para quando se refere à poesia, imaginação, sonhos e devaneios (com foco nas imagens), a obra de Bachelard possui um aparente antagonismo. Todavia, compartilho do pensamento de Japiassú quando diz não ser possível separar o Bachelard diurno do noturno, “o homem é, ao mesmo tempo, Razão e

¹⁷⁶ “Sí varía el lugar que el contemplador ocupa, varía también la perspectiva. En cambio, si el contemplador es sustituido por otro en el mismo lugar, la perspectiva permanece idéntica. Ciertamente, si no hay un sujeto que contemple, a quien la realidad aparezca, no hay perspectiva” (ORTEGA y GASSET, [1924]).

¹⁷⁷ Importante realçar que Gaston Bachelard defendeu duas teses no ano de 1927, tendo como orientador Abel Rey na tese *Essai sur la connaissance approchée*, e outra complementar sob a supervisão de Léon Brunschvicg (do qual sofreu maior influência) *Étude sur l'évolution d'un problème de physique: la propagation thermique dans les solides*. Em 1940, Bachelard sucedeu Abel Rey na Sorbonne, na cadeira de História e Filosofia da Ciência. Ambos, nos anos 30 foram membros do *Centre International de Synthèse* que fora criado e presidido por Henri Berr, tendo Lucien Febvre como vice-diretor (CHIMISSO, 2008, p.107).

¹⁷⁸ Em 1961 foi laureado com o Grande Prêmio Nacional de Letras.

Imaginação” (JAPIASSU,1976, p. 68). Em suas reflexões sobre a ciência encontram-se presentes traços de subjetividade e o seu olhar sobre a poesia preservam traços da curiosidade científica.

A nova racionalidade proposta por Bachelard e inspirada no pensamento einsteiniano, também inspirou Canguilhem, seu orientando, que a aplicou nas ciências da vida e, por sua vez, inspirou Foucault orientando de Canguilhem, que a aplicou na filosofia e história e Bourdieu na sociologia. O pensamento bachelardiano inspirado pela teoria da relatividade e pelos *quanta*, sem desprezar a categoria por ele criada do racionalismo aplicado ou materialismo racional, é por muitos considerados como predecessor da chamada terceira revolução científica contemporânea¹⁷⁹, ou seja, a “revolução cibernética”, responsável por aproximar campos distintos do saber que ao interagirem propõem novos conceitos científicos. Marcondes César (1996) afirma que muitos aspectos do pensamento de Bachelard encontram-se presentes no paradigma cibernético, como por exemplo: as noções de saber aberto; de teoria inacabada¹⁸⁰ passível de novas interpretações por parte do sujeito (no paradigma cibernético a abertura está no objeto); o conceito de complexidade dos objetos, das teorias e também do erro encontram-se presentes nas abordagens feitas por alguns autores da área.

Com base na "teoria geral de sistemas" o biólogo Ludwig Von Bertalanffy buscou integrar os sistemas naturais e sociais, físicos e não físicos, organizando-os como um todo permitindo a interconexão e integração de assuntos que, na maioria das vezes, são de naturezas diferentes. Norbert Wiener (1894-1964) desenvolveu estudos semelhantes no campo da Cibernética no qual os sistemas (conjunto de elementos dinamicamente interligados entre si) formam uma atividade para atingir um objetivo operando sobre a entrada (*input* - informação, energia e matéria) e fornecendo saídas (*output* - informação, energia e matérias) processadas. A Teoria geral dos sistemas e a Cibernética vão se interpenetrar para resultar no que mais tarde passou a chamar de visão sistêmica.

A “teoria do caos” de Edward Lorenz (1917-2008) é uma parte importante dos sistemas dinâmicos complexos, no qual tudo está junto de forma qualitativa e não-linear,

¹⁷⁹ A primeira teria sido a “revolução relativista” (1905 a 1920), que afetou as noções de espaço-tempo e a segunda a “revolução quântica” (1920 a 1940), que atingira os princípios deterministas e de objetividade, contudo, todas elas teriam causado impactos na história da ciência (CAVAILLÈS *apud* MARCONDES CÉSAR, 1996).

¹⁸⁰ Esse saber inacabado não implicaria em ceticismo nem em relativismo, mas sim na ideia de que o conhecimento e a ciência se encontram em movimento e desenvolvimento, onde a imagem de mundo é complexificada o que implica em diversas verdades advindas através de cortes epistemológicos e revoluções com a substituição de paradigmas.

sendo caracterizado pela (aparente) imprevisibilidade de comportamento e pela grande sensibilidade a pequenas variações. Os estudos de termodinâmica desenvolvidos por Ilya Prigogine (1917-2003) deram um grande impulso à Teoria do Caos. Ele diz que “ordem e organização podem surgir de modo ‘espontâneo’ da desordem e do caos produzindo novas estruturas, por meio de um processo de auto-organização”. O sistema aberto interage com seu ambiente, sofrendo do mesmo, perturbações e flutuações, que podem, inclusive, entrar em ressonância com perturbações internas ao sistema, as quais são comuns em sistemas complexos. “Não há mais situações estáveis ou permanência que nos interessem, mas sim evoluções, crises e instabilidades” (PRIGOGINE; STENGERS 1991, p.15). Na obra *A Nova Aliança*, escrita juntamente Isabelle Stengers (1949), o cientista acusa a ciência moderna de estar sendo “contra a natureza, pois nega a complexidade e o devir do mundo em nome de um mundo cognoscível e eterno, ditado por um pequeno número de leis simplistas e imutáveis” (PRIGOGINE, 1991, p. 18). A teoria do pensamento complexo é abordada de forma semelhante em seus pilares por Edgard Morin, Humberto Maturana e Francisco Varela.

Essa assertiva alcança o pensamento dos biólogos chilenos Maturana e Varela desenvolvido na década de 70 acerca da visão sistêmica e *autopoiese*, que tem por base um sistema organizado autossuficiente em que os seres vivos são sistemas que produzem continuamente a si mesmos. Esses sistemas são autopoieticos porque recompõem continuamente os seus componentes desgastados. Para exercê-la de modo autônomo, eles precisam recorrer a recursos do meio ambiente, em outros termos, são ao mesmo tempo autônomos e dependentes. Trata-se, pois, de um paradoxo. As máquinas autopoieticas são autônomas onde todas as suas mudanças destinam-se à conservação de sua própria organização; possuem individualidade ao manter invariável a sua organização, conservando a sua identidade; são desprovidas de entradas e saídas, podendo ser perturbadas por fatos externos e experimentar mudanças internas que compensem essas perturbações. A *autopoiese*, na biologia por sua vez, aproxima-se também da auto-organização proposta por Prigogine e Stengers e por Wiener, nos quais, estes sistemas também estão aptos a se organizar a partir do erro, oportunizando o surgimento do caos, mas também na química e cibernética.

Parece impossível compreender a NDC diante da complexidade do complexo multidimensional. Entretanto, ao conceber a historicidade da ciência em lugar de ver teorias, fórmulas e epistemologias esvaziadas de história e ontologia, passamos a conceber a ciência em movimento, viva, escorrendo “o rio ensanguentado e lamacento da história” (ROSSI, 2001, p.9), que conduz a pensar a ciência em sua realidade multidimensional, consciente da

dinâmica e interação dos princípios que a constituem, e, não mais conceber a ciência de forma isolada, compartimentalizada, lembrando que o complexo multidimensional da ciência é dinâmico, aberto e inacabado e a sua compreensão se dá contínua e gradativamente por meio de pesquisas, desenvolvimento teórico e formação de professores(as) forjados nessa nova imagem-concepção de ciência.

4.5 A integridade da ciência e a NDC

Como enfrentar a heterogeneidade, multiplicidade e o complexo multidimensional da ciência? É possível conhecê-la em sua integridade ou inteireza? Seria ingênuo acreditar na possibilidade de acesso ao conhecimento científico como totalidade, a começar pelas razões trazidas há mais de seis séculos no diálogo de Platão em que Sócrates desafiou o seu interlocutor, o matemático *Teeteto*, a contemplar as diversas formas de conhecimento com uma única definição, quando em verdade, a sua resposta conseguiu contemplar apenas a experiência por fazer parte da sua visão de mundo, não sendo possível, portanto, contemplar as variadas formas de conhecimento, uma vez que é impossível ter acesso a todo conhecimento existente, mas apenas a parte do conhecimento possível.

Thomas Kuhn utilizou a expressão “integridade histórica” da ciência para elogiar a historiografia praticada pelo núcleo de Alexandre Koyré, que segundo ele, concebia a ciência a partir da sua própria época em lugar de investigar a relação entre as concepções de Galileu e as da ciência moderna “investiga a relação entre as concepções de Galileu e aquelas partilhadas por seu grupo, isto é, seus professores(as), contemporâneos e sucessores imediatos na ciência” (KUHN, 2009, p. 22). A postura assumida por Kuhn parece dúbia, porque defende uma historiografia que visa preservar a inteireza da história da ciência, e, ao mesmo tempo, uma história que seja enclausurada em sua própria época, o que a transforma em uma visão simplista.

A historiografia francesa dos *Annales* tinha a história *événementielle* como um dos combates de Lucien Febvre e Marc Bloch, que, segundo eles, deveria ser substituída pela história total de modo a ampliar a temporalidade dos fatos para abranger a conjuntura e a estrutura, o que se tornou mais claro com o conceito de longa duração de Fernand Braudel, que, defendeu uma história que fosse também global, de maneira interdisciplinar, aberta a influências recíprocas:

Minha concepção da história, a que eu apliquei à França, é a concepção de uma história global, isto é, uma história enriquecida por todas as ciências humanas. Não se trata apenas de escolher uma e casar-se com ela, mas de viver em concubinato com todas as ciências humanas. Talvez eu não tenha escrito uma história global da França, mas tentei fazê-lo. (BRAUDEL, 1989, p.132).

A era Braudel (ou 2ª. geração dos *Annales*) tentou construir uma história totalizante e global para pensar a sociedade em múltiplas temporalidades - articulada entre três níveis de duração: curta, média e longa duração - uma “história de tudo” ou uma “história do todo”¹⁸¹.

Na filosofia¹⁸², a categoria da totalidade presente na dialética hegeliana concebe a realidade como totalidade de complexos que em si mesmos são também totalidades. A totalidade de Hegel é ainda metafísica e a passagem do idealismo ao materialismo se dará com Marx cuja realidade é atividade humana concreta. No entanto, essa totalidade fruto da dialética surge como síntese (diante da tese e antítese), e, sobretudo em Marx, a síntese está em movimento face ao materialismo histórico, no entanto, a tendência é de uma quase imobilidade, ou uma dinâmica mais lenta, visto que ainda considerada no nível das estruturas.

A ciência moderna sugere uma visão global do funcionamento como um sistema (mecanicista ou não), no qual um objeto se articula com os demais, uma vez que pertencente a um todo maior. No sistema mecanicista newtoniano-cartesiano regido por leis universais em que as partes se relacionam e possuem funções de partes de um todo interligado por causalidades que expressam regularidades e/ou movimentações ocorridas dentro desse sistema. É um todo decomposto em partes que compõem um sistema fechado. Atualmente, surge outro sistema, neste caso aberto: a visão sistêmica da ciência. Significa conceber um sistema interconectado em suas mútuas interações sendo uma totalidade integrada que não pode ser reduzida a partes menores, o que poderia ser partes, segundo Capra e Luisi (2014) é apenas um padrão de uma teia inseparável de relações, cujas propriedades podem ser destruídas quando o sistema é dissecado em elementos isolados. A natureza do todo é diferente da mera soma das partes.

Por isso, a integridade em lugar de totalidade, uma vez que a integridade (do latim *integer*) refere-se ao que está inteiro, pleno, mas não com o peso da totalidade (do latim *totum*) que representa a soma de partes, o todo, o que está completo e o que tem caráter

¹⁸¹ De acordo com Reis a “Nova História” (3ª. geração dos *Annales*) foi “da história global à história em migalhas” (REIS, 2000, p.200), uma vez que continuou fazendo uma “história de tudo”, mas, rompeu com a realização de uma “história total”. Crítica também realizada pelo historiador François Dosse.

¹⁸² Numa perspectiva mais pragmática e pedagógica, Gagnon, Ferreira e Santos (2019) no artigo *Towards complete knowledge for complex problems resolution*, propõem o “conhecimento completo para resolução de problemas complexos”, ou seja, promover o desenvolvimento de um conhecimento que seja o mais rico e complexo (diverso) possível que possa ser acessível a um indivíduo ou uma comunidade (sabendo-se imperfeito, pois não poderá alcançar seu pleno desenvolvimento). Na prática, implicaria em procurar aprender por intermédio de todos os meios cognitivos disponíveis para o ser humano (pensamento, sentimento, sensação e intuição associados a outros) de forma a contribuir para uma progressiva abertura para outros pontos de vista.

universal. A historicidade intrínseca à ciência auxilia na aceitação da impossível totalidade do humano, ante ao movimento da dinâmica natural da vida. Heidegger, o autor central para a discussão sobre historicidade, chama a atenção que no próprio *Dasein* há "uma constante não-totalidade indelével até que com a morte encontra o seu final" (ST, 48) (HEIDEGGER, 2012, p.669) em que nós, enquanto seres incompletos, em contínuo movimento e realização apenas nos completamos com a finitude do ser. No *Dasein* há sempre algo faltante, e "enquanto ele é" até o seu final se comporta relativamente ao seu "poder-ser", portanto, "na essência da constituição-fundamental do *Dasein* reside uma *constante incompletude*. A não-totalidade significa um algo-faltante no poder-ser" (ST,46) (HEIDEGGER, 2012, p.653).

Seja a visão mecanicista de ciência, consensual, parcial, seletiva, por semelhança de família ou ilusoriamente integral, o que está em jogo é a crença no esgotamento da totalidade da ciência tornando-a totalmente compreensível pela via do consenso, recorte ou ponto de vista, sem considerar as análises a partir das múltiplas e rizomáticas dimensões e o complexo multidimensional que se forma quando analisadas em conjunto impactadas por outros acontecimentos, teorias ou variáveis. A complexidade e a dinâmica do ser e da natureza, aliadas à multiplicidade temporal e aos pluralismos metodológicos, bem como às novas descobertas e ao desenvolvimento científico qualiquantitativo ocorrido de modo mais fluido e frequente, **não devem induzir à fragmentação da compreensão da ciência**, mas diametralmente, **devem favorecer a compreensão da ciência em sua integridade complexa, dinâmica e aberta**, com a clareza e consciência de que não será possível conhecê-la totalmente.

Com o objetivo de compreender o homem Karl Jaspers (1987) investigou o problema do ser como totalidade, sendo conceitualmente compreensível que este ser em sua existência histórica (no tempo) não se completa, pois está em processo, em constante devir, assim, a história como totalidade somente pode ser almejada como realidade espiritual ou criação do homem. Desse modo, "a totalidade da história, [...] não se apresenta nem verdadeiramente como visão, nem como realidade, nem como sentido" (JASPERS,1987,p.281), porém a forma universal de pensamento (refere-se ao pensamento transcendental kantiano) permanece mesmo diante da impossibilidade do acesso à totalidade, visto que, a ideia de unidade está em todas as tentativas do alcance da verdade por meio da razão.

Dessa forma, pode-se concluir que integridade (inteireza) não é totalidade, somatório de partes ou síntese. A ideia de integridade aproxima-se do pensamento de Deleuze e Guattari que reafirma a realidade como acontecimento e multiplicidade e substitui a busca da abstração universal da realidade pela multiplicidade singularizada representada pela

“totalidade provisória” do “mundo” (acontecimento) se abrindo a deslocamentos e entrecruzamentos diversos. A totalidade em Deleuze e Guattari (2011) não se dá por meio da generalização do semelhante que representa o aprisionamento da diferença com vistas à garantia da “repetição do mesmo” - que para Deleuze é inexistente - ao contrário, a repetição se dá na singularidade na qual cada processo de repetição será único e o próprio ato de repetir promove a diferença.

As multiplicidades são a própria realidade e não supõe nenhuma unidade, não entram em nenhuma totalidade e tampouco remetem a um sujeito. As subjetivações, as totalizações, as unificações são, ao contrário, processos que se produzem e aparecem nas multiplicidades. Os princípios característicos das multiplicidades concernem a seus elementos, que são singularidades; as suas relações, que são devires; a seus agenciamentos, que são *hecceidades* (quer dizer, individualizações sem sujeito); a seus espaços-tempos que são espaços e tempos *livres*; a seu modelo de realização, que é o *rizoma* (por oposição ao modelo da árvore); a seu plano de composição, que constitui *platôs* (Zonas de intensidade contínua); aos vetores que as atravessam, e que constituem *territórios* e graus de desterritorialização. (DELEUZE; GUATTARI, 2011, p. 10). (Grifamos).

Ainda que nas ciências da natureza se utilize como aspectos demarcatórios do conceito de ciência verificabilidade e/ou falseabilidade de hipóteses a “repetibilidade” de situações e experimentos (a história se caracteriza pela irrepetibilidade) integra à metodologia e, mesmo assim, cada processo de repetição será único, singular, aberto a novas possibilidades, a realidade é múltipla e não se repete. Dito de outro modo, a pesquisa estabelece a repetição como pressuposto metodológico, uma ação controlada com o objetivo de se chegar ao mesmo resultado, mas que por tratar-se uma realidade múltipla em que cada acontecimento se perfaz e se singulariza é em potência um novo acontecimento. Dessa forma, a realidade, os acontecimentos científicos (dispostos no plano de imanência), a natureza e história são em si, naturalmente irrepetíveis, potencialmente “repetirão” o diferente que gera a multiplicidade e significa novos acontecimentos detentores de integridade (completude) provisória, todavia, a ciência adota o critério da repetibilidade (metodologia) como forma de controle da natureza.

Quanto às singularidades, conclui-se que atingem a sua inteireza no instante, ou seja, a sua integridade se perfaz na singularidade que é múltipla, heterogênea, complexa, provisória e aberta. Assim, “não há acontecimentos privados e outros coletivos; como não há individual e universal, particularidades e generalidades. Tudo é singular e por isso coletivo e privado ao mesmo tempo, particular e geral, nem individual nem universal” (DELEUZE, 1974, p. 155).

CAPÍTULO V

5 VEREDAS ABERTAS: DIRETRIZES POSSÍVEIS PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

A opção por “diretrizes” surge do fato que a nova imagem-concepção de ciência traz consigo mudanças substanciais na estrutura político-educacional e institucional da educação, entretanto, estudos mais aprofundados acerca de cada item desse capítulo culminariam em possibilidades para o desenvolvimento de outras teses que no campo da educação se subdividiriam em linhas de pesquisa sobre currículo, políticas públicas, didática, pedagogias, formação de professores(as) etc., que muito embora dialoguem com esta pesquisa extrapolam o debate epistemológico, elemento desencadeador das mudanças, motivado pelas veredas abertas ao longo do percurso realizado. Este capítulo será dedicado a apontar diretrizes para educação científica advindas, especialmente, das aberturas provocadas pela virada “epistemológica histórico-ontológica”, em que o desenvolvimento das diretrizes apontadas ou o surgimento de outras se dará conforme a dinâmica da própria ciência e de acordo com a parte específica das ciências de cada campo científico, isto é, da física, da química, da biologia... que ao considerar o complexo e a multidimensionalidade como nova imagem-concepção de ciência e seus princípios, deve procurar compreendê-los à luz de seus respectivos campos.

Revelada a natureza complexa e multidimensional da ciência, novas possibilidades se abrem para a educação científica, fazendo emergir a seguinte questão: **diante da mudança da imagem-concepção de ciência ou da visão de ciência, quais seriam as “diretrizes possíveis” para a nova educação científica fundada nos princípios da NDC complexa e multidimensional?** De início, cumpre esclarecer que embora seja o capítulo final ele não se constitui como síntese, mas, em sentido oposto, representa “diretrizes possíveis” para o início de uma nova educação científica, que tem como princípio e não como fim o complexo multidimensional da ciência e, portanto, a pretensão de movimentar sob o influxo desta orientação.

Não há como esgotar a questão e trazer modelos ou perspectivas pedagógicas adequadas a essa nova educação científica, bem como, discutir todos os elementos que gravitam ao seu entorno, o que inclusive seria contrário aos princípios da NDC que são dinâmicos, abertos e de constante devir, por isso, não comportam modelos, metodologias ou pedagogias fechadas, mas sim, possibilidades. No entanto, para promover a “**virada do ensino de ciências**” em que a história tradicionalmente possui valor acessório de **ferramenta**

de aprendizagem ou recurso didático-pedagógico, será necessário observar certos **princípios norteadores** (dinâmicos por natureza), especialmente, o de que a ciência possui historicidade e o seu indispensável papel para a “virada epistemológica histórico-ontológica” e o desvelamento da NDC como complexo multidimensional.

Problematizar a “lógica cientificista internalista da ciência” neutra e dogmática a partir da “analítica da historicidade da ciência” explicita uma ciência viva que considera as vivências, a cotidianidade em movimento e não apenas uma ciência de memorização, fórmulas, cálculos e teorias, contribuindo para humanizá-la no sentido de tratar-se de uma atividade humana que possui uma função social.

Com isso, o papel da educação científica, sinaliza que o conhecimento científico se desenvolve na medida em que o ser se humaniza - o que não cessa visto que em constante devir – sendo esta uma prerrogativa do *Dasein* que possui o privilégio ôntico de se autoconhecer e se interpretar no âmbito de sua existência, o que faz dele o responsável pelos rumos da ciência, seus usos e práticas utilitaristas, mercadológicas ou não, políticas, ambientais ou sociais designando o sentido do *ser-á-no-mundo* de acordo com a ontologia existencial.

Reconhecer a historicidade da ciência e via de consequência o seu caráter histórico-ontológica existencial torna a ciência mais receptiva, mais íntima do ser (no caso o estudante) que de algum modo passa a sentir-se parte dela, visto que em lugar da imagem-concepção de ciência inalcançável e separada do mundo vivido, possibilita aos estudantes vê-la mais próxima da realidade, permitindo que mesmo os aliados do “capital cultural” hegemônico ou os “ditos” gênios, estejam aptos à elaboração de alguma operação mental a partir de algo vivenciado ou de conhecimento comum que se revela na cotidianidade do mundo, promovendo um movimento aproximativo entre os aprendizes e a ciência, estimulando a curiosidade, conferindo a sensação de pertencimento e de inovação, tornando-os capazes de compreender que ante a dinamicidade da ciência ela é acessível e poderá ser modificada inclusive por eles.

Assim, compreender a dimensão histórica e o papel da historicidade para a NDC aponta para a possibilidade de uma “**virada epistemológica histórico-ontológica**” pressupondo o afastamento do epistemologismo neutro, internalista e negacionista da ontologia em seu modo tradicional, por desconsiderar o sentido do ser, e, possibilitou a emergência da história - marcada pela historicidade - portanto, imanente à ciência, considerando a realidade e as vivências, abrindo as veredas para uma nova imagem-

concepção de ciência que requer uma nova educação científica, que tal qual a ciência permanece dinâmica e em constante devir.

5.1 Caminho de volta: do epistemológico para o pedagógico pela via da dimensão histórica

Percorrer as veredas da história provocou o deslocamento do seu uso então situado no campo pedagógico¹⁸³ para o campo da epistemologia histórico-ontológica marcada pela historicidade. A dimensão histórica deixou de ser acessória, uma ferramenta didático-pedagógica para atuar no ponto crucial da ciência que é identificar a sua natureza, diante disso, a dimensão histórica da ciência ajuda a desnudar ou desconstruir a imagem canônica de ciência, visto que permite antever o existencial, a realidade complexa, dinâmica e as vivências, revelando-a como um complexo multidimensional. Aqui, portanto, **a questão que se apresenta é como fazer o caminho de volta, ou seja, como desenvolver a dimensão pedagógica considerando a virada no campo epistemológico?** O aspecto fundamental que baliza essa resposta é que a virada possui em si um estatuto pedagógico, conforme veremos com Paulo Freire (1921-1997), e, claro, será preciso repensar algumas pedagogias e metodologias atualmente utilizadas na Educação científica.

Embora muitos autores insistam em confinar o pensamento freiriano ao método de alfabetização para adultos ou às pedagogias, uma vez que parte de sua obra é denominada “pedagogia” que alterna entre a “do oprimido”, “da esperança”, “da autonomia”, “da indignação”, “do compromisso”, “da pergunta” etc., é relevante esclarecer que para Freire pedagogia não é prática, mas “práxis” (reflexão e ação), representa a junção entre teoria e prática que juntas sedimentam a educação e possuem potencial libertador e transformador¹⁸⁴.

Em *Pedagogia do Oprimido* ele diz:

¹⁸³ Compartilhamos do pensamento de Nóvoa (2000) quando diz: “tenho uma grande desconfiança em relação aos cursos de Pedagogia, ou de Técnicas de Ensino, ou de Metodologias, ou de utilização de audiovisuais, ou outros quaisquer, que tendem a transformar a questão da “pedagogia universitária” numa questão de técnicas ou de métodos, esvaziando-a das suas referências culturais e científicas”. (NÓVOA, 2000, p.7).

¹⁸⁴ Referindo-se expressamente à dialética do “senhor x escravo” de Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831) Freire ressalta que não basta aos oprimidos “saberem-se numa reclamação dialética com o opressor — seu contrário antagônico — descobrindo, por exemplo, que sem eles o opressor não existiria (Hegel), para estarem de fato libertados” (FREIRE, 2003, p. 22), mais do que isso, será preciso que se entreguem à práxis libertadora (FREIRE, 2003, p.36). Assim, se o que caracteriza os oprimidos como sendo uma “consciência servil” em relação à “consciência do senhor” é fazer-se quase “coisa” e transformar-se, como salienta Hegel, em “consciência para outro”, “a solidariedade verdadeira com eles está em *com* eles lutar para a transformação da realidade objetiva que os faz ser este ‘ser para outro’” (FREIRE, 2003, p.36). Para Hegel o senhor tem com o escravo uma relação que, inicialmente, não se vislumbra a possibilidade do escravo se libertar na luta, visto que a sua independência encontra-se na coisa externa, isto é, no senhor e não em si. No entanto, Hegel e Freire propõem que a solução para a libertação está em si, na própria consciência (VIEIRA, 2020, pp.72-73).

Se esta descoberta não pode ser feita em nível puramente intelectual, mas da ação, o que nos parece fundamental é que esta não se cinja a mero ativismo, mas esteja associada a sério empenho de reflexão, para que seja práxis. O diálogo crítico e libertador, por isto mesmo que supõe a ação, tem de ser feito com os oprimidos, qualquer que seja o grau em que esteja a luta por sua libertação. (FREIRE, 2003, p.34). (Grifamos).

O significado de pedagogia em Freire deve ser compreendido no contexto do conceito de “práxis”, no âmbito da tensão entre a ação e a reflexão em que a prática e a teoria estão em permanente diálogo. De acordo com Streck (2010) a pedagogia refere-se a práticas educativas concretas realizadas por educadores e educadoras, profissionais ou não e significa o próprio ato de conhecer, no qual o educador e a educadora desempenham o papel de refazer diante dos educandos e com eles o seu próprio processo de aprender e conhecer.

Freire defende uma ação pedagógica que seja consciente criticamente e forjada na realidade complexa da existência em que ele próprio se afirma como “inteireza e não uma dicotomia” e prossegue dizendo que assim como ele o ser não tem uma parte “esquemática, meticulosa, racionalista, conhecendo objetos e outra desarticulada imprecisa, querendo simplesmente bem ao mundo” (FREIRE, 2013, p.18), se conhece com o “corpo todo, sentimentos, paixão. Razão também” (FREIRE, 2013, p.18).

A virada epistemológica no interior da qual o papel da historicidade permitiu vislumbrar a NDC como sendo um complexo multidimensional que problematiza a lógica cientificista dominante, neutra e internalista, explicita o seu real funcionamento revelando os múltiplos matizes, extrapola os limites epistemológicos da NDC e se entrelaça à dimensão pedagógica e à educação, enquanto ciência humana que é, conduzindo a pensar novamente o ser e o seu papel como constituinte da epistemologia educacional e também pedagógica.

Embora a corrente existencialista seja heterogênea, que influenciou Freire, na qual encontraremos diferenciação de linhas de pensamento e classificações, a ontologia existencial nos moldes discutidos por Heidegger também permeia a pedagogia freiriana, ainda que por aproximação, uma vez que as referências expressas de Freire (nas obras analisadas) de viés existencial foram Karl Jaspers, Gabriel Marcel, Erich Fromm e Jean Paul Sartre¹⁸⁵ e Søren Kierkegaard (1813-1855). Mas Heidegger contemporâneo e interlocutor de Jaspers¹⁸⁶, referência do pensamento sartriano (Heidegger recusa o rótulo de existencialista) permite o

¹⁸⁵ Nas obras analisadas Paulo Freire não cita Heidegger e não se refere expressamente à sua filosofia existencial, porém, cita os existencialistas Karl Jaspers (pp.40,107 e 108) e Gabriel Marcel (pp. 42, 60 e 62) no livro *Educação como Prática de Liberdade* e Karl Jaspers (pp.47) e Jean Paul Sartre (pp.49,50) no livro *Pedagogia do Oprimido*.

¹⁸⁶ No livro Martin Heidegger/Karl Jaspers (1920-1963) editado por Walter Biemel e Hans Saner, foram publicadas 155 correspondências trocadas entre Heidegger e Jaspers ao longo de 43 anos.

estabelecimento dessa conexão entre o pensamento de ambos¹⁸⁷, uma vez que diversas correntes existencialistas e da filosofia existencial possuem em comum a análise da existência compreendida como o modo de ser do homem no mundo.

Resgatando o pensamento heideggeriano para quem a “*essência’ do Dasein reside em sua existência*” (ST, 9) (HEIDEGGER, 2012, p.139) (grifos no original), ou seja, no mundo que não é externo ou fora do ser, mas no mundo que já é próprio do ser (ser-mundo), a existência é temporal, portanto histórica, além do *Dasein*, possuir o privilégio “ôntico” de “se compreender”. Freire também acredita que a essência do ser humano está na existência e que apenas se emancipa e se compreende quando sai do estágio da “consciência ingênua” para a “consciência crítica” que se dá na “integração ao seu contexto, resultante de estar não apenas nele, mas com ele” (FREIRE, 2003, p. 42).

[...] “descodificando-o” [o mundo] criticamente, no mesmo movimento da consciência o homem se re-descobre como sujeito instaurador desse mundo de sua experiência. Testemunhando objetivamente sua história, mesmo a consciência ingênua acaba por despertar criticamente, para identificar-se como personagem que se ignorava e é chamada a assumir seu papel. A consciência do mundo e a consciência de si crescem juntas e em razão direta; [...] (FREIRE, 2003, p.6).

Freire (2003) aproxima-se do *Dasein* heideggeriano que se temporaliza, ao defender que não basta que o homem se reconheça enquanto ser histórico e social, mas que perceba que é na inserção no mundo que nos tornamos seres históricos. A pedagogia emancipadora, crítica e libertadora freiriana exige a consciência crítica sobre si e o mundo que ocorre com a dinâmica da teoria aliada à prática encarnadas no mundo real histórico da vivência, que muito se aproxima da ciência como complexo multidimensional e portadora de historicidade, que em nada coaduna com a educação científica estéril, neutra e reprodutivista que domina o cenário educacional.

Assim, os desafios educacionais contemporâneos encontram-se não apenas no aspecto pedagógico-epistemológico, mas também histórico-ontológica. Repensar a pedagogia implica em repensar a epistemologia como a proposição de “virada epistemológica histórico-

¹⁸⁷ “O que torna as coisas complicadas é que existem duas espécies de existencialistas: os primeiros, que são os cristãos, e entre os quais eu listaria Jaspers e Gabriel Marcel, de confissão católica; e por outro lado, os existencialistas ateus, entre os quais é preciso colocar Heidegger e também os existencialistas franceses e eu próprio” (SARTRE, [1946] 2010, p. 23 *apud* MENDES, 2018). Heidegger recusa-se a considerar Sartre seu discípulo quando em resposta à sua famosa conferência *O existencialismo é um humanismo*, proferida em 1945, Heidegger em 1946 replica com a sua *Carta sobre o Humanismo*, dizendo que “ao dar prioridade à existência sobre a essência, Sartre apenas inverte uma proposição metafísica, para substituí-la por outra, e que ele não escapa assim, ao quadro tradicional da filosofia dos ‘valores’” (DELACAMPAGNE, 1997, p.202). Há uma diferença na base do pensamento de ambos, uma vez que para Sarte a “existência precede a essência” e para Heidegger a “*essência’ do Dasein reside em sua existência*” (ST,9) (HEIDEGGER, 20120,p.139), ou seja, o ser é na medida em que existe.

ontológica” reconhecendo a historicidade da ciência como responsável por desvelar o complexo aliada às propostas emancipatórias freirianas, cuja racionalidade crítica deve reconhecer a imanência da ontologia existencial. Se de um lado, em Heidegger (2012) “as ciências são modos-de-ser do *Dasein*” (ST,3) (HEIDEGGER, 2012, p.61) que é o *ser-aí-no-mundo* e, do outro, a pedagogia de acordo com Freire (2003) é a junção entre teoria e prática (“práxis”), vislumbra-se epistemologia e pedagogia inextricavelmente interligadas, de modo que a pedagogia se forja na epistemologia e esta, muitas vezes, modela a pedagogia.

Por outro lado, merece destaque um pressuposto a ser considerado no momento de repensar o caminho de volta do epistemológico para o pedagógico com a marca da historicidade da ciência, que é um ato de passagem, um elemento de mediação entre a compreensão do conhecimento científico e o uso das ferramentas didático-pedagógicas, isto é, a transposição do primeiro para o segundo. **Mas, como decodificar o conhecimento científico para operacionalizá-lo na esfera da educação científica?** Seria muito simplista se a resposta fosse: basta ensinar o que aprendeu numa reprodução eficaz do conteúdo ensinado. Essa resposta representaria uma forma de manutenção da imagem dominante de ciência combatida nessa pesquisa. Ora, a resposta mais imediata é que o conhecimento científico não será passível de mera reprodução se a nova imagem-concepção de ciência possui como questão central emancipadora do conhecimento científico a compreensão da NDC, cuja essência reside em compreender o seu complexo dinâmico. Contudo, as múltiplas dimensões, temporalidades e os seus muitos matizes a transformam em algo aparentemente difícil de transmitir, mas, ao mesmo tempo, traz em si, visto que intrínsecas à sua natureza, inúmeras possibilidades. Se tomarmos como exemplo essa pesquisa, que é uma pesquisa básica e tem por objetivo a investigação acerca do desenvolvimento da ciência e, por isso, oferece visão mais ampliada da NDC e de seu funcionamento, vemos que para que ela seja operacionalizada na educação científica nos dois níveis, Superior e Educação Básica, será preciso, que de certo modo, seja “decodificada”, o mesmo ocorrendo com as pesquisas nas áreas das chamadas *hard sciences* em relação à transposição para a educação no momento de ensinar o conteúdo.

Longe de representar um consenso entre os especialistas, a “Transposição Didática” iniciada por Verret (1975), proposta por Chevallard (1991)¹⁸⁸ e ampliada por

¹⁸⁸ Na década de 1980, matemático francês Yves Chevallard (1946) na condição de professor de didática da matemática, percebeu que os saberes constituídos na comunidade científica eram abstratos e complexos para serem ensinados aos estudantes da educação básica, com isso levou o conceito de transposição didática para dentro do contexto da matemática com o objetivo de tornar mais didático o saber da esfera acadêmica, sem, no entanto, modificar a sua essência.

Astolfi e Develay (2002), responsável por transformar o objeto do saber a ser ensinado em um objeto de ensino, demonstra que se faz necessária a decodificação facilitadora da passagem do conhecimento científico resultado da pesquisa àquele que será ensinado, muito próximo ao que ocorre com a divulgação científica que de algum modo, decodifica a ciência para torná-la compreensível por parte da sociedade.

Na teoria da “Transposição Didática” de Chevallard (1991) existem três níveis de saber e cada qual corresponde a um grupo social com objetivos diferentes, porém convergentes, que responde pela composição de cada um desses saberes que estão divididos em três estágios: “saber sábio” da comunidade científica; “saber a ser ensinado” definido pelos representantes do sistema de ensino e “saber ensinado” pela comunidade escolar. Não se trata de filiação ao pensamento do matemático francês Yves Chevallard (1946), especialmente por entender que a questão é mais complexa do que a forma por ele concebida, portanto, merecedora de um olhar mais crítico. No entanto, trazer a discussão é de extrema relevância porque demonstra a estrutura existente e reforça a ideia de multidimensionalidade interconectada, muito embora, o seu pensamento escamoteie o poder que a dimensão econômica e dimensão política exercem sobre a educação interferindo substancialmente na modificação de toda estrutura e organização.

De certo modo, as diretrizes que identificamos como fundamentais para a virada do ensino de ciências convergem para o pensamento de Chevallard (1991), já que as mudanças na educação científica envolvendo a nova imagem-concepção de ciência de forma interligada, tanto na esfera acadêmica quanto no sistema político e de gestão, bem como, no âmbito da Educação Básica. O “saber sábio” constitui os conteúdos escolares sujeitando o conhecimento científico à “Transposição Didática” que o decodifica para melhor inteligibilidade, mas este (“saber sábio”) também contém interesses implícitos (por vezes explícitos) dos representantes do Sistema de Ensino, no qual o “**saber sábio**” que é o saber da comunidade científica torna-se, então, alvo de discussões e pesquisas para seleção dos saberes que estarão no momento da composição do currículo (e materiais didáticos) - atualmente no Brasil denominada Base Nacional Comum Curricular- dando lugar ao surgimento do “**saber a ser ensinado**” que é o resultado desta transposição que é externa (“transposição didática externa”) à escola e, portanto, pautam a estrutura organizacional das diretrizes escolares. Enfim chega-se ao terceiro estágio, o “**saber ensinado**”, que diz respeito à esfera do ensino na Educação Básica que já passou pela “transposição didática externa” do

“saber sábio” ao “saber a ser ensinado” e é resultado de práticas pedagógicas e didáticas dos professores(as) que são os realizadores da “transposição didática interna”, ou seja, no âmbito da escola.

O que nos interessa nessa teoria é o reconhecimento de que o saber é transformado na fase intermediária, que é o “saber a ser ensinado” e sofre o forte impacto da finalidade e dos objetivos da educação de acordo com o projeto de Estado e na maioria das vezes Projeto de Governo para a Educação do país ou demais entes federados, que está situado entre o conhecimento científico (“saber sábio”) resultante da pesquisa acadêmica e o “saber ensinado” nos dois níveis educacionais que resulta do “saber a ser ensinado” e pode variar num gradiente de maior proximidade ou distanciamento do conhecimento científico, conforme os interesses e atores envolvidos¹⁸⁹, que podem interferir diretamente no conteúdo. O ideal seria que cada mudança no conhecimento científico resultasse em alterações para a transposição didática no “saber a ser ensinado” com consequentes modificações no “saber ensinado” sem a prevalência do “saber a ser ensinado” sobre o conhecimento científico ou “saber sábio”, que deve atuar como forma de validação epistemológica do conteúdo.

A Instituição por meio do projeto político-pedagógico, assim como, o professor, possuem limites para a compreensão e transmissão do conhecimento, no entanto, devem transigir acerca do formato da educação científica e buscar as melhores e mais variadas ferramentas pedagógicas e didáticas de modo a adequá-las à singularidade da turma e de cada aluno considerando as diferenças. Entretanto, o conteúdo científico a ser compartilhado, ainda que a nova imagem-concepção de ciência seja múltipla, dinâmica e aberta a possibilidades não pode resultar da subjetividade do professor ou da Instituição, o que o transformaria num conteúdo opinativo e esvaziado de ciência¹⁹⁰, aproximando-o da *doxa*, da pseudociência, afastando-o da ciência.

O despertar para a nova imagem-concepção de ciência está em reconhecer a complexidade e a multidimensionalidade da ciência encarnada na realidade, mas em nome disso, não se deve esvaziá-la de si mesma, ou seja, de ciência. Para que a ciência, agora de outra natureza, portanto, multidimensional, aberta, dinâmica e complexa seja compreendida e passível de ser “ensinada”, deve observar os limites e critérios de demarcação científica e ser

¹⁸⁹ A organização do sistema de ensino está contido naquilo que Chevallard denominou de *Noosfera*. O lugar de interação do sistema de ensino e da sociedade, denominada, pelo autor, de entorno.

¹⁹⁰ A “vigilância epistemológica” é um aspecto relevante para que o *saber sábio* e o *saber a ser ensinado*, ainda que distantes, não sejam dissonantes, visto que viabiliza o controle para que o saber preserve o mesmo sentido durante sua transformação.

transmitida em conteúdo legitimado cientificamente, permeado pelas críticas e discussões acerca do tema e dos questionamentos e possibilidades existentes e possíveis, de maneira a observar a dimensão empírica e epistemológica, sem, contudo, neutralizar ou subestimar as múltiplas dimensões envolvidas, que certamente estão contempladas em pesquisas e debates científicos ocorridos nos respectivos campos, ou tradicionalmente, nos campos que envolvem a dimensão histórica, filosófica e sociológica responsáveis pelo despertar da necessidade da ciência se autoconhecer, se confrontar, se desconstruir e construir.

5.1.1 Aberturas didático-pedagógicas considerando a historicidade da ciência

Os resultados dessa pesquisa apontam para a imprescindibilidade de repensar as pedagogias como práxis transformadora ajustadas à nova imagem-concepção de ciência. A ciência veiculada nos manuais e nos currículos (mesmo nos cursos de formação superior) ainda está muito próxima da visão dogmática e dominante de ciência. A ciência mudou, a história mudou, a sociedade mudou e todas se encontram em constante movimento, mas o ensino de ciências encontra-se distante dos debates existentes na história e filosofia da ciência, embora traga algumas inovações no sentido de demonstrar o contexto-histórico social da “descoberta científica”; de tratar o cientista, então um “gênio”, como um homem de seu tempo, inserido em uma historicidade; ou de demonstrar que outros atores participaram da “descoberta científica”, procurando desvencilhar-se da história dos vencedores.

Como dito anteriormente, a educação científica requer uma plataforma consistente e direcionada para a implantação de formas de se discutir e se fazer ciência crítica e humanizada, visto que, a nível superior o nosso quadro atual, em especial no tocante aos departamentos de “ciências duras” de onde saem boa parte dos professores(as) de ciências e muitos cientistas teóricos, raramente promovem discussões que considerem a dimensão histórica da ciência, aliás, boa parte, é refratário a elas, ainda compactuando com os ideários de ciência neopositivista.

Matthews (1995) pondera que a tradição histórica contextualista – aquela ensinada em seus diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico – facilita a compreensão de como se dá a construção dos conceitos científicos, e neste sentido a história da ciência contribui para o ensino de ciências. Partilhamos da posição de Matthews e a ela acrescentamos que a história da ciência também chama a atenção de cientistas e educadores para a responsabilidade social e ética, bem como, para o respeito ao ser humano e à natureza, uma vez que as pesquisas científicas, não possuem um “código de ética” embutido. É preciso adotar medidas que contribuam para a alteração do padrão de comportamento da sociedade

para que se conscientize e evite o desenvolvimento de uma ciência deletéria, ao contrário, que almeje e contribua para uma ciência edificante que consolide a “cultura de paz” preconizada pela UNESCO.

De outro lado, as poucas abordagens históricas da ciência não têm apresentado debates que envolvam ou possibilitem discussões éticas que deveriam permear o saber científico. As ciências “ditas” duras - talvez a matemática seja uma exceção diante da popularização das *Olimpíadas da Matemática* - para boa parte dos estudantes, sobretudo para aqueles em condição de vulnerabilidade, apresenta-se ainda como um não-lugar, onde sequer possuem o direito de sonhar, visto que, sentem-se incapazes de compreender. Não conseguem se identificar ou se verem como futuro cientista, pelo fato da “descoberta científica” ser a eles transmitida como pronta e acabada, inviabilizando a possibilidade de mudança.

Para repensar as ferramentas pedagógicas nos serviremos do movimento de desconstrução derridiano (desconstruir, questionar, decompor, re-organizar), operando no terreno e no interior do sistema desconstruído, não com o objetivo de destruí-los e substituí-los por outros (permanecer nos binarismos), mas de revelar ambiguidades e contradições, de modo a interrogar e desestabilizar a pedagogia dominante, revelando-lhe nuances sem obrigatoriamente ter que escolher entre uma e outra. O pressuposto para os novos recursos diático-pedagógicos é a nova imagem-concepção de ciência, destacando que as ferramentas didáticas e pedagógicas existentes como: “ensino de ciências com base em evidências”, “ensino de ciências por investigação”, “argumentação científica”, “questão sócio-científica”, “aprendizagem significativa”, etc., não são totalmente incompatíveis com a visão de ciência como complexo, podendo ser utilizados desde que observados os princípios da nova imagem.

Destaque-se que os recursos didático-pedagógicos são múltiplos, assim como o pluralismo metodológico existente na pesquisa científica. Os resultados da ciência são provisórios, visto que, a ciência é dinâmica e aberta e compatibilizar com essa nova visão significa que também os recursos didático-pedagógicos serão múltiplos, dinâmicos e adequados a cada instante e não aqueles que pressuponham validade universal. Não bastasse o devir intrínseco à NDC, também as ferramentas didático-pedagógicas devem ser consideradas de natureza provisória, visto que dinâmicas, bem como pelo fato de acompanharem as mudanças educacionais, sociais e históricas, em que a cada mudança cultural da sociedade, de hábitos, aquelas promovidas por políticas públicas, pela tecnologia, ocorridas na infraestrutura ou espaço-físico etc., além de explicitarem a multiplicidade impacta na modificação das ferramentas didático-pedagógicas escolhidas por parte da

Instituição e/ou do professor, no verbete pedagogia, Streck (2010) esclarece que a multiplicidade de pedagogias foi uma marca no pensamento freiriano:

Na obra de Paulo Freire o termo pedagogia aparece no título de várias obras [...] indica que para ele não existe uma única pedagogia. Existem pedagogias que correspondem a determinadas intencionalidades formativas e se utilizam de instrumental metodológico diverso. Essas pedagogias estão assentadas em matrizes ideológicas distintas, o que as posiciona em lugares diferentes ou mesmo antagônicos na dinâmica social (STRECK, 2010, p.306). (Grifamos).

Considerando o viés múltiplo presente também nas didáticas e pedagogias, quanto a esta, Freire nos chama atenção para dois aspectos relevantes: a pedagogia como formação humana e a dinâmica e provisoriedade resultantes da inconclusão humana, características relevantes para a ontologia fundamental que devem ser preservadas e observadas também na educação científica.

Romão (2008) considera a pedagogia freiriana como “reflexão metódica e sistemática sobre a ciência e a arte da educação”, um “trabalho coletivo de criação histórico-cultural, ou seja, [como] ação conjunta humana de transformação do mundo – enfim, enquanto processo civilizatório” (ROMÃO, 2008, p. 15). Neste sentido, Romão (2008) considera a pedagogia freiriana como **formação humana,**

[...] dado ao possível significado “paidético” conferido por Paulo Freire ao termo “pedagogia” – resultando daí sua insistência na elaboração de pedagogias [...] tomando-a como eixo do processo civilizatório, portanto, tomando-a como ontologia, como epistemologia e como política (ROMÃO, 2008, p. 19).

A dinamicidade do ser e a sua inconclusão discutidas a partir de Heidegger vão ao encontro do pensamento freiriano, que no Capítulo 2 da *Pedagogia do Oprimido* refere-se ao homem como ser “inconcluso”¹⁹¹ em permanente movimento, reconhecidos como “seres que estão sendo, como seres inacabados, inconclusos, em e com uma realidade, que sendo histórica também, é igualmente inacabada”. “Daí que seja a educação um que-fazer permanente. Permanente, na razão da inconclusão dos homens e do devenir da realidade. Desta maneira, a educação se refaz constantemente na práxis. Para ser tem que estar sendo” (FREIRE, 2003, p. 47). Esse ser inconcluso de Freire, como projeto, possibilidade, em historicidade, em temporalidade, dinâmico e incompleto é o mote do pensamento heideggeriano que atenta para o fato de que no próprio *Dasein* há “uma constante não-

¹⁹¹ Romão (2010) no verbete sobre ontologia faz distinções entre os termos inconcluso, incompleto e inacabado utilizados por Freire, ele diz: “os três termos, embora tratados por ele como sinônimos, não o são. Cada um deles apresenta um significado inequivocamente singular: todos os seres são incompletos, porque necessitam uns dos outros; são inconclusos, porque estão em evolução; e são inacabados, porque são imperfeitos” (ROMÃO, 2010, p. 292).

totalidade indelével até que com a morte encontra o seu final" (ST, 48) (HEIDEGGER, 2012, p.669), que nós, seres incompletos e em contínuo movimento nos completamos com a finitude do ser, portanto, “na essência da constituição-fundamental do *Dasein* reside uma constante incompletude” (ST,46) (HEIDEGGER, 2012, p.653).

Portanto, recursos didático-pedagógicos que tenham por base a compreensão da NDC complexa e multidimensional e que reconheçam o ser como inconcluso e dinâmico, superam mais facilmente o pensamento mecânico, reprodutivista e de memorização tão arraigado na educação científica, não para substituir por outro igualmente dogmático e por vezes acrítico, mas com o objetivo da crítica, da abertura de possibilidades de aprendizagem quanto ao funcionamento, limites e potencialidades da ciência em sua complexidade, de modo que, uma vez estimulada pelo professor, permita eclodir algum tipo de raciocínio desenvolvido pelos próprios estudantes a partir de suas vivências e posição no mundo, possibilitando à história, que é imanente, propiciar a revelação da realidade da ciência viva, num mundo vivo a partir de um diálogo vivo.

Analisar a ciência a partir do enfoque da dimensão histórica desestabiliza a imagem dominante de ciência, porém, na educação básica não tem sentido acontecer por meio de disciplinas específicas de história da ciência ou epistemologia (formato mais adequado ao ensino superior), mas por meio de sutilezas, nuances que devem integrar as aulas gradativamente ao longo da formação de crianças e adolescentes, contudo, os professores(as) precisam ter tido acesso a esse conhecimento nos cursos de formação e respectivas licenciaturas, para que uma vez tendo compreendido a NDC estejam habilitados a “naturalizar” entre os estudantes de educação básica os princípios que constituem a nova imagem-concepção de ciência. Vejamos a proposição, utilizando a temática da Pandemia da Covid-19 como exemplo:

Quadro 18 - Proposição para abertura didático-pedagógica

- a) **Discussão introdutória - “palavras geradoras” ou temas geradores:** a voz nesse momento é dos estudantes. Cabe ao professor(a) estimular e mediar o debate e a participação dos estudantes direcionados ao tema a ser discutido. Começamos com questionamentos acerca do tema (nesse exemplo o “vírus”), com perguntas bem amplas do tipo: alguém sabe dizer o que é vírus? Gostariam de compartilhar algum relato, experiência ou vivência pessoal ou na família envolvendo doença causada por algum tipo de vírus? Qual a fonte de informação que possuem sobre o vírus? Consideram a fonte confiável? Quais as formas de contágio? Já ouviram falar em endemia, epidemia ou pandemia? Dentre muitas outras perguntas que surgirão de acordo com o avanço das discussões.

O professor deve apenas estimular o debate e a participação do maior número de alunos possível, mas deixar a discussão fluir de acordo com a turma, o que fará com que os estudantes se envolvam com o tema e permitirá que o professor conheça a turma e um pouco do que cada estudante pensa.

PALAVRAS GERADORAS (ou temas geradores)
Resultado das discussões dos estudantes

Os estudantes discutirão o tema ou conceito científico mediados e estimulados pelo professor (a) a partir de:

- Relatos de experiências;
- Vivências;
- Histórias vividas;
- Informações;
- Conhecimentos científicos prévios;
- *Doxa* (senso comum);
- Situações concretas;
- Situações cotidianas
- etc.

- b) Introdução ao tema ou conceito científico:** neste momento, após a discussão introdutória, o tema ou conceito já faz algum sentido para os estudantes, que se encontram motivados a compreendê-lo. O professor(a) fará a apresentação do tema, conceito ou teoria (conteúdo científico), de maneira a ampliar o que consta nos livros didáticos, visto que, de acordo com Kuhn (2009), os manuais possuem a tendência de tornarem linear o desenvolvimento da ciência. Essa apresentação de forma “mais ampliada” é o momento em que o professor deve promover o diálogo envolvendo as “palavras geradoras” trazidas pelos estudantes na discussão introdutória, tornando o conteúdo científico o mais próximo possível das vivências da turma de modo coletivo e individual. As “palavras geradoras” servem como facilitadoras de acesso ao conteúdo científico que não se restringe a elas.

Vírus

“Os **vírus** são seres diminutos, visíveis apenas ao microscópio eletrônico, formados por cápsula (capsídio) proteica +ácido nucleico: DNA ou RNA. O capsídio, além de proteger o ácido nucleico viral, tem a capacidade de se combinar quimicamente com substâncias presentes na superfície das células, o que permite ao vírus reconhecer e atacar o tipo de célula adequado a hospedá-lo. São parasitas intracelulares obrigatórios, não possuem organização celular e metabolismo próprios, por isso, não são capazes de reproduzir sem estar numa célula hospedeira. São responsáveis por doenças infecciosas”.

Se, hipoteticamente, as “palavras geradoras” da turma resultaram de experiências ou vivências acerca do contágio, no momento da introdução ao conteúdo científico em diálogo com o que já foi discutido em sala, o professor(a), deverá dar ênfase ao fato de serem os vírus parasitas e necessitarem de um hospedeiro, sendo que cada um possui uma estrutura e uma forma de contágio, provocando doenças, como: febre amarela, caxumba, varíola, sarampo, dengue, zika, HIV, microcefalia, Covid etc., estimulando com isso, a participação dos alunos.

Fonte: EducaBras . Disponível em: https://www.educabras.com/ensino_medio/materia/biologia/saude/aulas/viroses

- c) Dimensão histórica da ciência:** nesse momento os estudantes já tiveram a oportunidade de discutir sobre o tema ou conceito, já conhecem o conteúdo científico específico e estão aptos a promoverem (a turma deverá ser sempre estimulada a participar), juntamente com o professor(a), a ambientação com o tema, conceito ou assunto e identificar a história como constitutiva da ciência (historicidade), sua dinamicidade e multitemporalidade

c.1) Momentos históricos multitemporais e historicidade: A partir da fala dos estudantes o professor(a) abordará alguns acontecimentos históricos. Não apenas com o objetivo de contextualizar no passado estanque, mas de demonstrar a dinamicidade do “passado-futuro” que se abre em constante devir, uma vez que a história é constitutiva da ciência (historicidade), portanto dinâmica e complexa. A temporalidade não se refere à cronologia, mas ao instante do acontecimento em determinado tempo-espaço, que pode se dar em temporalidades distintas ou coexistentes e espaços heterogêneos.

Historicidade da ciência (múltiplas temporalidades)

Cabe ao professor (a) demonstrar como o vírus se constituiu em outras temporalidades (espaço-temporal), ou seja, as demandas históricas, estudos e pesquisas científicas, vacinas e soros, medicamentos e medidas preventivas.

Exemplos para visão global e local:

- Vírus da febre amarela- Em 1904 o médico, cientista e sanitarista brasileiro Oswaldo Cruz (1872-1917), pioneiro no estudo das moléstias tropicais, combateu focos do mosquito *aedes aegypti* e conseguiu erradicar a forma epidêmica da febre amarela em quatro anos.
- Vírus da Dengue, Zika e Microcefalia – novas transmissões também pelo mosquito *aedes aegypti* ocorridas no final do século XX e sec. XXI.
- Vírus influenza H1N1 - pandemia da gripe espanhola de 1918 e em nova pandemia em 2009.
- Vírus HIV (AIDS)- identificado nos anos de 1980.
- Coronavírus – Identificado na década de 1960, apresenta mutações SARS-CoV, MERS-CoV, Covid-19 etc. comparar a situação do Brasil com a de outros países.

c.2) Identificação das aberturas do passado: o professor deve estimular o olhar crítico ao passado histórico acerca do tema ou do evento científico abordado, não se trata de mera contextualização como retorno ao passado estanque e acabado com vistas ao presente-futuro absoluto, mas um “passado-futuro” dinâmico, com aberturas para o presente-futuro, cuja historicidade é o núcleo fundante. O professor(a) deve extrair do tema uma situação que o atualize ou que represente inconformismo devido a sua forma estática, após, deve “colocar o tema em questão” por meio de perguntas para reflexão, neste momento, cabem respostas de senso comum e opinativas por parte dos estudantes, uma vez que o objetivo é estimular a reflexão, futuros debates, participação e interesse pelo tema, com o objetivo, sobretudo, de aproximá-lo da existência.

Historicidade da ciência

COVID-19
A história como constitutiva da ciência e das pesquisas científicas

Fontes: ROCRUZ, <https://portal.inqae.br/historia/estudo-ciencia-informacao-25-10-2020>
LANA, Rafael; Worts, et al. Emergência do novo coronavírus (SARS-CoV-2): o papel de uma Agência nacional em saúde oportuna e efetiva. *RESPICINAS*. Cad. Saúde Pública 36 (3) 13 Março 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00019620>
World Health Organization. Q&A on coronaviruses. <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q-a-coronaviruses> (acessado em 30/rev/2020). <https://www.who.int/newsroom/q-a-detail/q-a-coronaviruses>
Ministério da Saúde. Coronavírus e novo coronavírus: o que é, causas, sintomas, tratamento e prevenção. <https://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/coronavirus> (acessado em 03/rev/2020). <https://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/coronavirus>

- Coronavírus são RNA vírus causadores de infecções respiratórias em uma variedade de animais, incluindo aves e mamíferos. Sete coronavírus são reconhecidos como patógenos em humanos. Os coronavírus sazonais estão em geral associados a síndromes gripais.
- Nos últimos 20 anos, dois deles foram responsáveis por epidemias mais virulentas de síndrome respiratória aguda grave (SRAG). A epidemia de SARS que emergiu em Hong Kong (China), em 2003, com letalidade de aproximadamente 10% e a síndrome respiratória do Oriente Médio (MERS) que emergiu na Arábia Saudita em 2012 com letalidade de cerca de 30%. Ambos fazem parte da lista de doenças prioritárias para pesquisa e desenvolvimento no contexto de emergência.
- O novo coronavírus foi detectado em 31 de dezembro de 2019 em Wuhan, na China. Em 9 de janeiro de 2020 a OMS confirmou a circulação. No Brasil, em 7 de fevereiro, havia 9 casos em investigação, mas sem registros de casos confirmados.
- A inexistência de um tratamento conhecido ou de vacina para o SARS-CoV-2 tornou o distanciamento físico (social) a principal estratégia para proteger a população, na tentativa de se evitar um colapso do sistema de atenção à saúde.
- Por meio do sequenciamento completo das amostras, especialistas detectaram que pelo menos seis linhagens do SARS-CoV-2, causador da Covid-19, circularam no Brasil nos primeiros meses da pandemia.

SITUAÇÃO

- Os dados de 24 de maio 2020 da Faculdade de Medicina da USP de Ribeirão Preto e da Vox das Comunidades demonstram que a letalidade da COVID-19 na população residente em favelas no município do Rio de Janeiro é de 24% e a letalidade para a cidade do Rio de Janeiro, incluídos os residentes em favelas, foi de 12%, enquanto no Brasil foi de 6%.
- A desigualdade brasileira desconstrói a ideia de que a Covid-19 é uma doença democrática.

PERGUNTAS PARA REFLEXÃO

- O Brasil estava econômica e cientificamente preparado para o enfrentamento da Covid-19?
- Embora o vírus potencialmente atinja a todos, porque os seus efeitos são mais impactantes na população mais vulnerável?
- Qual o papel da ciência para as pesquisas, do SUS para o tratamento e do Estado na realização de políticas públicas no caso da Covid-19?

e/ou

Historicidade da ciência

DENGUE

A história como constitutiva da ciência e os das pesquisas científicas

Fontes:

Disponível em: Fundação Oswaldo Cruz. <http://www.fiocruz.br/dengue/textos/controle.html>. Acesso em 20 mai. 2020.

Disponível em: The International Society for Neglected Tropical Diseases <https://www.instit.org/world-dengue-day>. Acesso em: 20 mai. 2020.

Disponível em: Medecins sans Frontieres. https://www.msf.org/br/que-famozas-atividades-medicais-dengue?utm_source=adwords_msf&utm_medium=utm_campaign=dengue_comunicacao&utm_content=exclusao-saude-brasil_99923&ocid=C0K0Qny_er283CyAR1zAUfe-44-H1m1CjW1E1F1/1hvn1x0vnd1w1w1P2modubul1808VGikaAqHvEALw1w1E1. Acesso em: 20 mai. 2020.

- O mosquito transmissor da dengue é originário do Egito, na África, e vem se espalhando pelas regiões tropicais e subtropicais do planeta desde o século 16.
- Descobertas do entomologista brasileiro Antonio Gonçalves Peryassú em 1908 sobre o ciclo de vida e os hábitos do *A. aegypti*, como: reservatórios de água são os focos mais produtivos do vetor; a relação do mosquito com a temperatura e a densidade populacional são utilizadas ainda hoje pela ciência.
- A dengue tem potencial para afetar o futuro econômico e de saúde de quase 3,5 bilhões de pessoas em todo o mundo - com regiões endêmicas como América Latina, Caribe, África e Ásia sendo particularmente afetadas.
 - SITUAÇÃO
- A ciência possui atraso de mais de 01 século na descoberta de vacinas, visto que apenas em 2015 foi registrada a primeira "vacina contra a dengue" e tem mostrado "efetividade muito variável (entre 50% e 80%)".
 - PERGUNTAS PARA REFLEXÃO
- O motivo para esse atraso científico será ausência de "tecnologia" ou "capital científico"? Ou as dimensões: social, política e econômica interferem no negligenciamento da chamada "doença da pobreza" que ataca especialmente países e populações periféricas?

- d) **Problematização:** uma pergunta deve orientar a reflexão crítica e problematizada, com o objetivo de conduzir a reflexão e as respostas dentro dos limites demarcatórios do campo científico.
- O professor(a) deve dar início ao processo de "desconstrução" (não de destruição) com o objetivo de decompor e re-organizar. A pergunta deve abalar as certezas prévias e conduzir à reflexão de modo a estimular a crítica e a busca de saídas, seguindo seus próprios critérios e situações concretas vividas.
 - O professor(a) deve fazer a transposição das opiniões e senso comum para o conhecimento científico, deixando claro o limite demarcatório entre ciência e senso comum, opinião ou pseudociência.
 - O professor(a) e os estudantes, em diálogo, farão a análise problematizada da questão de forma a identificar as dimensões da ciência e a complexidade envolvida.

PROBLEMATIZAÇÃO

Porque ao longo de vários séculos o vírus continua representando uma ameaça?

- A essa altura a discussão terá avançado para as vacinas como forma de imunização, transmitindo a certeza da existência do domínio científico sobre a doença e apresentando possíveis soluções.
- Os diversos casos e exemplos (já discutidos,) de um lado, confirmam a eficácia da ciência quanto às vacinas (medicamentos, soros), do outro, desconstruem algumas certezas, como a de que os avanços científicos teriam sido suficientes para combater os variados tipos de vírus.
- Os argumentos problematizadores da questão encontram respaldo na compreensão da NDC e na desconstrução de uma resposta imediata simplista. A resposta mais próxima da verdade está na própria ciência, a partir de sua nova imagem-concepção, o "complexo multidimensional":
- A reflexão sobre a pergunta mostra-se reducionista se analisada apenas a partir da "dimensão empírica", ao concluir que as investigações científicas não foram capazes de solucionar o problema.

- Assim, ao problematizar, refletir e desconstruir a resposta simplista e dominante, é importante conceber a ciência de modo complexo e em múltiplas dimensões. A título ilustrativo:

No caso do vírus, a “**dimensão da natureza**” tem alto fator de impacto, uma vez que é sujeito a mutações, e por isso, para cada novo vírus demanda nova pesquisa. A “**dimensão econômica**” e a “**dimensão política**” seja do país ou interna às próprias instituições de pesquisa precisam estar em sintonia, além de existir interesse na pesquisa, para destinar investimentos com vistas à prevenção ou erradicação da doença, aliada à “**dimensão social**” que deve contar com políticas públicas para a redução da pobreza e melhoria das condições básicas sanitárias da população, a fim de que o combate não se torne prioridade apenas em momentos de surtos, epidemias ou pandemias. A “**dimensão ideológica**” também pode retardar pesquisas ou conduzi-las para outros rumos se por exemplo, um governo neoliberal ou negacionista científico substitui o respaldo científico pelo mercado, por meio da indústria farmacêutica ou por crenças religiosas. A “**dimensão ambiental**” e a “**dimensão cultural**” atuam como veículos de aceleração da disseminação do vírus em descompasso com os investimentos e a realização de pesquisas científicas, seja pela degradação ambiental e dos habitats, o que aumenta a exposição dos demais animais e a possibilidade de contaminação em outras espécies, seja em decorrência de práticas e hábitos de alimentação de animais silvestre (p.ex.), expondo-se a potenciais patógenos.
- Toda essa complexidade multidimensional aliada às múltiplas, heterogêneas e coexistentes temporalidades faz com que a resposta científica seja de acordo com o desenvolvimento científico, cultural e econômico de cada região, desconstruindo a ideia dominante de verdade científica absoluta e universal.

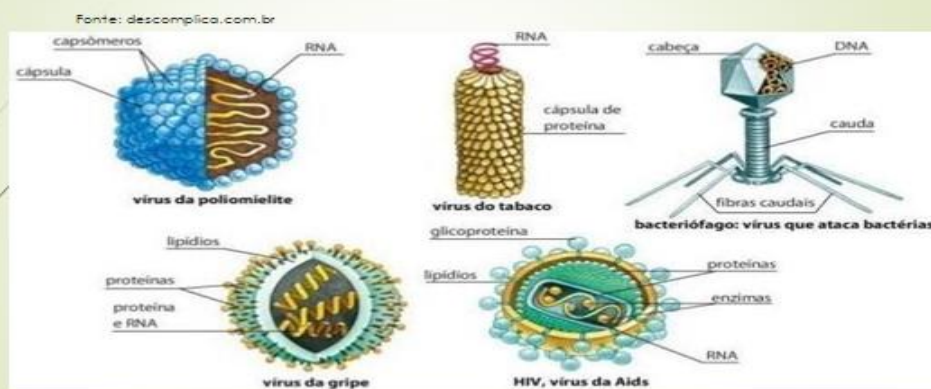
- e) **Integridade:** atua como ponto de “unificação” para análise complexa multidimensional.
- As múltiplas dimensões podem sugerir uma fragmentação da ciência, ao contrário, é a integridade (inteireza) da ciência que propicia a compreensão da ciência complexa, multidimensional e temporal, dinâmica e aberta.

INTEGRIDADE

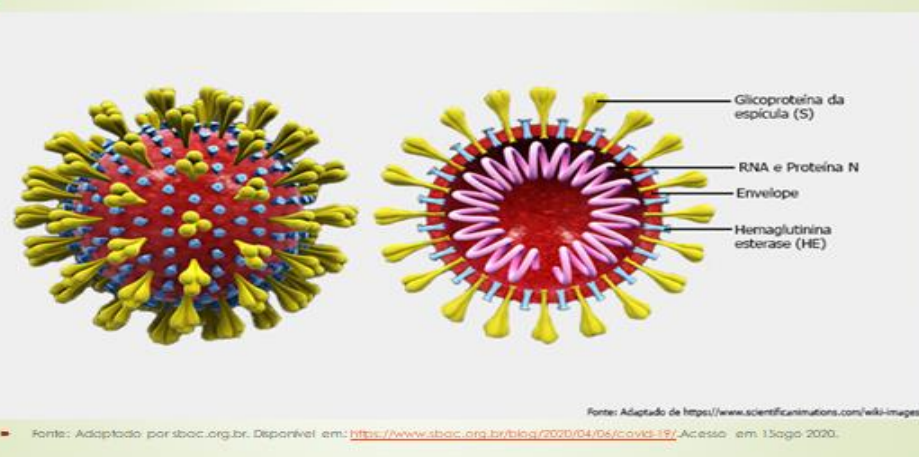
- O vírus continuará representando uma ameaça ante à **dimensão da natureza**, visto que é capaz de **infectar todos os seres vivos e é sujeito a várias mutações**, seja por questões ambientais, genéticas, **culturais...** aliado as **dimensões sociais (questões sanitárias e pobreza) econômicas e políticas de investimento em ciência e informação, políticas e institucionais de desenvolvimento científico e tecnológico**, por exemplo, viabilizam melhor ou pior resposta científica no combate a determinado vírus. Em quaisquer dessas dimensões podemos extrair o “modo de ser” do Dasein dando sentido à existência.
- É preciso que os estudantes entendam que essa reflexão permite identificar a existência ou não de uma resposta científica. Mais do que isso, **permite compreender a natureza complexa e multidimensional da ciência, que quando analisada em integridade (inteireza) ressalta dimensões dinâmicas que interagem e são e abertas a novas possibilidades.**
- Com isso, **não** temos uma única solução científica que forneça certezas absolutas. As **certezas existem, porém, são provisórias, dinâmicas e heterogêneas**, variando de acordo com o movimento da natureza, da nossa existência e das múltiplas dimensões e temporalidades.

- f) **Conteúdo específico:** fórmulas, leis, teorias, com ou sem experimentos em laboratório marcando a presença da dimensão empírica.
- Pode ocorrer simultaneamente à fase anterior ou logo em seguida, quando os estudantes terão compreendido a NDC a partir de um tema com o qual criaram identidade a partir da historicidade e palavras geradoras, chegando ao ponto de conseguir refletir criticamente sobre o tema em decorrência da problematização.

Conteúdo, fórmulas, leis e teorias



Representação da estrutura do Coronavírus



- g) **Reflexão com desdobramento prático:** é o momento para a criatividade e inovação a partir da compreensão e não da reprodução. A prática refletida e não reproduzida.
- Cabe ao estudante estimulado ou não pelo professor(a) buscar aplicação na vida cotidiana, por meio de prática social, operação mental ou procedimento científico, criar, reinventar, modificar a si e/ou aos outros.

Reflexão com desdobramento prático

É também um momento de síntese do aprendizado.

- Espaço de criatividade e inovação envolvendo emoção e imaginação.
- Os estudantes podem participar de campanhas educativas no seu bairro ou comunidade.
- Desenvolvimento de tecnologias com conteúdos para população.
- Desenvolvimento de equipamentos de controle, prevenção etc.

Fonte: Elaboração da autora.

À primeira vista, a grande quantidade de informações pode se apresentar como problema, sobretudo porque exige do professor conhecimento e/ou formação que lhe possibilite compreender a NDC de modo complexo e em interação com as múltiplas dimensões, bem como, pelo fato de ter que cumprir o conteúdo específico, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior. Todavia, as aulas são dialógicas e reflexivas e/ou expositivas dialogadas, o que torna a aula leve de maneira a fluir naturalmente, apenas com o professor mediando e estimulando a reflexão crítica. Por certo, o professor(a) é fundamental na condução das aulas¹⁹², compete a ele torná-las mais fluidas a fim de cuidar para que o conteúdo transcorra da forma mais natural possível, com o foco na compreensão e não da assimilação dos dados, já que uma vez compreendido, desperta o interesse e o caminho para o aprendizado se torna um desafio prazeroso.

Como a historicidade constitui o núcleo fundante dessa pesquisa e nos ocupamos dela em diversos momentos, seja na abordagem da desconstrução e integridade, traremos algumas considerações acerca da “problematização” que ao lado das palavras geradoras freirianas constitui a base da ferramenta didático-pedagógica, uma vez que ao propor a “pergunta norteadora” da discussão, propõe-se também a “desconstrução” da resposta imediata usualmente dominante, questionando os seus limites, o seu viés político ou ideológico, e, por exemplo, em que argumento se respalda para justificar verdade. Não se trata de análise do problema, mas constitui-se em ação, é o ato de problematizar, o movimento é de decomposição através da pergunta, uma vez que, o ato de interrogar desestabiliza o pensamento dominante revelando nuances, ambiguidades e contradições. Operar no terreno e no interior do sistema desconstruído exige olhar crítico.

Os cursos de ensino superior figuram como os espaços iniciais de debate e problematização da ciência em complexidade e da nova imagem-concepção de ciência, de modo a cumprir o importante papel de aproximação da ciência com a vida e a experiência dos estudantes, permitindo inclusive, a discussão de valores éticos e morais que devem pautar a conduta humana e científica. Também os cursos de história se apresentam como espaços promissores de discussão e formação da NDC sob o enfoque da dimensão histórica da ciência com convergências e tensionamentos de questões teóricas e metodológicas capazes de transformar o pensamento científico e obter inflexões. A proposta é de enfrentamento da

¹⁹² “A questão das aulas é muito simples. Acho que as aulas têm equivalentes em outras áreas. Uma aula é algo que é muito preparado. Parece muito com outras atividades. Se você quer 5 minutos, 10 minutos de inspiração, tem de fazer uma longa preparação”. (DELEUZE, 1996, p.60)

NDC científicista em diálogo com a complexidade da ciência erigida em alicerce multidimensional e multitemporal, não sendo um debate exclusivo dos cursos de história, estendendo-se às pedagogias e licenciaturas em ciências da natureza.

Em suas obras, especialmente em *Pedagogia do Oprimido* (2003), em oposição à “educação bancária” Freire defende a “educação problematizadora” como sinônimo de educação libertadora e emancipatória, guardando estreita aproximação com a problematização enquanto ferramenta didático-pedagógica, visto que os estudantes “em lugar de serem recipientes dóceis de depósitos, são agora investigadores críticos, em diálogo com o educador, investigador crítico, também”, enfatizando que o papel do “educador problematizador” é proporcionar aos estudantes condições de “superação do conhecimento no nível da ‘doxa’ pelo verdadeiro conhecimento, o que se dá, no nível do ‘logos’”. (FREIRE, 2003, p.45).

Assim é que, enquanto a prática bancária, como enfatizamos, implica numa espécie de anestesia, inibindo o poder criador dos educandos, a educação problematizadora, de caráter autenticamente reflexivo, implica num constante ato de desvelamento da realidade. A primeira pretende manter a imersão; a segunda, pelo contrário, busca a emersão das consciências, de que resulte sua inserção crítica na realidade. Quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, quanto mais obrigados a responder ao desafio. Desafiados, compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mas, precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto, cada vez mais desalienada. Através dela, que provoca novas compreensões de novos desafios, que vão surgindo no processo da resposta, se vão reconhecendo, mais e mais, como compromisso. Assim é que se dá, o reconhecimento que engaja. (FREIRE, 2003, p.45). (Grifamos).

De acordo com Freire (2003), em lugar do professor(a) “encher” os estudantes de conteúdos impostos, na “prática problematizadora” são os próprios estudantes que desenvolvem o poder de captação e compreensão do mundo, neste caso também da ciência, por eles desvelada a partir de suas relações, vivências, reflexões e conhecimentos prévios ou da perspectiva heideggeriana, a partir do *ser-aí-no-mundo*, portanto, a partir do sentido que o *Dasein* confere à existência que está em constante devir e transformação. "A educação problematizadora, que não é fixismo reacionária”, mas “futuridade revolucionária” (FREIRE, 2003, p.47) representa o “passado-futuro” deleuziano, em movimento e aberto ao devir, em que “parte exatamente do caráter histórico e da historicidade dos homens”, os reconhecendo como “seres que estão sendo, como seres inacabados, inconclusos, em e com uma realidade, que sendo histórica também, é igualmente inacabada”. (FREIRE, 2003, p.21).

Por fim, a configuração da aprendizagem do *ser-no-mundo* representada pela “reflexão com desdobramento prático” se desenvolve ainda melhor se considerada no âmbito

da ontologia, pois, o ser e a “amorosidade” são dimensões do humano, portanto, indissociáveis do processo educativo. “Não há diálogo se não há um profundo amor ao mundo e aos homens. Não é possível a pronúncia do mundo que é um ato de criação e recriação, se não há amor que o funda” (FREIRE, 2003, p.79) e o que é o diálogo senão “O diálogo é o encontro amoroso dos homens que, mediatizados pelo mundo, o ‘pronunciam’, isto é, o transformam, e, transformando-o, o humanizam para a humanização de todos”. (FREIRE, 1983, p.28). Ele deixa de “ontologizar”, isto é, de racionalizar a ontologia e se volta para a vivência, o sentimento, as emoções e as relações com o outro, que é também um ser complexo e inconcluso. Por fim, o retorno à pedagogia pressupõe como ponto de partida a formulação epistemológica, não aquela advinda do epistemologismo neutro, mas da epistemologia histórico-ontológica que está na base da NDC do complexo multidimensional da ciência.

Recente publicação do artigo *Towards complete knowledge for complex problems resolution* de Gagnon; Ferreira; Lacerda Santos (2019) reaquece o debate reconhecendo a “abordagem multidisciplinar totalmente integrada” para um “conhecimento completo” de seres humanos complexos, destacando que o ser humano aprende “por meio de naturezas muito diferentes - pensamento, sentimento, sensação, intuição - que se complementam sem realmente entender um ao outro”, deste modo, para os autores, o “conhecimento verdadeiramente ideal envolveria, no entanto, todos esses meios desenvolvidos em todo o seu potencial e harmonizados entre eles”, sendo que, “apenas uma abordagem multidisciplinar totalmente integrada permitiria lidar adequadamente” com a problemática. Portanto, “na prática, isso implicaria envolver o aluno com todos os meios de aprendizado disponíveis”. (GAGNON; FERREIRA; LACERDA SANTOS, 2019, p.14).

Uma aprendizagem eficiente começa por uma catarse intelectual e afetiva, já que como bem destacou Freire, as vivências históricas preconizadas incluem emoções, sentimentos, criatividade e imaginação, de maneira que, de um lado, a educação científica não pode considerar apenas a lógica da ciência racional e, do outro, tampouco, apenas as vivências históricas de ordem prática, é preciso considerar outras facetas da complexidade do ser, como: imaginação¹⁹³, criatividade, emoções¹⁹⁴, sentimentos, todos fundamentais e

¹⁹³ Também conhecido como o filósofo da imaginação, Bachelard em seu livro *A poética do devaneio* (1996) destaca que o “homem do devaneio e o mundo do seu devaneio estão muito próximos, tocam-se, compenetram-se. Estão no mesmo plano de ser; se for necessário ligar o ser do homem ao ser do mundo, o cogito do devaneio há de enunciar-se assim: eu sonho o mundo; logo, o mundo existe tal como eu o sonho”. (BACHELARD, 1996, p. 152).

¹⁹⁴ O neurocientista António Damásio no livro *Em busca de Espinosa: prazer e dor na ciência dos sentimentos* (2004) reconhece que os avanços científicos na área de neurobiologia acerca das emoções e sentimentos,

também presentes na ciência, porém, eclipsados pelo discurso de neutralidade. As aberturas didáticas consistem em envidarmos esforços para recuperar o entusiasmo e interesse perdidos, destacando que por um lado, a “pedagogia não é uma questão técnica, é a capacidade de entrar numa relação humana com os estudantes a partir do conhecimento e do trabalho conjunto sobre o conhecimento” (NÓVOA, 2019 p.62), por outro, uma “aula é emoção”, como afirma Deleuze na entrevista o *Abecedário de Gilles Deleuze*¹⁹⁵ ao falar sobre ser professor e a sua concepção de aula. A “aula não tem como objetivo ser entendida totalmente”, visto que, é uma “espécie de matéria em movimento”, cada grupo ou estudante capta o que lhe convém e até mesmo se algum aluno adormece, ele “acorda misteriosamente no momento que lhe diz respeito”, por isso, uma aula é tanto emoção quanto inteligência. “Sem emoção, não há nada, não há interesse algum.” (DELEUZE, 1996, p.24).

5.2 Formação de professores(as) e licenciandos(as) em ciências da natureza e história

As modificações no ensino de ciências têm o seu ponto de origem na formação de professores(as) de ciências e licenciandos(as) em ciências da natureza e história, visto que, o professor é um dos principais envolvidos na transposição didática, isto é, na decodificação do “saber sábio” para o “saber a ser ensinado”, para enfim chegar ao “saber ensinado” na Educação Básica, que por sua vez, é também fundamental para a formação humana ao longo da vida como fase preparatória para compreensão da NDC e o complexo multidimensional, tanto para a formação universitária quanto para a educação básica e científica não-formal, haja vista que nem toda população tem acesso à Educação Superior.

São vários aspectos que permeiam a formação de professores(as) e licenciandos(as), desde questões que envolvem políticas públicas, gestão, currículo, projeto político-pedagógico, passando por aspectos epistemológicos, pela concepção de ciência ou visão de ciência, chegando às questões didático-pedagógicas. Os limites dessa pesquisa não permitem uma abordagem completa e detalhada, por isso, serão apresentadas diretrizes essenciais para provocar a mudança necessária, que deve ser fruto de longo e gradativo processo.

coadunam com o pensamento spinoziano de que o desejo é a própria essência do homem, que o leva à potência do agir. Esse mesmo autor no livro *A estranha ordem das coisas*, investiga o papel fundamental dos sentimentos como ativadores da nossa inteligência e em *O Erro de Descartes* (1996) que a potencialidade das estratégias de raciocínio e tomada de decisões dependem da capacidade de sentir emoções.

¹⁹⁵ Essa é uma série de entrevistas realizada nos anos 1988-1989 por sua ex-aluna Claire Parnet. “Como diz Deleuze, em sua primeira intervenção, o acordo era de que o filme só seria apresentado após sua morte. O filme acabou sendo apresentado, entretanto, com o assentimento de Deleuze, entre novembro de 1994 e maio de 1995, no canal (franco-alemão) de TV Arte. Deleuze morreu em 4 de novembro de 1995.” (DELEUZE, 1996).

O problema central que inviabiliza as discussões acerca da NDC na Educação Básica, reside no fato de professores(as) de ciências e licenciandos(as) em ciências da natureza e história não possuírem formação que contemple as discussões existentes que minimamente oportunizem conhecer os principais autores e debates, especialmente, aqueles pertencentes aos campos científicos abordados nas dimensões histórica, filosófica e sociológica da ciência, cujas discussões remontam ao final do século XIX com ápice em meados do século XX com a *magnum opus* de Thomas Kuhn. Por certo que conhecê-los seria apenas o início, portanto, um importante pressuposto para a compreensão da NDC, inclusive a multidimensional apresentada nesta pesquisa, mas que, ainda encontra-se distante da realidade da formação de professores(as) e licenciandos(as), como demonstra o levantamento realizado no Apêndice A que passaremos a analisar.

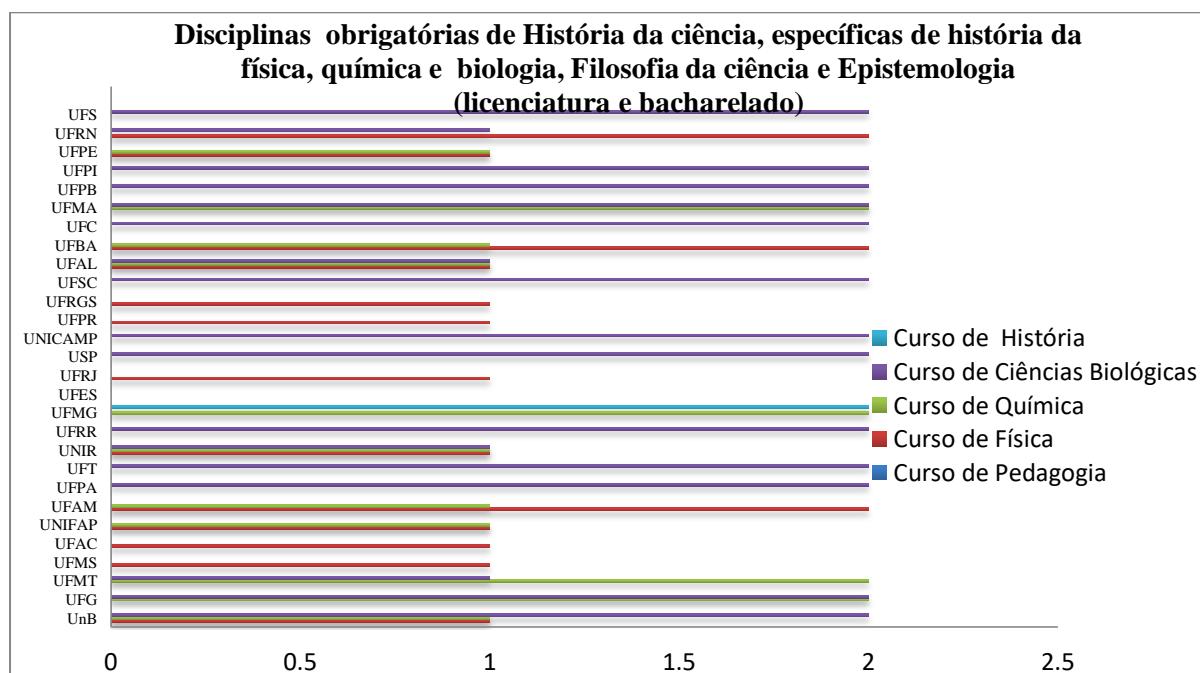
Os dados que integram o Apêndice A foram coletados nos respectivos *sites* das universidades em cada um dos Departamentos de interesse dessa pesquisa, nos cursos de formação de professores(as) de ciências e licenciatura em ciências da natureza e história, tendo como recorte os cursos de: pedagogia, física, química, ciências biológicas e história. A metodologia consistiu em acessar a matriz curricular e programas de cada curso (quando disponíveis no *site*) com o objetivo de verificar a existência de disciplinas obrigatórias ou optativas (seletivas, não-obrigatórias), inicialmente, de história da ciência ou história do respectivo campo científico de estudo, bem como, de filosofia da ciência ou disciplinas afins (sob variadas denominações), por meio das quais pudesse vislumbrar autores e discussões envolvendo pensamento contrário à visão dogmática da ciência dominante. Diante da autonomia pedagógica das Universidades consagrada na Constituição Federal, optamos por investigar, quando disponíveis, a matriz curricular, estrutura curricular, grade ou programas de cada uma das universidades federais de cada estado brasileiro e do Distrito Federal (apenas os *campi* situados nas capitais), a exceção de São Paulo que foram investigadas as universidades estaduais USP e UNICAMP por reiteradamente estarem entre as melhores universidades na esfera nacional e internacional. Os levantamentos se deram nos meses de junho e julho de 2019, sendo que todos os levantamentos foram revistos em abril de 2020, além de ter sido acrescentado neste mesmo período o curso de ciências biológicas e história com levantamentos realizados em julho de 2020.

Com base no Apêndice A foi desenvolvido o gráfico abaixo com o objetivo de identificar a formação de professores(as) e licenciados em ciências da natureza e história que têm em seus cursos a possibilidade de discutir a NDC e/ou a ciência de uma perspectiva da dimensão histórica mesmo que de modo introdutório, assegurando a possibilidade do

desenvolvimento de debates futuros mais aprofundados. Diante disso, o recorte foi no sentido de considerar apenas as disciplinas obrigatórias de história da ciência, filosofia da ciência e epistemologia que são tidos como espaços propícios para a discussão acerca da compreensão da NDC. Muito embora, o recorte dessa pesquisa não incluía a análise e investigação das ementas e planos pedagógicos, visto que extrapola o nosso escopo, que neste tópico visa apenas demonstrar quantitativamente a situação dos cursos de formação de professores(as) e licenciandos(as) em ciência da natureza e história, que se apresentam como abertura para a mudança da imagem-concepção de ciência, a fim de saber se os estudantes, futuros professores da educação básica, possuem formação necessária nesses que seriam os espaços inaugurais desses debates, com disciplinas obrigatórias que garantam ao menos acesso inicial a esse conhecimento específico, para que das mais variadas formas didático-pedagógicas os habilite a incluir nos currículos e/ou planos de aula discussões acerca da compreensão da NDC em lugar de apenas reproduzir de fórmulas, teorias e acontecimentos.

Dentre as 28 (vinte e oito) Universidades pesquisadas (26 federais e 02 estaduais) realizou-se levantamento de disciplinas obrigatórias de história da ciência, filosofia da ciência, epistemologia e história específica da física, química e biologia, nos cursos de pedagogia (formação de professores(as)), de licenciatura e bacharelado em física química e ciências biológicas e licenciatura e bacharelado em história, vejamos:

GRÁFICO 1 – Demonstrativo de disciplinas obrigatórias por Universidade



Fonte: Elaboração da autora

Utilizamos a seguinte metodologia: para realização do gráfico foram consideradas disciplinas obrigatórias de história da ciência, filosofia da ciência, epistemologia e específicas de cada campo (história da biologia, história da física...) que possibilitam ao estudante discussões acerca da NDC e/ou ter acesso algum tipo de discussão envolvendo as ciências e as humanidades. No apêndice estão marcadas em azul com grafia preta e vermelha. Por cada curso, considerou-se uma disciplina de bacharelado e ou de licenciatura (diurno e/ou noturno), sendo o curso de pedagogia apenas licenciatura, ou seja, os cursos que resultaram duas disciplinas demonstra a existência da oferta de uma (ou mais) disciplina no bacharelado e outra na licenciatura. Os dados foram coletados nos *sites* sem análise qualitativa de ementas e/ou bibliografia das disciplinas, visto que essa amostragem objetiva apenas levantamento quantitativo para investigar quantas matrizes curriculares possuem as disciplinas obrigatórias.

Os levantamentos constantes do Apêndice A representados pelo gráfico apontam que das 28 (vinte e oito) Universidades, à exceção da UFES que não possui nenhuma disciplina “obrigatória”¹⁹⁶, em média 62% delas possui apenas 01 (um) Curso com oferta disciplina (s) obrigatória (s) (entre os cinco Cursos pesquisados), sendo que a maior oferta está nas matrizes curriculares dos Cursos de Ciências Biológicas, com disciplinas obrigatórias ofertadas por 17 (dezesete) universidades, seguido do Curso de Física com oferta em 13 (treze) universidades, depois o Curso de Química com oferta de disciplinas obrigatórias em 10 (dez) universidades, e, por fim, apenas 01(uma) universidade possui disciplina obrigatória de “história da ciência” no Curso de História, que é a UFMG e nenhuma disciplina obrigatória no Curso de Pedagogia.

Assim, estima-se que estudantes de biologia de 38% das universidades pesquisadas, bem como, estudantes de física de 53%, estudantes de química 64%, estudantes de história de 99% e estudantes de pedagogia de 100% dessas universidades, poderão não ter em suas respectivas formações sequer a oportunidade de acesso a esse conhecimento¹⁹⁷, a não ser que

¹⁹⁶ Entendemos as disciplinas obrigatórias nos campos pesquisados como possíveis espaços de discussão acerca dos debates existentes na área de História da ciência, Filosofia da ciência e Epistemologia propiciando oportunidade para compreensão da NDC.

¹⁹⁷ Em estudos realizados no ano de 2001, foi realizada entrevista com professor da Educação Básica com o propósito de demonstrar a importância da “argumentação no ensino de ciências” e a necessidade do desenvolvimento de intervenções pedagógicas pelo professor que contribuam para aumentar a capacidade argumentativa dos alunos. Embora ratificada a relevância da argumentação, o resultado evidenciou a ausência de suporte por parte do professor para auxiliar o aluno a entender a natureza de seus argumentos e do conhecimento científico. “**Prof.:** Por isso que eu acho que eu pequei nesse assunto. Teve alguns assuntos que eu abri e não conseguia fechar. [...] **Entr.:** Por que você teve essa dificuldade em fechar? **Prof.:** Porque, por causa da discussão, eles empolgam e começam a falar, falar. E também foi uma in experiência minha, porque a gente quase não vê isso em sala de aula. **Entr.:** Como assim in experiência sua? **Prof.:** Que em minha formação na UnB. Eu não fui preparado prá esse tipo de discussão com os alunos”. (SANTOS; MORTIMER; SCOTT, 2001). (Grifamos).

tenham feito disciplinas “não-obrigatórias” e “obrigatórias afins” caso tenham sido ofertadas nas respectivas Universidades.

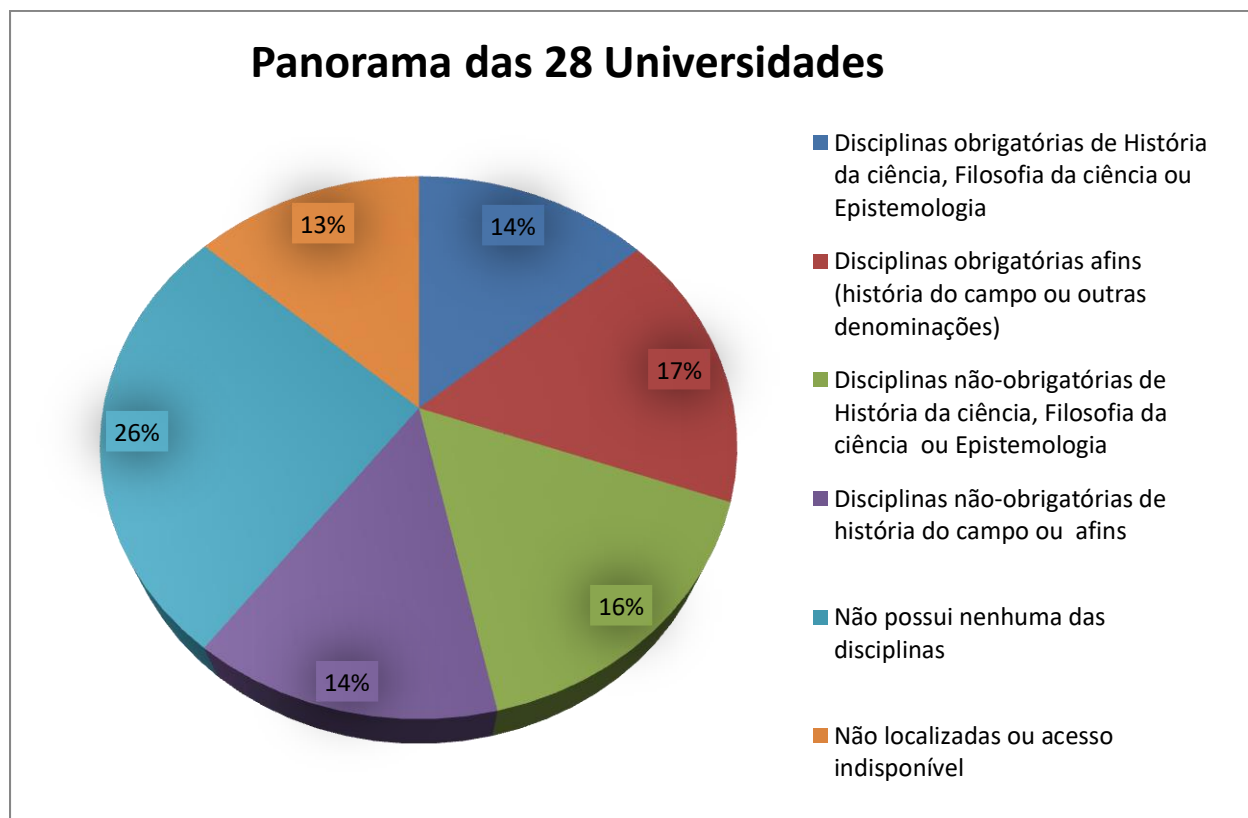
Não obstante as deficiências de caráter quantitativo, os aspectos qualitativos – não são objeto de aprofundamento nesta investigação, pois seria necessária análise das ementas, bibliografias e estudo de campo, o que extrapolaria os limites da pesquisa - apontam como ainda mais graves, visto que, dependendo da abordagem realizada nos cursos que ofertam disciplinas obrigatórias, se cientificista em torno da visão dominante de ciência ou historiográfica internalista, surtiria efeito inverso reforçando a visão neopositivista, dominante de ciência, internalista ou de uma história acrítica de eventos científicos cronológicos lineares.

Aliado a isso, são diversas as variáveis que impactam o resultado, como a variação do currículo conforme o *campus* e o turno, uma vez que a grade curricular difere em cada *campus* e também a cada turno (matutino, vespertino ou noturno), bem como, algumas universidades dispõem apenas de licenciatura ou bacharelado e não os dois. No entanto, mesmo quando existe licenciatura e bacharelado para o Curso (que é a maioria) a grade curricular é distinta. Nos termos dessa investigação, a diferença na grade curricular entre bacharelado e licenciatura não está apenas nas disciplinas indispensáveis à aprendizagem da pesquisa (bacharelado) e do ensino (licenciatura), o desdobramento é ainda mais impactante, vez que pode culminar em formações com visões de ciência completamente dicotômicas, ao evitar disciplinas com abordagens histórica, epistemológica ou das ciências humanas. Essa situação demanda cuidadosa reflexão no sentido de investigar se os cursos de bacharelado em ciências da natureza sugerem a preferência pelo estatuto científico “internalista”, que também é uma maneira de contribuir para a manutenção do pensamento dominante da ciência, uma vez que boa parte dos futuros cientistas pesquisadores serão, possivelmente, os responsáveis pela formação dos futuros professores. Esse cenário é desenhado (e também desenha) pela clivagem da imagem de ciência, uma proveniente dos licenciandos(as) e professores(as) em que a ciência é passível de compreensão (ideográfica) e não apenas destinada à explicar o mundo (nomotécnica), ao passo que a outra, proveniente dos pesquisadores (bacharelados) tendente a reforçar a ciência dominante. Ambas, na prática da formação de professores e licenciandos(as) geram determinado conflito, visto que a imagem de ciência desses futuros profissionais permeará as aulas dos futuros alunos da Educação Básica, que, por sua vez, ao chegarem ao Ensino Superior e, eventualmente cursarem bacharelado em ciências da

natureza, retomarão a visão dogmática da ciência, criando situação que contribui para o atraso nos estudos, aprofundamento e disseminação da nova imagem-concepção de ciência.

Numa amostragem mais ampliada, para uma visão geral das universidades pesquisadas considerando todas as disciplinas ofertadas, entre obrigatórias, não-obrigatórias e afins, vemos no gráfico que se segue:

GRÁFICO 2 – Percentual de disciplinas ministradas nas universidades pesquisadas



Fonte: Elaboração da autora.

A metodologia utilizada foi a seguinte: foram considerados os resultados dos levantamentos realizados nas matrizes curriculares das 28 (vinte oito) universidades que compõem o Apêndice A. Para as disciplinas “obrigatórias” de história da ciência, filosofia da ciência ou epistemologia (marcadas em azul no apêndice) foram computadas apenas as que têm a possibilidade de uma abordagem mais ampliada das ciências, possibilitando discussões acerca da NDC, por isso foram excluídas as disciplinas específicas dos departamentos (ex. hist. da física, filosofia da química, etc.) que Maia (2013) denomina de “ciência historiada” (marcadas em azul no apêndice, mas grafadas em vermelho). Essas disciplinas específicas dos departamentos, ainda no percentual das obrigatórias, foram computadas juntamente com as afins (outras denominações- marcadas de laranja), que significam a possibilidade do estudante ter acesso a algum tipo de discussão envolvendo as ciências e as humanidades. As

disciplinas “não-obrigatórias” seguem a mesma metodologia, sendo que as marcadas em verde no apêndice e grafadas de vermelho foram computadas juntamente com as marcadas em vermelho. Para cada Curso foi computado bacharelado e licenciatura (exceto o Curso de Pedagogia que a pesquisa se deu apenas quanto à licenciatura), tendo sido computadas de 01 a 02 disciplinas por curso, bacharelado ou licenciatura, ou ambas, ainda que algum curso, por ventura, ofertasse mais de 01 disciplina. Essa escolha se justifica, porque para a finalidade dessa pesquisa que é uma amostragem para fundamentar o argumento central da pesquisa, nos interessa inicialmente critérios quantitativos. Assim 100% desse levantamento é representado pelo total de **252** (duzentas e cinquenta e duas) disciplinas, considerando 02 disciplinas por curso (01 para o bacharelado 01 para licenciatura), à exceção do Curso de Pedagogia para o qual computamos apenas 01, sendo, portanto, 05 cursos 09 disciplinas e 28 universidades.

Com isso, o que temos com resultado é um déficit em relação às disciplinas obrigatórias capazes de oportunizar uma formação de professores e licenciandos aptos a desenvolverem discussões acerca da NDC com seus futuros alunos. Apenas 14% das universidades ofertam obrigatórias de história da ciência, filosofia da ciência ou epistemologia e 17% ofertam específicas de história da física, química e biologia ou afins sob variadas denominações, num total de 31% de universidades com disciplinas obrigatórias. Todas não-obrigatórias somam 30%. Assim, somente 61% das 28 Universidades pesquisadas seriam capazes de propiciar algum tipo de debate envolvendo história e filosofia da ciência, embora, não necessariamente discussões acerca da NDC, e, tampouco nos moldes do diálogo com a história como amplamente discutido no capítulo III.

As disciplinas obrigatórias ainda são a forma mais segura de contato com os temas e discussões, com isso, apenas 31% das universidades são passíveis de proporcionar, haja vista, que esse tipo de disciplina apenas será objeto de procura de alunos que tenham afinidade com a parte teórica e epistemológica, com as humanidades ou que em algum momento da vida tenham se deparado com algum debate, crítica ou problematização, de outro modo, permanece a tendência da procura por optativas ou eletivas de viés mais aplicado e pragmático.

Vejamos algumas disciplinas:

A disciplina *História do pensamento científico*, não-obrigatória para o curso de Física (licenciatura) da Universidade Federal do Ceará (UFC), na qual a ementa dispõe o aprendizado acerca das concepções da física atual, as ideias geocêntricas de Aristóteles e Ptolomeu, o “período obscuro do pensamento”, e também as ideias “científicas” do

Renascimento, as ideias modernas de Newton e a “filosofia européia dos séculos XVII e XVIII” e os problemas do final do século XIX. Vislumbra-se nessa proposta, justaposição entre as dimensões histórica e filosófica, sem muita clareza, porém, quanto as reais potencialidades de cada uma, que à primeira vista, sugere a apresentação de acontecimentos históricos científicos de um passado estático e uma abordagem histórica factual, sendo a formação do professor(a) ou licenciando(a) um potencial transformador da disciplina capaz de possibilitar a compreensão da NDC dinâmica, de um passado-futuro em atualização e constante transformação.

Não fosse ausência de obrigatoriedade das disciplinas (retira a oportunidade dos alunos de terem a curiosidade despertada), um caso próximo do ideal, seria o Curso de licenciatura em Física da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) que possui duas disciplinas que pelas ementas parecem se complementar: *História e filosofia da física e Epistemologia das Ciências Naturais*. A primeira aborda a perspectiva histórica da Física aristotélica, de Bruno, Galileu e Bacon, bem como o copernicanismo, a mecânica Newtoniana e a física quântica, claro que, a abordagem histórica da dimensão histórica problematizada e crítica seriam fundamentais para essa proposta de disciplina. A segunda aborda os principais modelos epistemológicos clássicos e atuais, como o pensamento de Gaston Bachelard, Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Paul Feyerabend, Mário Bunge, Humberto Maturana e Ilya Prigogine.

Outro ideal almejado é o caso da Universidade de São Paulo (USP), muito embora ela própria não tenha atingido, haja vista, que para atingi-lo seria necessário garantir amplo acesso às disciplinas, primeiramente tornando-as obrigatórias e depois, ampliando-as para os bacharelados de química, física e biologia. O que faz dela uma disciplina ideal, inicialmente, é o fato que ter *História das ciências* na formação de professores(as), no curso de Pedagogia, o que é raro entre as universidades, que usualmente possuem a disciplina *Ensino de ciências e metodologia ensino de ciências* ou similar, que pode ser espaço para a compreensão da NDC, mas não necessariamente possui esse objetivo. A ementa da disciplina não-obrigatória de “história das ciências” visa proporcionar aos alunos conhecimento sobre a construção histórica das ciências em sua complexidade, enfatizando práticas, técnicas e metodologias, capaz de permitir a elaboração de uma visão crítica sobre a construção histórica da ciência, relacionando-a ao contexto político, social e econômico de cada período. A disciplina *Introdução à epistemologia da ciência* do Curso de licenciatura em Física também possui objetivo crítico-reflexivo, deixando claro na Ementa que reconhece, com base na literatura especializada em Ensino de Ciências, que os conhecimentos sobre as ciências são

fundamentais para uma formação crítica e “Alfabetização Científica plena”, por isso, espera-se que os estudantes conheçam minimamente os processos de construção das ciências e que reflitam sobre as relações das ciências com a sociedade, mesmo quando se trata da Educação científica promovida pela Educação Básica.

Os **Cursos de Pedagogia** (responsáveis pela formação de professores da educação básica) tratam o Ensino de Ciências (sob diversas denominações) como parte obrigatória da formação de professores(as), mas a questão que chama a atenção é o fato de que os conteúdos e abordagens estão sujeitas a grandes variações. A Universidade de Goiás (UFG), por exemplo, possui no Curso de Pedagogia a disciplina obrigatória *Fundamentos, Conteúdos e Metodologia de Ciências Naturais I e II*, que objetiva o conhecimento de subsídios teóricos para o entendimento do processo de construção do conhecimento científico e os paradigmas das Ciências. A Universidade do Pará (UFPA) por sua vez, com a disciplina *Fundamentos teóricos metodológicos do ensino das ciências*, toma a história da ciência como eixo disciplinar para o ensino de ciências na Educação Infantil, nos anos/séries iniciais do Ensino Fundamental e EJA, também com base na interdisciplinaridade. Já a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) na disciplina *Educação e Ciência no mundo atual*, propõe em sua Ementa o estudo introdutório de elementos da história, filosofia e sociologia da ciência, relação entre ciência e tecnologia, bem com, as relações entre as concepções de educação e com a prática educativa. O caso da Universidade de Campinas (UNICAMP) com a disciplina *Escola e Conhecimento em Ciências Naturais*, que propõe uma visão ampliada da ciência mas não com ênfase epistemológica, ou seja, de compreensão da sua natureza, mas com a proposta de conhecer os “Movimentos históricos do Ensino de Ciências no Brasil”, bem como, os aspectos teóricos e metodológicos do ensino de Ciências (não da NDC), envolvendo, por meio de abordagem interdisciplinar, atividades práticas, resolução de problemas, concepções prévias, estudos do meio, recursos e materiais didáticos. Objetiva o estudo das diversas linguagens no ensino de Ciências (alfabetização científica), relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e produção e divulgação do conhecimento científico.

O Curso de licenciatura em Química da Universidade Federal do Acre (UFAC) possui um traço interessante que traz como obrigatória a disciplina *Ciência, Tecnologia e Sociedade*, cuja ementa objetiva compreender as “relações e influências mútuas entre a ciência, a

tecnologia e a sociedade” que é uma abordagem CTS¹⁹⁸ que conta com vasta produção acadêmica. No entanto, o escopo teórico-metodológico, com algumas convergências, distancia-se do pensamento e dos autores referência para a história e filosofia da ciência, e, o foco não é epistemológico, não busca compreender a natureza da ciência e o seu desenvolvimento, mas, primordialmente, coloca ênfase no aspecto pedagógico e de resultados, ou seja, assumir a existência da inter-relação entre os três campos (essa pesquisa provoca certo deslocamento nessa ideia, visto que a sociedade que é histórica já está na ciência, é intrínseca a ela) auxiliando o estudante na contextualização histórico-social da ciência e tecnologia e busca como resultados a humanização e difusão da ciência como prática social. A análise da ciência pelo enfoque das dimensões das ciências humanas (histórica, filosófica, epistemológica, filosófica, etc.) como proposto nesta pesquisa, propicia, por exemplo, o questionamento acerca do conceito “sociedade” que compõe a tríade CTS o que significa questionar: o que é sociedade? O ponto de vista considerado na análise seria histórico-temporal? Ou teria um viés antropológico voltado para determinado grupo ou etnia? Ou ainda, essa inter-relação estaria caracterizada pelo viés de sociedade resultante de implicações econômicas ou geopolíticas? Por certo, que o conceito de sociedade compreende todas essas abordagens, porém, é indispensável às investigações científicas a explicitação dessas demarcações, a fim de provocar as tensões necessárias com as teorias existentes nos respectivos campos, já que sociedade não é uma palavra e sim um conceito (mesmo que polissêmico), e, como tal, não aceita generalizações na esfera científica.

Os **Cursos de História** confirmam um tema abordado no capítulo III, em que Maia (2013) há décadas já enfatizava que a “história das ciências é uma história de historiadores ausentes”, apenas a UFMG oferta disciplina obrigatória (ver Apêndice A e gráfico 5) de história da ciência, contribuindo para a permanência da clivagem entre ciências humanas e da natureza, ausência de diálogo e, especialmente, para não inserir a ciência no horizonte do historiador como campo de estudo e pesquisa essencial para a historicidade, o olhar crítico e problematização da ciência, dentre as inúmeras discussões indispensáveis à compreensão da ciência como a problemática do tempo, da narrativa, das fontes, da memória etc. Segundo Videira (2020), essa intimidade com as ciências humanas poderia emergir de maneira mais natural se os cientistas, durante seu período formativo, recebessem mais informações sobre história e filosofia da ciência, ou seja, mais disciplinas nessa área deveriam ser incentivadas,

¹⁹⁸ O Curso de Química da Universidade de Brasília (UnB) desenvolve a abordagem CTS na disciplina *Filosofia da Ciência e Ensino CTS*, sendo não-obrigatória para o bacharelado e obrigatória, dentre 06 (seis) outras opções à escolha do estudante, para a licenciatura, que por décadas teve em seu quadro o professor Wildson Santos, uma das principais referências do campo no Brasil.

acrescentamos ao pensamento do autor, que talvez fosse mais interessante provocar uma imersão dos licenciandos em ciências da natureza nos Departamentos de história, onde deveriam cursar as disciplinas, mas para isso, será necessário criá-las.

O balanço final da amostragem para a finalidade dessa pesquisa, é a existência de um quantitativo de disciplinas obrigatórias, bem menor do que o esperado para atender a uma demanda que é urgente (mudanças na educação científica ou ensino de ciências), o que significa que, boa parte dos professores ingressará no mercado de trabalho sem sequer ter a noção de que existem discussões (há mais de um século) envolvendo a visão dogmática e cientificista da NDC, fazendo com que continuem perpetuando e reproduzindo essa visão junto aos futuros alunos. Mesmo aqueles licenciandos que tiveram disponibilizadas disciplinas não-obrigatórias em suas matrizes curriculares, essas disciplinas podem tornar-se invisíveis para licenciandos de ciências da natureza e até mesmo de história, ou seja, fora do horizonte de escolha desses estudantes, que se não tiverem conhecimento prévio acerca das discussões, provavelmente nem um (licenciandos de ciências da natureza) nem outro (licenciandos de história) as cursarão, seja por não gostarem da área “oposta” à sua ou por não se julgarem capazes por falta de conhecimentos específicos.

Respaldados no pensamento de cientistas teóricos, filósofos e historiadores do limiar do século XX e ao longo deste, vimos no capítulo I que os especialistas em ensino de ciências, defendem a partir das pesquisas realizadas desde o final do século XX (década de 90), o relevante papel da compreensão da NDC no ensino de ciências e das disciplinas de história e filosofia da ciência como canal para essa discussão. Todavia, o nosso levantamento amostral demonstra a necessidade das universidades brasileiras reavaliarem suas matrizes curriculares dos cursos de pedagogia, licenciaturas em ciências da natureza e história, de foma a:

Quadro 19 – Mudanças institucionais didático-pedagógicas e de gestão

<ul style="list-style-type: none"> • Possibilitar formação mais uniforme entre os estudantes dos cursos pesquisados, bem como, evitar abordagens muito díspares entre bacharelado e licenciatura;
<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver projetos pedagógicos e matrizes curriculares que, além do conteúdo específico do campo, contemplem discussões das variadas visões, imagens de ciência;
<ul style="list-style-type: none"> • Acrescentar às matrizes curriculares disciplinas que permitam visão mais ampliada da ciência como atividade humana e histórica a ela imanente (historicidade);
<ul style="list-style-type: none"> • Possibilitar que as visões de ciência em sua integridade permeiem as demais disciplinas de modo a compreender a NDC ciência complexa e multidimensional;
<ul style="list-style-type: none"> • Providenciar para que as disciplinas (ou qualquer outro formato de discussão) específicas ao aprofundamento da discussão (não apenas história e filosofia da ciência ou epistemologia) sejam de amplo acesso e estejam presentes em todos os currículos de formação de professores(as) e em todas as licenciaturas (também bacharelado) de ciências da natureza e na história;
<ul style="list-style-type: none"> • Permitir que os cursos de bacharelado e licenciatura tenham acesso às discussões a fim de evitar a formação de profissionais (professores e cientistas) com visões distorcidas;

<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as variadas visões de ciência e o papel da dimensão história com enfoque na problematização, na crítica e na historicidade, de modo a perceber a NDC dinâmica e aberta;
<ul style="list-style-type: none"> • Dar ênfase aos princípios da NDC, para que objeto de reflexão e funcionem como fio condutor para crítica e discussão em cada curso, conforme as respectivas especificidades; • Assegurar para que a história da ciência não seja uma “história de historiadores ausentes”, ou seja, que fazer história da ciência signifique observar os conceitos, teorias e metodologias da história.

Fonte: Elaboração da autora.

Esses aspectos a serem considerados na formação de professores(as) e licenciandos(as) em ciências da natureza e história inauguram o debate a partir de uma nova perspectiva que tem como fio condutor a ciência como reconhecidamente uma atividade humana, cuja história é a ela imanente, permitindo antever o existencial complexo, dinâmico e em constante devir. Neste sentido, cabe aos futuros professores(as) compreenderem a historicidade da ciência consolidada pela virada epistemológica histórico-ontológica e a partir dela desvelar o potencial pedagógico dos respectivos campos, visto que, como dito, a virada possui em si um estatuto pedagógico.

Desta forma, num curto prazo, esse debate apresenta-se relevante para demonstrar a necessidade de inclusão na matriz curricular dos cursos de formação de professores(as) e licenciandos(as) em ciências da natureza e história; a médio prazo cumpre a função de despertar o interesse e democratizar o acesso ao universo científico realçando, simultaneamente, a necessidade da observância de valores éticos e de responsabilidade social e ambiental em que deve pautar a ciência e; a longo prazo contribui para aprofundar e refinar o conhecimento acerca da compreensão da NDC, da sua dinamicidade, complexidade, limites e potencialidades, impactando nos usos e práticas sociais da ciência.

Ao lado da reconfiguração do aspecto formal das disciplinas e seus conteúdos, a reflexão acerca da ciência deve integrar o núcleo central da formação. Inicialmente é essencial chamar atenção para o aspecto humano da ciência, não apenas concebê-la como uma ciência feita pelo homem, mas também, pelo caráter existencial a ela intrínseco, o que nos faz refletir sobre aspectos da dimensão filosófica, justapostos e entrecruzados à dimensão histórica, questionando acerca do que dela esperamos, porque ela existe e com qual finalidade, o que impacta diretamente na prática científica e suas epistemologias. Cada realidade que emerge com a ciência, seja quando faz dela portadora de uma função social¹⁹⁹ e atende às demandas da sociedade de modo democrático ou quando a sua faceta

¹⁹⁹ Em 1939 John Desmond Bernal (1901-1971) publicou o livro *A função social da ciência* em que apontava o poder da atividade científica para as transformações sociais, cujo compromisso dos cientistas deveria ser com uma ciência dedicada à paz, ao bem-estar e aos benefícios para a humanidade.

mercadológica vem à tona com a mercantilização da ciência, ou ainda, quando a sua dimensão político-militar é afluída pela perspectiva belicista de defesa nacional, em todas as ocasiões encontra-se situada numa condição do humano, e, a educação, a começar pelos professores(as), precisa ter essa consciência para que possa compartilhá-la, reflexiva e criticamente. Sabendo-se humana, ainda assim, é preciso humanizá-la, melhor dizendo, “biocentrizá-la” (neologismo para dizer que todas as formas de vida são igualmente importantes), de maneira a priorizar os aspectos éticos e preservar os princípios fundamentais da vida humana (e da natureza) como condição para fazer (boa) ciência contribuindo para um mundo melhor, mais seguro e preservacionista, em oposição à ciência com fins deletérios.

O papel do professor na formação dos futuros professores(as), e destes, em relação aos seus alunos, deve assumir um protagonismo que independe da Instituição, tal qual, o conceito de “educação menor” (inspirado em Deleuze e a literatura menor kafkiana) desenvolvido por Gallo (2002), no qual “para aquém e para além de uma educação maior, aquela das políticas, dos ministérios e secretarias, dos gabinetes, há também uma educação menor, da sala de aula, do cotidiano de professores(as) e alunos” (GALLO, 2002) que nos permite ser revolucionários. Na medida em que a “educação menor constitui-se, assim, num empreendimento de militância” (GALLO, 2002) ela se transforma num ato de revolta e de mudança. Revolta contra os fluxos instituídos e resistência às políticas impostas, em que a sala de aula atua como trincheira, como a toca do rato, como espaço a partir do qual traçamos nossas estratégias, produzindo um presente e um futuro aquém ou além de qualquer política educacional, é um ato de singularização de um pensamento que cria e promove novas possibilidades.

A pergunta que fica é: como dar azo à educação menor? Por certo, o professor terá que buscar o fio condutor didático-pedagógico que é a problematização que estabelece a crítica, inclusive histórico-temporal, não uma crítica dialética, que realça as dicotomias, mas a crítica de natureza aberta que propicia a desconstrução de cânones e o acesso às múltiplas realidades e possibilidades. Ao problematizar o professor ensina a desaprender, desconstruir no sentido derridiano de compreender. A crítica e desconstrução do conteúdo podem emergir a partir do enfoque da dimensão histórica, de uma análise crítica da historicidade da ciência ao lado da dimensão filosófica, conceber o acontecimento como “infância do pensamento” (conceito de matriz lyotardiana e deleuziana utilizado por Kohan), não a infância cronológica sequencial, em que somos primeiro bebês, depois, crianças, adolescentes, jovens, adultos, velhos, mas a do pensamento, que em filosofia representa a infinita potência de recomeço no pensamento que a pergunta instaura mostrando, que em última instância, quando

pensamos, estamos sempre no começo e colocamos a nós próprios em questão e, por certo, também a ciência dada a sua historicidade.

O pensamento talvez tenha mais infância disponível aos trinta e cinco anos do que aos dezoito, e fora do *cursus* dos estudos do que no interior. Nova tarefa do pensamento didático: procurar a sua infância em qualquer parte, mesmo que seja fora da infância (LYOTARD, 1993, p.126).

Segundo Dalbosco (2013) o modo provocador e original de Kohan (2005) ancorado no conceito inovador de infância, representado pela “descontinuidade da infância” como condição ontológica da existência humana, extrapola o “aspecto temporal cronológico, concebendo-a como definidora da condição humana”, “auxiliando, desse modo, a esclarecer a enigmática questão sobre quem é o ser humano” (DALBOSCO, 2013, p. 2149) cuja infância torna-se emancipatória na medida em que nos abre as portas a uma experiência múltipla de nós mesmos e, no caso dessa pesquisa de viés heideggeriano e deleuziano, transmuta-se em qual é o sentido desse ser histórico, esse *ser-aí-no-mundo* (*Dasein*), especificamente, em relação à ciência e suas múltiplas potencialidades.

O conceito de “devir-criança” de Deleuze e Guattari (1997) ajuda esclarecer que a infância do pensamento não é tornar-se criança, infantilizar-se ou retroceder à própria infância cronológica, ao contrário, é conceber a infância como intensidade, abalar as próprias estruturas e abrir ao desconhecido, ao inusitado, ao imprevisível, não apenas no sentido temporal do *cronos*, mas também, na perspectiva do tempo de *aion*, que instaura outras temporalidades que atravessam, entrecruzam e interrompem a história imanente à ciência.

A formação de professores e licenciandos em ciências da natureza deve se sustentar em bases vivas, histórico-ontológicas, existenciais, deve ser formado para não reproduzir e transmitir conteúdo (educação bancária) estático, mas para orientar e mediar o conhecimento dinâmico e lidar com o inusitado, com as novas possibilidades que a diversidade de estudantes em sala de aula e suas múltiplas vivências podem proporcionar. Como mediador do conhecimento cabe ao professor estimulá-lo, despertar interesses e emoções. Cada estudante possui vivências diferentes das vivências dos outros colegas e também do próprio professor, o que faz de todos, alunos e professores(as), importantes agentes de construção do conhecimento elaborado naquele momento como abertura desenvolvida por um grupo detentor de singularidades, um conhecimento apto a causar impactos na pesquisa científica, mas que terão atingido o seu principal objetivo no âmbito da educação, que é compreender a ciência e o seu desenvolvimento. Não há nada mais freiriano do que esse professor mediador que se coloca ao lado de seus alunos de maneira horizontal e se serve das vivências (palavras

geradoras) para a compreensão do conteúdo, que no caso da educação científica permite desvelar a historicidade da ciência, em que a ciência (como a história) é dinâmica.

O professor mediador deve contribuir para aflorar o estudante questionador, permitindo que ele se sinta incomodado e não acomodado ao saber existente, que sinta o desejo de aprofundamento e transformação. Em substituição à competitividade e à busca do desejo de superação fomentando a “sociedade do desempenho”²⁰⁰, deve ser incentivado o senso de coletividade e cooperação criando condições mais adequadas para lidar com a complexidade e multidimensionalidade da ciência, que em lugar de compartimentalizações e segregações apresenta interações e coexistências. A nova imagem-concepção de ciência dinâmica e em constante devir contribui para que o professor mediador desconstrua a expectativa mecanicista de estudantes forjados para acertar, humanizando as aulas no sentido de demonstrar que viver é acertar e errar, de modo que também a ciência e o seu aprendizado envolvem tentativa e erro. Deve prevalecer a liberdade e a autonomia,²⁰¹ a partir das quais surgem a criatividade e a inovação, tendo o professor um papel fundamental nessa proposta formativa.

Formar professores(as) capazes de ressaltar conexões entre as vivências e a realidade da ciência é uma tarefa que depende também da participação dos estudantes, que precisam sair da condição passiva de receptores do conhecimento para a emancipação intelectual por meio da autonomia. Um dos contributos para que a emancipação aconteça, pode ser validada pelo uso da metáfora do personagem Joseph Jacotot d’*O Mestre Ignorante* criado pelo filósofo argelino Jacques Rancière (1940), em que o mestre ensina aquilo que ignora²⁰² e demonstra curiosidade pelo aprendizado de quem aprende, ou seja, estimula o estudante e é por ele estimulado. Professores(as) que se acomodam e pensam que dominam tudo que

²⁰⁰ A “sociedade do desempenho” que culmina na “sociedade do cansaço” analisada pelo filósofo sul coreano Byung Chul-Han (2017) neutraliza a complexidade existencial do ser reduzindo-o à esfera da produção, na qual, o sujeito do desempenho a partir de palavras de ordem como: rapidez, superação, eficiência, desempenho, motivação, iniciativa... busca incessantemente no ambiente competitivo, para o seu melhor desempenho, superar-se e ser sempre o melhor, projetando para si uma forma ideal de existência (HAN, 2017, p. 100) produzindo, com isso, “depressivos e fracassados” (HAN, 2017, pp. 24-25) que se veem como os únicos responsáveis pelo próprio fracasso. O depressivo é o sujeito que está “cansado, esgotado de si mesmo, de lutar consigo mesmo. [...] Desgasta-se correndo numa roda de *hamster* que gira cada vez mais rápida ao redor de si mesma” (HAN, 2017, p. 91). É uma superação em relação ao outro, mas, sobretudo, em relação a si mesmo.

²⁰¹ A ideia de autonomia surge fortemente nos EUA com John Dewey (1859-1952), referência para o movimento *Escola Nova* de renovação do ensino no Brasil, cujo ápice foi o *Manifesto dos Pioneiros* (1932), e também com Paulo Freire que associa a autonomia à educação emancipadora propondo a educação como prática da liberdade.

²⁰² Para Rancière, o filósofo Sócrates não encarna a figura do mestre ignorante, ele é um sábio mestre da ignorância que pretende impor seu saber aos demais. A maiêutica, por exemplo, técnica por ele empregada para “parir o conhecimento” não pressupõe autonomia no aprendizado, ao contrário, para aprender é essencial que alguém leve pelas mãos, como ele próprio fez em relação aos seus discípulos.

ensinam²⁰³, demonstram tendências à adesão à explicação da ciência em lugar de estimular a compreensão, além de desconsiderarem a relevância de acompanhar as mudanças provocadas pela complexidade e dinamicidade da ciência. Neste sentido, um mestre que ensina o que ignora (não o que não sabe), uma vez que o que sabe vai sendo confrontado pelo conhecimento construído pelo estudante à medida que esse mergulha no conteúdo a ser aprendido, demonstra curiosidade pelo conhecimento “descoberto” pelo aluno, a partir de três perguntas básicas: *“O que você vê? O que pensa disso? O que poderia fazer com isso?”* promovendo simultaneamente a autonomia e interesse do estudante, a inovação e constante atualização do professor.

No verbete “professor” do dicionário freiriano, Cunha (2010) adverte que para Freire a “docência se constrói, pois a condição de tornar-se professor se estabelece num processo, não apenas a partir de uma habilitação legal. Envolve a consciência da sua condição em ação”. Teoria e reflexão, emoção e razão são elementos fundantes da formação do professor que “a responsabilidade ética, política e profissional do ensinante lhe coloca o dever de se preparar, de se capacitar, de se formar antes mesmo de iniciar sua atividade docente” (FREIRE, 1993, p. 28). Os futuros professores(as) da área de ciências da natureza precisam ser formados, considerando a visão de mundo na qual a dinamicidade não se apresenta como exceção, em que as suas práticas, didáticas e pedagogias precisam acompanhar e se adequar às mudanças, rechaçando práticas comuns de professores(as) que dão a mesma aula ao longo de 10, 20 anos ou mais. É preciso reconhecer, admitir e refletir sobre os temores dos professores(as) em alterar suas práticas, a fim de que acompanhem a dinamicidade da ciência e historicidade.

Por fim, os caminhos são múltiplos e diversos, mas, fundamentalmente, para lidar com a nova imagem-concepção de ciência a formação dos futuros professores(as) exige consciência para enfrentar as limitações do conhecimento científico e as próprias limitações humanas. Requer também a aceitação de que o conhecimento é sempre parcial e nenhum ser humano consegue saber tudo, com isso, é preciso que os futuros professores(as) internalizem que a ignorância (desconhecimento) não é ausência, mas potência, pois move possibilidades e estimula a criatividade. Vislumbrar os caminhos da desconstrução é um expressivo sinal de

²⁰³ Nas palavras de Deleuze, as “aulas foram uma parte da [minha] sua vida, eu as dei com paixão”. A sala de aula “[...] É como um laboratório de pesquisas: dá-se um curso sobre aquilo que se busca e não sobre o que se sabe” (DELEUZE, 1996).

compreensão da NDC, mas para que os avanços na formação de professores(as) e licenciandos(as) na área de educação científica se consolidem, será preciso:

Quadro 20 – O que se espera do professor(a)

• Compreender a NDC e a importância de compreendê-la;
• Compreender a “dimensão histórica da ciência” e o papel da historicidade da ciência;
• Conhecer e entender os princípios da NDC que fundamentam o complexo multidimensional da ciência (ver Quadro 17);
• Estimular a autonomia, liberdade, criatividade, inovação a partir do olhar crítico;
• Não reproduzir e transmitir o conteúdo (educação bancária), mas compreender e, problematizar sempre que possível;
• Ser mediador do conhecimento e da aprendizagem;
• Estimular a participação, considerar as vivências e experiências no momento de discussão do conteúdo;
• Apontar e demonstrar os limites demarcatórios da ciência em relação à não-ciência (pseudociência, <i>doxa</i> , outros saberes), igualmente importantes, porém, de outra natureza;
• Pensar crítica e reflexivamente acerca das interações entre as variadas dimensões da ciência;
• Estar aberto a possibilidades, contingências, variadas metodologias e múltiplas pedagogias;
• Reconhecer as próprias limitações e fazer disso um desafio em busca de novos conhecimentos;
• Deixar-se indignar, retornar à “infância do pensamento” e incentivar os alunos ao mesmo;
• Estimular a problematização da ciência envolvendo as múltiplas dimensões;
• Aprender a desaprender, isto é, desconstruir conscientemente os cânones para repensá-los criticamente;
• Valorizar a ética, a responsabilidade social e ambiental, a função social da ciência e fomentar o desejo de transformação;
• Criar momentos para desconstrução (consciente, sistematizada) dos cânones, oportunizando desafios aos estudantes para futuras pesquisas e para um olhar mais crítico sobre a ciência;
• Contribuir para a formação humana, o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho (não o treinamento em perspectiva tecnicista);
• Contribuir para aceitação do erro como essencial para aprendizagem;
• Substituir a competitividade pelo senso de coletividade e cooperação.

Fonte: Elaboração da autora.

Em síntese, o que se pretende é o despertar do professor humano e humanizado, contribuindo para a autoavaliação do seu papel na formação de sujeitos, que em decorrência das imposições de produtividade e competitividade com foco em resultados e enredados pela teia da monetização do tempo e das relações. Assim, esse “novo” professor não deve ser mais forjado em critérios prioritariamente quantitativos que os conduzem à reprodução desmesurada na qual a ação (muitas vezes irrefletida) é o seu motor, é preciso desacelerar-se no tempo e compreender que a reflexão é necessária para transformar o conhecimento, não apenas a ação. Os critérios e resultados devem ser qualitativos e formativos pautados pelo genuíno compromisso com o conhecimento, com o outro, e também, com uma ciência que priorize a ética e a responsabilidade social, gerando uma nova relação com quem aprende e com o que se aprende, criando e se permitindo a novas possibilidades de ensinar/mediar.

5.2.1 A Universidade e os deslocamentos na gestão e políticas públicas na área de ciências da natureza

No limiar do século XXI, o reitor da Universidade de Lisboa António Nóvoa (2000), adverte que mesmo diante das mudanças sociais que estão também dentro das Universidades, ainda mantemos a mesma ideia de Universidade de “séculos atrás” sem nos darmos conta delas ou buscar promovê-las. Segundo ele, modifica-las “não se fará tanto pela iniciativa dos próprios professores(as), mas antes pela adoção de novos modos de trabalho universitário” (NÓVOA, 2000, p.132), ou seja, a mudança será “produzida pela própria lógica de funcionamento das universidades” quando os estudantes chegarem com novas demandas e novos comportamentos os professores(as) sentirão necessidade de transformação. Por certo que as mudanças se constituem num trabalho conjunto envolvendo instituições, professores e estudantes, porém, na atuação contra hegemônica (neste caso da visão dominante de ciência) que obstrui o aparecimento do novo, o professor/mediador possui papel fundamental. Todavia, é imprescindível o surgimento de novos modos de trabalho universitário que impliquem em mudança na gestão e políticas públicas, sobretudo, ações que se apresentem rebeldes à implacável compartimentalização do conhecimento, e que se proponham à tarefa de construir o complexo de ciência em que se reconhece a existência de múltiplas dimensões e a interação entre elas.

A amostragem coletada no Apêndice A representado pelo Gráfico 2 demonstra que a situação atual dos nossos cursos universitários de formação de professores(as) e licenciandos(as) em ciências da natureza e história, pelo quantitativo de disciplinas obrigatórias, apenas 14% das 28 (vinte e oito) têm probabilidade de cumprir o que a literatura especializada no ensino de ciências defende como sendo a forma mais adequada para promover a mudança na educação científica, que contudo, em termos quantitativos (e qualitativos) representa um baixo impacto e na educação básica.

Não bastasse o déficit de espaços para o debate, também o ensino por meio de disciplinas não se apresenta como a forma mais adequada para a compreensão da NDC, sobretudo, nos moldes complexo e multidimensional aqui apresentado, haja vista que a nova imagem-concepção de ciência torna essencial uma nova linguagem, novos modos de trabalho, investigação, interação, colaboração e convivência que reflitam numa nova lógica de funcionamento das universidades, na qual a compartimentalização e hiperespecialização disciplinar cedam lugar ao conhecimento complexo multidimensionado. A colaboração científica, epistemológica, pedagógica e o diálogo que possibilite pensar de forma ampla e interacional (“abrindo *links*” como na *web*) com vistas à agregação de conhecimentos deve,

em longo prazo, ofuscar e neutralizar o perfil individualizado da competição que segrega contribuindo para emergência do perfil colaborativo que enriquece a complexidade.

E mais, compreender a NDC e a historicidade como imanência, não está diretamente ligada ao fato de ser ou não ofertada disciplina de história ou filosofia da ciência como defendido por autores como Matthews (1995), isto é, a existência dessas disciplinas por si não significa o acesso ao debate crítico, problematizador e de “desconstrução” dos cânones. Em termos kuhnianos, estamos diante de um novo “paradigma”, e o cientista dessa nova imagem-concepção de ciência “que abraça um novo paradigma é como o homem que usa lentes inversoras. Defrontado com a mesma constelação de objetos que antes e tendo consciência disso, ele os encontra, não obstante totalmente transformados em muitos de seus detalhes” (KUHN, 2009, p.157). É preciso um novo olhar sobre a ciência e isso se concentra em detalhes, realçando nuances de objetos, instrumentos e de uma realidade científica já existente à espera de ser desvelada.

Neste sentido, a disciplina como “instrução”, “matéria a ser ensinada” ou “ordem” por extensão de sentido, de uma perspectiva monodisciplinar (especialização)²⁰⁴ torna-se incompatível com o caráter complexo e múltiplo do conhecimento, ainda que presente o diálogo interdisciplinar, multidisciplinar ou a transversalidade, se este apenas reforça a especialização de cada disciplina sem que modifique a natureza do conhecimento científico dominante para que possa em si abrigar as discussões, críticas e reflexões acerca da NDC. Dito de outra forma, preservar a disciplina em seu modo convencional e colocá-la em diálogo não sendo constituído por uma rede ou teia de (mono)disciplinas interconectadas, mas sendo constituído por dimensões (conceitos, epistemologias, teorias, paradigmas) heterogêneas e singulares que se interagem, que podem até ser estudadas em formato disciplinar, desde que considerada a sua natureza múltipla e complexa.

A atual estrutura universitária encontra-se em descompasso com a sociedade e os indivíduos contemporâneos que em decorrência da “revolução tecnológica” modificaram o modo de pensar e se comportar, fazendo-o em redes e abrindo *links* de maneira naturalizada, não se adequando mais ao conhecimento compartimentalizado ministrado por meio de mono (disciplinas) que não se comunicam com outros conhecimentos e formas de saber, sendo que não se trata de desprezar o longo processo de científicização e disciplinarização pelo qual

²⁰⁴ As exigências editalícias em concursos públicos para professores universitários, muitas vezes estabelece como requisitos, graduação e doutorado numa mesma área, além de, especificamente quanto aos professores da área de ciências da natureza, há poucas oportunidades para profissionais com formação em humanidades. Essas regras e práticas funcionam como entrave para currículos e cursos a partir da nova imagem-concepção de ciência.

passou o conhecimento, visto que fundamental para legitimação da ciência, mas de se reinventar em busca da criação de espaços de discussão mais ampliados²⁰⁵.

Assim, o conhecimento complexo, dinâmico, com múltiplas temporalidades e dimensões requer nova lógica de funcionamento das universidades com mudanças na gestão e/ou políticas públicas, novos espaços físicos, bem como, na educação científica, que inicialmente, deve ser construída a partir da perspectiva de Projeto de Estado (e não sujeito a interesse de governos), que tenha como essencial a área das humanidades para a ciência, como vimos, a história é imanente à ciência e não há como compreendê-la e refletir criticamente sobre ela sem considerar o humano. A Educação Básica brasileira, enquanto direito público subjetivo (art. 208, VII, § 1º.) e a Educação Superior como direito social (art. 6º. CF) inserido nos direitos e garantias fundamentais (Título II da CF), em análise sistêmica com a LDB, permite vislumbrar uma “função social da educação” em análise combinada com o art. 205 da CF, de modo a projetar uma educação que contemple: a formação e o “pleno desenvolvimento da pessoa” e não apenas a informação e o desenvolvimento da faceta do conhecimento técnico-científico esvaziado de humanidade e descolado da realidade; o “preparo para o exercício da cidadania” que atue na esfera da consciência científica e ambiental, da ética, dos direitos e deveres, dos limites e potencialidades da ciência; e, que envolva a “qualificação para o trabalho” e não treinamentos ou capacitações com alvo em produtividade e empregabilidade, mas também formação científica com oportunidades e possibilidade de inovação, criação e contribuição para o desenvolvimento científico com responsabilidade social.

Segundo Jordheim (2018), o desafio contemporâneo da globalização faz com que a complexidade advinda com as múltiplas temporalidades tanto provenientes de níveis local, regional e global ou de diferentes períodos, contextos, situações geopolíticas e econômicas, enfrente os fenômenos científicos de modo diverso, por isso, tornando-se um desafio para gestores e formuladores de políticas públicas a apresentação de modelos viáveis para a

²⁰⁵ Entendemos esses “espaços de discussão” não apenas como espaços simbólicos de diálogos em sala de aula ou no intercâmbio de vivências, experiências e opiniões em uma disciplina, mas também como espaço físico, visto que, essa nova era tecnológica na qual as relações pessoais e virtuais se estabelecem em redes as, instituições panópticas a que se referia Foucault (a escola é uma delas) tornaram-se incompatíveis com a velocidade e fluidez do pensamento, atingindo as subjetividades geradoras de corpos dóceis, (in) disciplinados que não mais se sujeitam ao confinamento das paredes em carteiras enfileiradas, dando lugar à convivência interconectada, em rede em espaços de encontro e diálogo. Os espaços físicos das escolas e universidades no Brasil ainda são conservadores ou até mesmo encontram-se obsoletos, por isso a relevância de se repensar também os espaços físicos, como nos coloca Sibília (2012) "Resistir ao confinamento ou sobreviver à rede?" Redes ou paredes?

análise, interpretação e intervenção em um mundo multitemporal, uma vez que questões gerais e universalizantes não conseguem contemplar especificidades locais e regionais.

Neste sentido, o padrão hegemônico e universal de ciência já não se sustenta, assim como aquele de educação em que a Universidade atua como espaço do conhecimento universal, e sim, como espaço dos múltiplos conhecimentos e desses em suas múltiplas dimensões fazendo jus ao Projeto de Estado (nem sempre de governo) previsto no art. 206, II da CF do “pluralismo de ideias” para a educação, seguindo o modelo humboldtiano (liberdade de ideias, ensino e pesquisa) de indissociabilidade entre “ensino, pesquisa e extensão” (art. 207 CF), em que o compromisso deve ser: com o ensino crítico e a formação humana²⁰⁶; com a concepção de **pesquisa, ensino e extensão como “bem público” para uso da coletividade**, observadas a proteção e respeito aos direitos sociais e direitos e garantias fundamentais²⁰⁷ e; com a extensão²⁰⁸ como forma de interação com a sociedade e responsabilidade social.

Os cursos de licenciatura e formação de professores em ciências da natureza reivindicam uma nova estrutura político-educacional e de gestão universitária que atenda ao modo de vida da sociedade contemporânea, bem como, à nova demanda da epistemologia histórico-ontológica, cujos modos de pensar e experimentar a ciência dinâmica, em interação, complexidade e multiplicidade.

²⁰⁶ Deve ser entendida como formação integral do ser humano capaz de desenvolver todas as suas potencialidades como aspectos da ética, política, cidadania, trabalho, etc. inspirada nos modelos formativos da *paideia* grega, *humanitas* romana e *bildung* alemã, guardadas as devidas diferenças com a sociedade contemporânea.

²⁰⁷ De acordo com o art. 99 do CC os bens públicos podem ser de uso, comum ou especial, ou de propriedade dominicais. Enquanto os bens privados ensejam competitividade e são excludentes os bens públicos são inclusivos e devem garantir o amplo acesso. A Educação Superior é também um direito social previsto no art. 6º. CF no título dos Direitos e Garantias Fundamentais da CF/8, e, muito embora não seja um direito público subjetivo e de natureza obrigatória, documentos internacionais como *Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais Nações Unidas* (ratificado pelo Decreto 591-92) dispõe no art. 13 alínea c que reconhece “o direito de toda pessoa à educação” e que a “educação de nível superior deverá igualmente torna-se acessível a todos, com base na capacidade de cada um, por todos os meios apropriados e, principalmente, pela implementação progressiva do ensino gratuito”, bem como, o *Estatuto da Juventude* (Lei 12.852/13) prevê no art. 8º que o “jovem tem direito à educação superior, em instituições públicas ou privadas”.

²⁰⁸ No livro *Extensão ou comunicação?* (2015), ao tratar da educação do espaço agrário no Chile de 1969 (aplica-se perfeitamente aos dias de hoje), Paulo Freire reflete sobre a “extensão” e o papel do professor como detentor do conhecimento e responsável por sua transmissão, neste caso, de forma verticalizada contribuindo para o distanciamento e a perda de valores e conhecimentos adquiridos. Freire sai em defesa da “comunicação” que garante a horizontalidade, a dialogia e o intercâmbio entre educador e educando, em que ambos são receptores e emissores de conhecimentos e saberes. Para uma perspectiva um pouco mais pragmática de envolvimento da universidade com a comunidade, talvez fosse interessante substituir a extensão pela “interação” que além da forma horizontal e dialógica recíproca, predomina o aspecto prático garantidor da participação da sociedade com seus conhecimentos e saberes, com vistas a ações transformadoras.

5.3 Educação científica e a “virada do ensino de ciências”

A “virada do ensino de ciências” se dá a partir de **dois pontos de inflexão**: o **primeiro**, como decorrência da “virada epistemológica histórico-ontológica” e, o **segundo**, como substituição do conceito “ensino de ciências” pela visão ampliada de “educação científica”. O **primeiro ponto** de inflexão, a “virada epistemológica histórico-ontológica” que provoca o deslocamento da análise centrada no “epistemologismo” neutro, para a ciência centrada na epistemologia incorporada pela historicidade e ontologia-existencial, por se tratar de ciência feita pelo ser humano, logo, constituída pela história e práticas do *ser-no-mundo* em que o ser só existe e só pode existir historicamente a partir da forma em que se posiciona no mundo (“ser é tempo”), aponta para a concepção de ciências não apenas enquanto reflexão sobre leis, teorias, epistemologias e de práticas científicas, mas também como reflexão ontológica, histórica e práticas sociais acerca dos entes ciência e *Dasein*, bem como, da autorreflexão deste sobre o seu modo de se relacionar com a ciência e do papel de ambos *para e na* sociedade.

É neste sentido que a “virada do ensino de ciências” decorre da virada epistemológica, ou seja, reside justamente no deslocamento do papel da história inicialmente centrado na pedagogia e metodologia, como defendem as abordagens dos especialistas da área de ensino de ciências, para passar a centrar-se na epistemologia. A virada do ensino de ciências tradicional implica em mudar o foco da reforma do ensino centrado na pedagogia, para concebê-lo essencialmente na epistemologia, que desponta como referencial para as mudanças pedagógicas. Com isso, o ponto central de mudança não é a pedagogia, mas a epistemologia, não basta desenvolver ou aprimorar ferramentas didático-pedagógicas, ainda que envolvam a história e história da ciência, será primordial compreender a NDC, para então, seus princípios nortear as mudanças no ensino de ciências, não reduzindo as potencialidades da história aos usos didático-pedagógicos e de contextualização, mas, sendo a base da compreensão, em que a historicidade figura como o elemento estruturante da ciência.

O **segundo ponto** de inflexão da “virada do ensino de ciências”, qual seja, a substituição do conceito “ensino de ciências” pela visão ampliada de “educação científica,” que em sua gênese, já nasce incorporada ao primeiro ponto de inflexão: a ciência possui historicidade, porquanto, a epistemologia não é neutra ou clivada em “externa” e “interna”, mas intrinsecamente histórico-ontológica.

Deslocar o conceito de ensino de ciências para o conceito de educação científica é readequar a educação ao ser cuja realidade é complexa, em decorrência de concebê-lo como múltiplo que lida e vivencia vários aspectos da vida e, também, conceber a nova imagem-

concepção de ciência que é muito mais ampla do que o ensino de ciências tradicional, visto que, integrada a múltiplas dimensões e temporalidades, não fazendo sentido um ensino de ciências compartimentalizado, mas, ao contrário, passa a fazer sentido uma educação integradora capaz de propiciar ampla visão do complexo multidimensional da ciência.

Conceitualmente, ensino e educação são distintos, embora para muitos, como indica Spohr (2006) “não há diferença entre ensino e educação. Para essa maioria, quem ensina educa e quem educa ensina, como se esses termos fossem sinônimos”, porém, ele próprio admite que o ensino, que é instrução, se dirige ao intelecto enriquecendo-o, a educação envolve valores e atitudes. O ensino é uma forma de transmissão do saber sistematizado, geralmente nas escolas, porém, a escola não deve restringir-se apenas a esse saber “transmissão” ou “ensino-aprendizagem”²⁰⁹ do conhecimento científico, sendo muito mais amplo, já que a escola é também um espaço onde são forjados valores éticos e sociais necessários ao convívio e à formação humana.

Os autores que tratam do ensino de ciências, em verdade, referem-se à visão mais ampla que é a educação científica, visto que além de defenderem a compreensão da NDC, autores como Lederman (2007) defendem que o ensino (ou a educação) precisa ser: “cultural”, para aferir o valor da ciência como parte da cultura contemporânea; “moral”, por ajudar a desenvolver uma compreensão das normas da comunidade científica que incorporam compromissos morais de valor geral para a sociedade e, também; “democrático”, por atuar na tomada de decisão.

As políticas públicas para educação brasileira em sua perspectiva mais geral, também propõem a função social da educação - o ensino se apresenta como um dos caminhos para atingir essa finalidade - prevista no artigo 205 da Constituição Federal, como aquela que vise o “pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1988) ratificada nos mesmos termos pelo disposto no artigo 2º da LDB – Lei 9394/96. A Lei de Diretrizes e Bases também prevê:

Art. 1º que a educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais.

§ 1º Esta Lei disciplina a educação escolar, que se desenvolve, predominantemente, por meio do ensino, em instituições próprias.

§ 2º A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. (BRASIL, 1996). (Grifamos).

²⁰⁹ Para Paulo Freire o ato de ensinar-aprender constitui um único processo dialógico e inter-relacional: “quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser reformado” (FREIRE, 2008, p. 23)

Em termos globais o ensino de ciências também cede lugar à proposta de educação científica. A UNESCO no documento *A Ciência para o Século XXI- uma nova visão e uma base de ação* ([2003] 2005) propõe uma educação global de “ciência para o século XXI”, com destaque para o papel das ciências na definição do lugar ocupado pela ciência na sociedade, suas transformações e impactos nas questões ambientais, éticas e de desenvolvimento social. Para além do ensino do “conhecimento sistematizado” da ciência, defende que os currículos científicos devem incluir a ética da ciência e tratar também do seu “impacto cultural” (UNESCO, 2005, p.39).

Saviani (2005) ao se propor à análise e compreensão da natureza da Educação, delimita os seus contornos a partir da afirmativa de que a “Educação é um fenômeno próprio dos seres humanos”²¹⁰ e para que se compreenda a natureza da educação, deve-se, essencialmente, compreender a natureza humana, muito embora afirme que a “escola é uma instituição cujo papel consiste na socialização do saber sistematizado” (SAVIANI, 2005, p.14). Segundo Saviani (2005), a escola diz respeito ao “conhecimento elaborado, não ao conhecimento espontâneo; ao saber sistematizado e não ao saber fragmentado; à cultura erudita e não à cultura popular” (SAVIANI, 2005, p. 14). Já Libâneo (2012), em lugar do dualismo perverso por ele classificado “[...] como uma escola do conhecimento para os ricos e como uma escola do acolhimento social para os pobres” (LIBÂNEO, 2012, p.23), defende que a educação escolar precisa ter como função social a formação integral em que todos tenham educação que contenha o conhecimento sistematizado e a convivência de compartilhamento cultural e de práticas de valores sociais.

A nova imagem-concepção de ciência que promove mudanças profundas e propulsiona a virada no ensino de ciências, desdobra-se numa “nova educação científica”, em que o conhecimento sistematizado e saber cultural de que trata Saviani (2005) e Libâneo (2012), embora demarcados, e, portanto, passíveis de diferenciação conceitual entre episteme, *doxa* ou vivência, estão interconectados e entrelaçados. Nesse processo de mudança acerca da concepção da NDC a educação torna-se essencial no sentido de facilitar a percepção do caráter multidimensional da ciência, em que prevalece a integração entre as dimensões e não a clivagem.

Portanto, se a educação, enquanto Projeto de Estado, tem por finalidade a formação humana, para a cidadania e para o trabalho, a educação científica íntegra e deriva das mesmas diretrizes normativas, porquanto, educar cientificamente não se resume a ensinar fórmulas,

²¹⁰ A esse respeito diz Paulo Freire: “Não é possível fazer uma reflexão sobre o que é a educação sem refletir sobre o próprio homem” (FREIRE, 1979, p.14).

teorias, leis ou quando muito, contextualizá-las. Outras questões se apresentam como centrais, estas envolvem formar professores(as) e pesquisadores éticos nas relações com os outros seres vivos e com a ciência, cidadãos conscientes com responsabilidade científica social capazes de se tornar futuros trabalhadores que não veem a ciência como mercadoria ou simples serviço, mas como bem público e serviço público indispensável ao desenvolvimento da humanidade e do planeta.

O ensino de ciências, por sua própria natureza, como apenas uma das variadas facetas da educação, tem o seu alcance reduzido quando se trata de compreender o complexo do homem e da natureza em suas múltiplas dimensões, a educação científica, por sua vez, possibilita discussões que consideram a historicidade da ciência e contribuem para formação humana acerca da ciência como passível de promover uma educação científica cidadã, consciente, comprometida com as questões ambientais e com os usos e práticas sociais da ciência com vistas ao bem estar social e planetário.

A educação científica permite melhor acessar a nova imagem-concepção de ciência e construir um novo ideário de ciência que possibilite uma nova visão sobre esta que considere a dinâmica das suas interações complexas e multidimensionais que surgem da nossa existência e a ela retornam transformadas a cada movimento. Esse novo universo de conceitos e visões de mundo deve por meio da educação estimular o aluno à reflexão e à compreensão da ciência de forma possibilitar a participação social, o posicionamento e a tomada de decisões que envolvam a ciência e seus fins, qualificando-o para o pleno exercício dos direitos como ser humano e cidadão.

A “nova educação científica” deve permitir agregar a essa nova imagem-concepção de ciências premissas que desvelem a **dimensão humana da ciência** que é a ela imanente, que promovam os **ideais biocêntricos** e a **democratização do conhecimento científico**, dentre outros que visem o bem estar social e do planeta, cuja ética deve atuar de modo transversal em todas as premissas. O enfoque na “dimensão humana da ciência” (bastante explorado ao longo da pesquisa em seu viés histórico-ontológico existencial) não reside apenas em vê-la como uma ciência feita pelo homem, mas também, demonstrar os limites e potencialidades no sentido de permitir a criação de uma consciência científica, assim como, uma decisão política, por exemplo, ela também pode ser objeto de decisão por parte de quem a faz, por interesse ou conveniência, podendo representar um bem ou uma ameaça à vida. Por isso, é importante que os estudos venham acompanhados de um dispositivo de controle, não por parte de um determinado grupo ou comunidade científica, mas por parte da população em geral, que através do esclarecimento e emancipação pelo conhecimento possa participar

democraticamente deste controle ético, com foco no bem estar social e na preservação do planeta. Não se trata de valores externos a serem internalizados, mas algo existencial, que estar no cerne da vida, da natureza, da ciência e da educação.

Paulo Freire na obra *Educação e Mudança* (1979), no capítulo que trata do “Compromisso do profissional com a sociedade”, nos alerta para o “falso dilema” “humanismo-tecnologia” (FREIRE, 1979, p. 11), ressaltando que humanismo e tecnologia não são excludentes, uma vez que, o primeiro implica a segunda e vice-versa, gerando com isso uma impossibilidade de se assumir uma posição neutra perante o mundo, sendo este, o ponto chave para que educadores e educandos assumam posturas na sociedade e possam transformá-la.

Se o meu compromisso é realmente com o homem concreto, com a causa de sua humanização, de sua libertação, não posso por isso mesmo prescindir da ciência, nem da tecnologia, com as quais me vou instrumentando para melhor lutar por esta causa. Por isso também não posso reduzir o homem a um simples objeto da técnica, a um autômato manipulável. (FREIRE, 1979, p.11). (Grifamos).

A nova educação científica requer equilíbrio entre humano (que é também natureza), natureza e ciência²¹¹. Ao reconhecer que a história é constitutiva da ciência, com todo arcabouço de criticidade e problematização que a dimensão histórica propicia, não implica na defesa de que a história seja dela constituinte (sim constitutiva), sujeita a causalidades e determinismos, a uma, porque a dimensão da natureza é fundamental para a ciência, a duas, porque a vida, a história, a existência, a realidade, a natureza não são lineares e determinantes dos acontecimentos e descobertas, são complexos, abertos e detentores de múltiplas variáveis.

Outra premissa que se abre com essa nova educação científica é a necessidade de problematizar o “viés antropocêntrico da ciência” e mitigar a centralidade do humano em razão do valor que a natureza, da qual o homem é apenas parte, tem para a ciência, muito embora, a visão antropocêntrica dominante atribua ao ser humano o papel de detentor do domínio sobre a natureza. Em oposição a essa visão de mundo hegemônica, estão os “ideais biocêntricos” ou “ecologia profunda” (*deep ecology*), conceito cunhado pelo filósofo

²¹¹ Uma nova educação científica que considere o complexo e a multidimensionalidade da ciência deve pautar pelo equilíbrio entre humano e natureza, o que está ratificado a nível mundial pela *Carta da Terra* (2000), que diz em seu preâmbulo: “Estamos diante de um momento crítico na história da Terra, numa época em que a humanidade deve escolher o seu futuro. À medida que o mundo torna-se cada vez mais interdependente e frágil, o futuro enfrenta, ao mesmo tempo, grandes perigos e grandes promessas. Para seguir adiante, devemos reconhecer que, no meio da uma magnífica diversidade de culturas e formas de vida, somos uma família humana e uma comunidade terrestre com um destino comum. Devemos somar forças para gerar uma sociedade sustentável global baseada no respeito pela natureza, nos direitos humanos universais, na justiça econômica e numa cultura da paz. Para chegar a este propósito, é imperativo que nós, os povos da Terra, declaremos nossa responsabilidade uns para com os outros, com a grande comunidade da vida, e com as futuras gerações”. Disponível em: www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/carta-da-terra.html. Acesso em: 12 mar.2020.

norueguês Arne Næss em 1973, que defende que a natureza possui valor intrínseco, independente de seu “valor de uso pelo ser humano”, em que ela, natureza (demais espécies) e o humano (que também é natureza) encontram-se pautados pela igualdade, estando interconectados e interdependentes, garantindo o equilíbrio entre as espécies, por isso, a relevância de repensar as bases da educação científica de viés antropocêntrico, uma vez que o viés biocêntrico melhor se adapta a essa nova educação, pautada no complexo multidimensional do qual a natureza é também uma dimensão, em que os humanos deixam de ser o centro e a natureza deixa de ser alvo de exploração e destruição. Tal qual a ciência, o ser e seus complexos, também no biocentrismo,²¹² a natureza representa um equilíbrio de interações complexas e interconectadas em que a existência de alguns organismos depende da existência de outros dentro dos ecossistemas, com isso, a centralidade valorativa não se concentra mais no humano, gerando, desta forma, um equilíbrio entre este e o seu reino faunístico, a flora e os demais reinos, no qual a biosfera passa a ocupar a centralidade.

No entanto, parece paradoxal conceber que todos os seres vivos têm a sua relevância destacadas no complexo multidimensional e, ao mesmo tempo, admitir como premissa da nova educação científica a concepção epistemológica de que a natureza da ciência é histórico-ontológico, visto que, se trata de atividade humana pautada na existência. É fato que à primeira vista surge como uma dicotomia entre o antropocêntrico *versus* biocêntrico, mas é preciso desconstruir esse binarismo, e como desconstruir é decompor, interrogar e desestabilizar o pensamento dominante revelando-lhe as nuances que entremeiam os polos binários sem necessariamente substituir um pelo outro, nessas duas perspectivas, é preciso destacar que o biocêntrico engloba também o humano que integra a vida, ambos encontram-se complexamente justapostos e mitigam os binarismos revelando ambiguidades e contradições, nas quais o humano como centro não mais se sustenta. Um exemplo dessa ambiguidade é quando, mesmo no viés biocêntrico, em que humano e natureza possuem valoração equilibrada, novamente, surge o humano no centro da discussão, e, isso se dá em dois momentos: o primeiro, quando há evidências da ação humana na degradação do planeta, como o caso da denominada “Era do Antropoceno”, surgida pelo modo de vida humano altamente consumista e poluidor do meio ambiente; o segundo é quando conferimos à ciência, atividade humana, um caráter existencial histórico, em que ao humano pertence o

²¹² O equilíbrio ambiental envolvendo homem/natureza está previsto no ordenamento jurídico brasileiro e cabe ao Poder Público assegurar a efetividade desse direito: “Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para às presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

privilégio de realizá-la e sobre ela refletir, sendo a história imanente à ciência, mas que por sua vez não exclui a natureza. Essas duas contradições exemplificativas, quando retiradas da condição binária (antropocêntrico x biocêntrico), desvelam que em sentido figurado é como se o antropocêntrico sempre estivesse contido no biocêntrico, em que o humano ocupa a centralidade em diversas situações, mas, que não faz dele antropocêntrico, porém, a desconstrução revela também que essa centralidade do humano é relativa, visto que sempre em interação com a natureza, mesmo quando intencionalmente ele se coloca como beneficiário exclusivo do desenvolvimento científico a natureza se impõe e por meio da força demonstra a finitude dos seus recursos.

Por fim, outra premissa que surge como relevante para a nova educação científica é a “democratização do conhecimento científico”, tornando-se possível para alguns, por meio da **humanização da ciência**, no sentido de retirá-la do pedestal e trazê-la para o mundo da vida, da vivência, do cotidiano, realçando a relevância da dimensão histórica na penetração de um conhecimento até então acessível a poucos, aos chamados “**gênios**” ou **pertencentes à elite dominante** do conhecimento hegemônico. Surge também como um dos principais aspectos na solução do “*apartheid científico*”, que opera a segregação entre os que sabem ou se mostram capazes de aprender a ciência e aqueles que não sabem ou não se mostram capazes de aprender. A democratização do conhecimento científico pode se dar em dois níveis: local e global. Embora não seja objeto de discussão neste trabalho, o nível global envolve a educação científica vista da perspectiva de organismos internacionais como, por exemplo, a OCDE, que face à condição econômico-social do Brasil, a posição de país periférico lhe relega a um tipo de educação indispensável à manutenção da condição de subalternidade científica e econômica, ou seja, há uma democratização verticalizada, imposta com restrições pelos países centrais. Quanto à democratização do conhecimento científico a nível local, que não necessariamente remete à questão espacial, regional ou nacional brasileira e nem aos níveis de Educação Básica ou Ensino Superior, mas ao espaço-tempo, como condutor de um novo instante heterogêneo e aberto, criado por meio de novas práticas científicas e didático-pedagógicas em sala de aula e nas instituições de ensino ou com amparo em livros e artigos, bem como, por experiências e vivências considerando as múltiplas temporalidades e dimensões, suficientes para gerar (ou não) no estudante proximidade entre a realidade vivida e o tema estudado, humanizar a ciência, despertar emoções e interesses que o farão parte do universo científico e aberto à compreensão da dimensão ontológica e histórica da NDC, sejam capazes de gerar aproximação com a realidade científica a ponto de permitir que o conhecimento e a atividade científica estejam ao alcance de todos e não sejam exclusividade

de poucos, no entanto, um bom começo, é conhecer, sentir-se parte, para então sentir-se capaz.

Sentir-se parte do universo da ciência é fundamental para a inclusão e democratização da educação científica, visto que, o estudante percebe que aprender ciência não está restrito a uma elite intelectual (a não ser em razão da desigualdade sócio-econômica, mas não cognitiva) ou a “gênios”, mas que eles também podem aspirar ser cientista e participar de grandes pesquisas e “descobertas”. Neste sentido, além da corporificação da ciência ao mundo, às vivências, enfim à existência, é primordial que a educação científica desmistifique o cientista como um gênio e o veja em sua realidade humana, com todos os erros e acertos, alegrias e decepções que integraram o seu processo histórico de investigação científica. A crítica e a problematização por meio da dimensão histórica contribuem para a desconstrução da visão dominante possibilitando o acesso à história mais próxima do ocorrido, a qual se pode aliar também um conceito próprio da história desenvolvido pela corrente historiográfica italiana liderada pelo historiador Carlo Ginzburg (1939) chamada “micro-história”²¹³, em que a partir do “paradigma indiciário”²¹⁴ e da “análise intensiva das fontes” procede-se à investigação histórica em escala micro, atenta aos detalhes silenciados pela análise macro ou estrutural da história oficial, que no caso da história da ciência seria a divulgação dos resultados e casos positivos de cientistas renomados, desconsiderando, por vezes, descobertas, investigações, fragmentos e contribuições de cientistas menos conhecidos ou anônimos, com tendências de ênfase e exaltação dos “grandes feitos” e “gênios” tendendo a exaltá-los, omitindo seus fracassos e desprezando realizações de figuras anônimas, que uma

²¹³ Essa corrente que a partir do fragmento se pretende enxergar uma questão mais ampla, surgiu na Itália com os trabalhos da *Quaderni Storici* ainda na década de 1970, que posteriormente, na década de 1980, foram reunidos em uma coleção denominada *Microstorie* organizada por Giovanni Levi e Carlo Ginzburg e editada por Giulio Einaudi. Um dos momentos mais marcantes dessa corrente surge com a reconstituição da vida do moleiro Domenico Scandella, o Menocchio, perseguido e condenado pela Inquisição, para a compreensão desse acontecimento histórico, no livro *O queijo e os vermes* (1976) de Ginzburg.

²¹⁴ Sobre esse conceito, Ginzburg, no livro *Mitos, emblemas, sinais: Morfologia e História* (2007) desenvolve uma analogia entre o crítico de arte Giovanni Morelli, o personagem Sherlock Holmes (do escritor Conan Doyle) e o psicanalista Sigmund Freud, para demonstrar que tanto a crítica das artes plásticas, quanto a investigação criminal e a psicanálise, bem como a história, partilham da mesma prática de “rastreamento de sinais, indícios, signos”, ou seja, consideram detalhes negligenciados em indícios diminutos e dados marginais, sem, no entanto, conseguir captá-lo em sua integridade, senão apenas indiretamente, por meio dos “restos” do passado. Portanto, “distinguir os originais das cópias. Para tanto, porém (dizia Morelli), é preciso não se basear, como normalmente se faz, em características mais vistosas, portanto mais facilmente imitáveis, dos quadros...Pelo contrário, é necessário examinar os pormenores mais negligenciáveis, e menos influenciados pelas características da escola a que o pintor pertencia: os lóbulos das orelhas, as unhas, as formas dos dedos das mãos e dos pés.” (GINZBURG, 2007, p. 144). Sherlock Holmes representa o “detetive que descobre o autor do crime (do quadro) baseado em indícios imperceptíveis para a maioria.” (GINZBURG, 2007, p. 145). A psicanálise fundada por Freud, por sua vez, interpreta fragmentos de imagens oníricas relatadas por seus pacientes, para realização do processo analítico.

vez consideradas, poderiam ter modificado o curso da história, da ciência e dos paradigmas vigentes.

Por último, no Brasil o “*apartheid* científico” aproxima-se do seu conceito originário de viés racial²¹⁵. Se considerarmos a equação formulada por Libâneo (2012) acerca do “dualismo perverso” existente entre a “escola do acolhimento social para os pobres” *versus* “escola do conhecimento²¹⁶ para os ricos” (LIBÂNEO, 2012, p.23), que explicita tendências polarizadas, em que num extremo está: a “escola assentada no conhecimento, na aprendizagem e nas tecnologias, voltada aos filhos dos ricos, e, em outro, a escola do acolhimento social, da integração social, voltada aos pobres²¹⁷ e dedicada, primordialmente, a missões sociais de assistência e apoio às crianças” (LIBÂNEO, 2012, p.17), quando o ideal seria o equilíbrio²¹⁸, se conjugada ao *locus* onde se concentra a maior população negra, vê-se que o resultado coincidente é: escolas públicas são para negros e pobres.

Em levantamento intitulado *Conheça o abismo racial entre escolas públicas e privadas de Ribeirão Preto* (2019)²¹⁹ realizado com base nos microdados do Censo Escolar 2018 disponibilizados pelo MEC (Ministério da Educação), no qual investiga-se as redes de Ensino pública e particular da cidade de Ribeirão Preto, cuja “rede particular, colégios de elite chegam a ter apenas crianças declaradas brancas em todas as suas salas de aula. Na rede

²¹⁵ Regime político-institucional de segregação racial na África do Sul que perdurou por 46 anos (1948-1994), imposto por uma minoria branca (descendentes dos primeiros colonizadores *bôeres* também denominados *africâner*, constituído pelos europeus que vieram da Holanda, França e Alemanha e se estabeleceram no país nos séculos XVII e XVIII) sobre grupos de outras etnias, em sua maioria grupos compostos por negros, tendo Nelson Mandela (1918-2013) como um dos seus principais opositores.

²¹⁶ Importante destacar que esse conhecimento não é neutro, “todos/as nós falamos de tempos e de lugares específicos, a partir de realidades e histórias específicas. Não existem discursos neutros. Quando os acadêmicos/as *brancos/as* afirmam ter um discurso neutro e objetivo, eles/as não estão reconhecendo que também escrevem a partir de um lugar específico, que, naturalmente, não é neutro nem objetivo, tampouco universal, mas dominante. Eles/as escrevem a partir de um lugar de poder. (...) vale a pena lembrar que a teoria não é universal nem neutra, mas sempre localizada em algum lugar e sempre escrita por alguém, e que este alguém tem uma história”.(KILOMBA, 2016, pp.7-8).

²¹⁷ Para uma discussão ampliada, podemos refletir sobre o conceito de “epistemicídio” em que o processo de banimento social encontra-se aliado à exclusão das oportunidades educacionais. “Nessa dinâmica, o aparelho educacional tem se constituído, de forma quase absoluta, para os racialmente inferiorizados, como fonte de múltiplos processos de aniquilamento da capacidade cognitiva e da confiança intelectual. É fenômeno que ocorre pelo rebaixamento da auto-estima que o racismo e a discriminação provocam no cotidiano escolar; pela negação aos negros da condição de sujeitos de conhecimento, por meio da desvalorização, negação ou ocultamento das contribuições do Continente Africano e da diáspora africana ao patrimônio cultural da humanidade; pela imposição do embranquecimento cultural e pela produção do fracasso e evasão escolar.” (CARNEIRO,2017).

²¹⁸ A situação exige mudança para que não haja divisão entre escolas para pobres e para ricos, uma vez que a educação está prevista no rol dos direitos e garantias fundamentais (Título II) como um direito social (artigo 6º. CF).

²¹⁹ Na reportagem de Cristiano Pavini, destaca-se que foram “analisados 96.123 alunos do Ensino Fundamental e Médio de Ribeirão Preto, distribuídos em 3.696 turmas de 210 escolas privadas ou públicas (rede estadual e municipal)”. Disponível em <https://farolete.info/conheca-o-abismo-racial-entre-escolas-publicas-e-privadas-de-ribeirao-preto/>. Acesso em: 20 mar.2020.

pública, a situação se inverte: negros são maioria em escolas da periferia e com estrutura precária” (PAVINI, 2019). A divisão entre escolas públicas e privadas escancara uma realidade segregatória, em que nas “escolas particulares 75% dos alunos são declarados brancos e apenas 8% negros. Nas públicas, são 54% brancos e 31% negros”, sendo que, de “cada 10 negros estudando no Ensino Médio ou Fundamental de Ribeirão Preto, apenas 1 está na rede particular e 9 na rede pública” (PAVINI, 2019). Em relação especificamente ao Ensino Médio de Ribeirão Preto, que em 2018 contava com 22,1 mil alunos, a segregação racial se repete. “Apenas um em cada dez negros estudou na rede particular”. E em 63 das 216 turmas existentes na rede particular 63 delas (29%) não há alunos declarados negros. Em três colégios particulares só há estudantes declarados brancos (sem considerar os alunos sem raça declarada). Já a rede pública tem 449 turmas e em nenhuma delas há apenas brancos, porém, “em 22 a situação se inverte: os declarados negros são maioria dentro de sala de aula” (PAVINI, 2019).

Com isso, não se pretende aqui discutir a qualidade do ensino das escolas públicas ou privadas, mas tão somente a “função social” de cada uma delas com base no que Libâneo (2012) chamou de “dualismo perverso”, em que a escola para pobres não teria como principal função social o conhecimento científico sistematizado. Por fim, não obstante o lapso temporal de 07 (sete) anos existente entre os dois estudos, nota-se que o “dualismo perverso” persiste, reproduz e mantém as desigualdades sociais e étnico-raciais, que reflete na desigualdade do conhecimento.

No entanto, surge um impasse epistemológico quando ao pensar a educação científica pautada na dimensão histórica, isto é, na historicidade, na vivência e na ontologia como balizadoras de um conhecimento científico pautado na realidade, se depara com uma situação local em que negros foram e ainda são exceção no mundo acadêmico, em especial na área de ciências da natureza. A ausência de cientistas negros (extensivo às mulheres, especialmente, “mulheres negras”²²⁰ na ciência) como referência ou o apagamento de biografias de

²²⁰ Em debates contemporâneos sobre movimento feminista negro, a filósofa brasileira Djamila Ribeiro no livro *Lugar de fala* (2019), o considera como uma questão estrutural e não individual, visto que construído a partir de certas realidades próprias de determinados grupos sociais que os enunciam. Assim, defende que se dê visibilidade aos lugares de fala historicamente excluídos dando voz a quem nunca pôde falar ou nunca ocupou espaços privilegiados em que pudessem ser efetivamente ouvidos. De acordo com Ribeiro (2019) quando falamos de pontos de partida, não estamos falando de experiências de indivíduos necessariamente, mas das condições sociais que permitem ou não que esses grupos acessem lugares de cidadania. (...) Uma mulher negra terá experiências distintas de uma mulher branca por conta de sua localização social (...). Assim, as experiências comuns resultantes do “lugar social” ocupado pelas mulheres brancas, impedem que mulheres negras dele compartilhem, mantendo-as “num lugar silenciado estruturalmente”, restringindo oportunidades iguais (RIBEIRO, 2019, p.34). Não se trata de representatividade e exclusivismo, já que “que todas as pessoas possuem lugares de fala, pois estamos falando de localização social. E, a partir disso, é possível debater e refletir

intelectuais negros, prejudica a relação identitária do estudante da escola para pobres, em sua maioria negros, provocando o esvaziamento das narrativas científicas, muitas vezes contribuindo para o afastamento de estudantes negros da ciência, face a determinada realidade local. Com isso, aquele cientista negro (negra) muitas vezes aliado do processo científico e quase sempre inviabilizado, invisibilizado e reiteradas vezes silenciado, tornou-se mudo por séculos, como se dissesse: “Eu acenava para o mundo e o mundo amputava meu entusiasmo. Exigiam que eu me confinasse, que encolhesse” (FANON, 2008, p. 107). Esse difícil processo suscita na educação científica uma “ausência” que inviabiliza a relação identitária da maioria dos estudantes alvo da inclusão e democratização do conhecimento científico, que busca se reconhecer por meio do outro, (reforçando muitas vezes a própria incapacidade de ocupar o espaço da ciência) através da imagem de cientistas de maioria branca, muitas vezes considerados gênios, não expostos à exclusão, desdém e desconfiança pela discriminação racial escancarada ou velada. Daí a importância de adotar uma educação científica de valorização da diferença com estudos que enfoquem a dimensão histórica e resgatem a história da ciência silenciada.

Com clareza solar, Olival Freire Jr.(2018) vai ao cerne do problema ao advertir que os “meios científicos reforçam a ideia de que a ciência é feita por pessoas geniais, brancas e do sexo masculino. A ciência reflete a carga de preconceitos da sociedade. No caso das mulheres, há um esforço para aumentar a presença delas na atividade científica” dando visibilidade como o caso das histórias das “mulheres negras que faziam cálculos na Nasa e foram objeto de um filme recente, *Estrelas além do tempo*.” Ele se alinha aos demais autores citados ao concordar com a existência de “um certo apagamento das contribuições vindas de descendentes de africanos, seja por descendentes que estão nos Estados Unidos ou no Brasil” acrescentando que há “um processo de tornar invisível a contribuição africana” (FREIRE Jr., 2018).

A democratização da ciência e da educação científica passa pela inclusão e garantia de igualdade social, econômica, racial e de gênero no acesso ao conhecimento, aplicando essa

criticamente sobre os mais variados temas presentes na sociedade. O fundamental é que indivíduos pertencentes ao grupo social privilegiado em termos de *locus* social consigam enxergar as hierarquias produzidas a partir desse lugar e como esse lugar impacta diretamente na constituição dos lugares de grupos subalternizados. Numa sociedade como a brasileira, de herança escravocrata, pessoas negras vão experienciar racismo do lugar de quem é objeto dessa opressão, do lugar que restringe oportunidades por conta desse sistema de opressão. Pessoas brancas vão experienciar do lugar de quem se beneficia dessa mesma opressão”. (RIBEIRO, 2019, p.47). “Pensar lugar de fala seria romper com o silêncio instituído para quem foi subalternizado, um movimento no sentido de romper com a hierarquia, muito bem classificada por Derrida como violenta”. (RIBEIRO, 2019, p.50).

mesma igualdade também na relação global/local, em que “subalternizados” e “colonizados”, conheçam e estimulem movimentos “pós-coloniais”, “descoloniais” e/ou “decoloniais”, no primeiro caso para fomentar estudos acadêmicos que desvelem as histórias e saberes desses sujeitos de forma a trazê-los para a cena, e, no segundo caso, que esses próprios sujeitos sejam as vozes de seus conhecimentos e saberes eclipsados pela epistemologia hegemônica, com o objetivo de, uma vez que tenham clareza acerca da sua condição e posição no “mundo globalizado”, sejam capazes de ocupar os legítimos espaços. De uma perspectiva mais ampliada, essa análise sinaliza para reflexões acerca das “epistemologias do sul” em relação à “epistemologia Norte-cêntrica” e conduz a questionamentos do tipo: como homens de alguns poucos países da Europa e os Estados Unidos “alcançaram privilégio epistêmico ao ponto de que hoje em dia se considere o seu conhecimento superior ao do resto do mundo? Como eles conseguiram monopolizar a autoridade do conhecimento do mundo?” (SANTOS, 2010). Segundo o sociólogo porto-riquenho Ramón Grosfoguel (2016), o “privilégio epistêmico do homem ocidental foi construído às custas do genocídio/epistemicídios dos sujeitos coloniais”, dos “muçulmanos e judeus na conquista de Al-Andalus, contra povos nativos na conquista das Américas, contra povos africanos na conquista da África e a escravização dos mesmos nas Américas e, finalmente, contra as mulheres europeias queimadas vivas acusadas de bruxaria”. (GROSFOGUEL, 2016, p.25). Essa é uma forma de “racismo epistêmico” que institui um único grupo no poder como a voz da autoridade e da verdade, excluindo a visão de mundo dos sujeitos coloniais (e subalternos), trazendo “à tona a criação do poder racial e patriarcal e as estruturas epistêmicas em escala mundial emaranhadas com o processo da acumulação global capitalista” (GROSFOGUEL, 2016, p.42).

Assim, em termos de educação científica o “*apartheid* científico” brasileiro na esfera local é agravado pela desigualdade social, econômica, de gênero e racial, e, na esfera global, pela herança colonial do pensamento e por categorias universalistas advindas de uma experiência histórica hegemônica eurocêntrica e norte-americana que não reconhece (nem pretende fazê-lo) as suas limitações, e se propõe, pretensiosamente, a servir de referência para as múltiplas maneiras de estar no mundo. De acordo com a filósofa panamenha, Linda Alcoff (2016), “o problema epistemológico [deve] ser central para a próxima fase da luta revolucionária. Cientificismo, positivismo, autoridade masculina, elitismo e eurocentrismo devem ser desembaraçados do processo pelo qual um conhecimento libertador é desenvolvido”. (ALCOFF, 2016, p.130). Acrescenta que “reivindicações de conhecimento universal sobre o saber precisam no mínimo de uma profunda reflexão sobre sua localização cultural e social”, para que se alcance uma “epistemologia decolonial revolucionária”

(ALCOFF, 2016, p.142). Neste sentido, a virada epistemológica histórico-ontológica contribui para a possibilidade de desenvolvimento de uma ciência local, desconstruindo a ciência universal e hegemônica (e a sua reprodução) violentamente imposta pelo capitalismo global.

O processo de democratização da educação científica atravessa várias questões de cunho estrutural²²¹ que se justapõem e entrecruzam às dimensões sociais, culturais e econômicas que carecem de medidas complexas e profundas que sejam capazes de promover mudanças culturais e emancipação social, sendo a educação científica uma parte importante desse projeto de mudança. Como contributo da educação, é essencial que a ciência saia do pedestal e se veja como parte da vida e da realidade, como discutido na “virada epistemológica histórico-ontológico” e na “virada do ensino de ciências”, provocando desta forma, o deslocamento de uma educação científica que “transmite e reproduz conhecimento” (estranque e fechado) para outra que “produz e problematiza o conhecimento” (dinâmico, crítico e aberto) considerando o mundo da vida, contribuindo para a democratização do conhecimento científico.

A pergunta que fica é: o ensino de ciências atual possibilita compreender a NDC, bem como, conhecer outras epistemologias e histórias científicas silenciadas, capazes de auxiliar na compreensão da ciência em sua dinamicidade, em relação à realidade e em sua multiplicidade temporal? Por certo, que o viés reducionista do ensino de ciências com enfoque na “explicação” de fórmulas, leis e teorias, ainda que almeje também a compreensão da NDC, se não promover uma mudança no sentido de perceber que a ciência não é apenas parte da escolarização (do ensino), mais do que isso, ela integra a base educacional da sociedade, já que a ciência está arraigada no modo de vida civilizatório contemporâneo, e como tal, ela é complexa, dinâmica, com múltiplas dimensões e temporalidades.

O que se espera é uma maior inclusão de grupos historicamente sub-representados na área das ciências da natureza e a democratização da educação científica, sobretudo em meio aos indivíduos pertencentes às escolas de maior vulnerabilidade (menos inclusivas de ciência), com o despertamento da sensação de pertencimento, e conseqüente, aniquilamento

²²¹ A desigualdade social e econômica são questões estruturais que impactam diretamente na educação, bem como, o racismo, que provoca o apagamento ou acesso de negros a muitos espaços. Almeida (2019) no livro *Racismo estrutural* afirma que “o racismo é sempre estrutural”, visto que “integra a organização econômica e política da sociedade.” [...] O racismo fornece o sentido, a lógica e a tecnologia para a reprodução das formas de desigualdade e violência que moldam a vida social contemporânea (ALMEIDA, 2019, p.15) e decorre da “própria estrutura social, ou seja, do modo “normal” com que se constituem as relações políticas, econômicas, jurídicas e até familiares” (ALMEIDA, 2019, p.33). O “racismo constitui todo um complexo imaginário social que a todo momento é reforçado pelos meios de comunicação, pela indústria e pelo sistema educacional.”(ALMEIDA, 2019, p. 51).

do *apartheid* científico, contribuindo para que se sintam capazes de compreender a ciência, estimulando-lhes sonhos e desejos reais de integrar o universo científico, até o momento distante de muitos e exclusivo de poucos. Pela via das humanidades, especialmente por meio da dimensão histórica, a vereda que se abre é trazer a ciência para as pequenas coisas da vida cotidiana de onde podem surgir grandes e inovadoras ideias. A educação científica precisa lidar com o que a ciência realmente é e não apenas repetir fórmulas, leis e teorias reproduzindo a imagem de ciência dominante e alienando os estudantes do mundo da vida.

5.4 Existência de uma Cultura Científica

O percurso pelas veredas abertas pela dimensão histórica da ciência e compreender o papel da historicidade em que a história surge como imanente à ciência, cuja ontologia existencial, vivência, cotidianidade do mundo e do *Dasein* “sempre-já-lançado-no-mundo” contribuem para a sua complexidade, multiplicidade e dinamicidade, apontou para uma mais uma importante diretriz que se apresenta como essencial para melhor compreensão da NDC e parte do seguinte questionamento: **numa relação inversa, a ciência pode ser constitutiva da história? Das vivências e formas de cotidianidade?** Antes da resposta é fundamental compreender que toda vida cotidiana está inserida no universo da cultura, bem como os sujeitos ainda que não intencionalmente, produzem cultura diariamente com os seus modos de vida, práticas, comportamentos e relações com o outro e com a natureza, uma vez que a cultura é constituída por grupos e pela sociedade, sendo ensinada desde o nascimento e modificada ao longo da vida, seja pelo próprio movimento da história seja pela interação e intercâmbio com outros grupos. O sociólogo jamaicano Stuart Hall (1932-2014) destaca a “centralidade da cultura” e “a enorme expansão de tudo que está associado a ela, na segunda metade do século XX, e o seu papel constitutivo, hoje, em todos os aspectos da vida social”. (HALL, 1997, p.16).

O conceito de cultura é polissêmico, cambiante e envolve teorias desenvolvidas pela dimensão antropológica, sociológica e histórica. Para o antropólogo estadunidense Clifford Geertz no livro *A Interpretação das Culturas* [1989] o conceito de cultura é essencialmente semiótico, sendo uma ciência interpretativa em busca de símbolos, significados, na qual “o homem é um animal amarrado a teias de significados que ele mesmo teceu” (GEERTZ, 2008, p.5), de modo que, em sua maioria, tais símbolos são dados, visto que se “encontram em uso corrente na comunidade quando nasce” e “permanecem em circulação após a sua morte, com alguns acréscimos, subtrações e alterações parciais dos quais pode ou não participar”. Ao longo da vida o ser humano “se utiliza deles, ou de alguns deles, às vezes deliberadamente e

com cuidado, na maioria das vezes espontaneamente e com facilidade”, com o objetivo de “auto-orientar-se no ‘curso corrente das coisas experimentadas’” (*sic*), com isso, o homem necessita das fontes simbólicas para “encontrar seus apoios no mundo” (GEERTZ, 2008, p.33). O conceito de cultura ao qual Geertz (2008) se refere “denota um padrão de significados transmitido historicamente, incorporado em símbolos”, ou seja, “um sistema de concepções herdadas expressas em formas simbólicas por meio das quais os homens comunicam, perpetuam e desenvolvem seu conhecimento e suas atividades em relação à vida” (GEERTZ, 2008, p.66).

Para a antropóloga também estadunidense, Ruth Benedict (1887-1948) no livro *Padrões de Cultura* [1934] a cultura é investigada pelo antropólogo por meio da verificação da “vasta gama de costumes que existem em culturas diferentes” e do modo como essas “culturas se transformam e se diferenciam, as formas diferentes por que se exprimem, e a maneira como os costumes de quaisquer povos funcionam nas vidas dos indivíduos que os compõem” (BENEDICT, 2000, pp.13,14). O antropólogo brasileiro Roque Laraia (1932) defende que tanto o “modo de ver o mundo” quanto “os diferentes comportamentos sociais e mesmo as posturas corporais são assim produtos de uma herança cultural” (LARAIA, 2002, p.68), sendo que a “a cultura é como uma lente através da qual o homem vê o mundo” (p.67).

Sob o foco da dimensão sociológica Hall (1997) considera que os “seres humanos são seres interpretativos, instituidores de sentido” sendo este o elemento diferenciador da “ação social” “como um comportamento que é distinto daquele que é parte da programação genética, biológica ou instintiva”. A “ação social” (conceito de Max Weber) é significativa tanto para quem a pratica, quanto para quem a observa, “em razão dos muitos e variados sistemas de significado que os seres humanos utilizam para definir o que significam as coisas e para codificar, organizar e regular sua conduta uns em relação aos outros” (HALL, 1997, p.16).

Estes sistemas ou códigos de significado dão sentido às nossas ações. Eles nos permitem interpretar significativamente as ações alheias. Tomados em seu conjunto, eles constituem nossas "culturas". Contribuem para assegurar que toda ação social é "cultural", que todas as práticas sociais expressam ou comunicam um significado e, neste sentido, são práticas de significação. (HALL,1997, p.16).

A cultura por meio de diferentes formas de ação e manifestação tem produzido novas subjetividades, novos comportamentos e novas formas de ser e estar no mundo, daí Hall (1997) referir-se à expressão "centralidade da cultura" como indicativa da “forma como a cultura penetra em cada recanto da vida social contemporânea, fazendo proliferar ambientes secundários, mediando tudo”. (HALL,1997, p.22).

O sociólogo e historiador polonês Zygmunt Bauman (1925-2017) alarga ainda mais o conceito de cultura e para além dos signos e significados passa a conceber a “cultura como práxis”, visto que a cultura não se define apenas por suas variadas elaborações específicas, mas encontra-se corporificada na práxis humana. De caráter existencial a cultura é parte do ser humano, pois apenas este pode reivindicar o seu significado, ao mesmo tempo é libertadora, por abrir possibilidades para múltiplas realidades.

Esse conjunto hábitos, crenças, modos de vida e de ser, forma de vestir, pensar, agir e falar, ou seja, tudo que é passado vivido e compartilhado entre as pessoas dispersos no tecido social nos subjetivam de maneira sutil, plural e muitas vezes indireta, sem que possamos nos dar conta da sua atuação. Por isso, a cultura há muito não é mais estudada como uma “variável sem importância, secundária ou dependente em relação ao que faz o mundo mover-se; tem de ser vista como algo fundamental, constitutivo, determinando tanto a forma como o caráter deste movimento, bem como a sua vida interior”. É preciso considerar a “centralidade da cultura na constituição da subjetividade, da própria identidade e da pessoa como um ator social” e a sua expansão da cultura a um espectro mais ampliado (HALL, 1997, p.23).

“É quase impossível para o cidadão comum ter uma imagem precisa do passado histórico sem tê-lo tematizado, no interior de uma "cultura herdada", que inclui panoramas e costumes de época”. (HALL, 1997, p.23). O passado histórico vivido ou narrado está constituído pela cultura, razão pela qual a história também se ocupa do debate acerca da cultura. A existência do ser pressupõe a produção de cultura, ainda que de maneira indireta, como demonstra D’Assunção Barros (2005) ao referir-se à “história cultural”:

História Cultural pode combinar quatro dos elementos fundamentais [...] (objetos culturais, sujeitos, sistemas, processos) com quatro dimensões essenciais que se multiplicam logo a seguir: as práticas, as representações, as visões de mundo, as expressões. [...] Tudo o que o homem faz em termos de cultura pode ser referido às funções fundamentais que [...] correspondem a quatro gestos culturais essenciais: as práticas relacionam-se ao "fazer"; as representações relacionam-se ao "representar"; as visões de mundo relacionam-se ao "ver" (no sentido de conceber), e as expressões relacionam-se ao impulso do ser humano de se "expressar" de maneiras diversas. Essas funções fundamentais correspondem cada qual a muitos desdobramentos possíveis. (D’ASSUNÇÃO BARROS, 2005, p.4). (Grifamos).

As práticas culturais ou modos de vida, as representações, o modo de conceber o mundo e a forma de se expressar do sujeito e da coletividade, isto é, o seu agir no mundo, o comportamento humano e a sua interação na natureza compõem o arcabouço cultural e não são negligenciadas pela história²²² que objetiva compreendê-las enquanto hábitos, costumes e

²²² Para um maior aprofundamento acerca da história cultural destacamos a relevância dos historiadores da História Cultural Jacob Christoph Burckhardt (1818-1897) e Johan Huizinga (1872-1945), do historiador e sociólogo brasileiro Gilberto Freyre (1900-1987) e historiador Sérgio Buarque de Holanda (1902-1982), as

práticas que são também históricas “constroem o mundo como representação” (CHARTIER, 1990, p.27), segundo o historiador francês Roger Chartier (1945).

Refletir sobre a existência²²³ de uma cultura científica exige clareza quanto à demarcação conceitual para que não se confundam os conceitos de cultura e ciência, que um não seja tomado pelo outro, sendo, portanto, conceitos distintos, cuja justaposição e interação entre eles contribui para o nascimento de um novo conceito, que ao lado da cultura popular, da cultura arte, da cultura religiosa, da cultura de massa ou da cultura erudita, dentre outras, surge a cultura científica.

A existência da cultura científica é reconhecida por alguns autores no campo da história e historiografia da ciência. Em 1959 Snow proferiu a palestra *As Duas Culturas* (1995) na qual reconhece a existência da cultura científica e denuncia o fosso que a separa da cultura literária como sendo prejudicial, incorrendo no “autoempobrecimento” (SNOW, 1995, p.32) de ambas. O autor não se dedica ao desenvolvimento do conceito de cultura científica, porém, se mostra categórico ao afirmar a necessidade de aproximação das duas culturas (científica e literária) fechando o fosso entre ambas, tanto no sentido intelectual mais abstrato quanto no sentido mais prático, uma vez que enquanto esses dois sentidos se desenvolverem em separado, nenhuma sociedade será capaz de pensar com sabedoria (SNOW, 1995, p.72).

Na mesma linha de Snow, o físico brasileiro João Zanetic no artigo *Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas* (2006), também aborda a cultura científica a partir do movimento de aproximação entre a física e a cultura literária, ou seja, constrói uma ponte entre ambas como “uma forma útil de interpretar o mundo” e também de transformá-lo. O autor esclarece que a ponte será mais “explicitamente a transformação do papel do escrito literário na passagem da visão de mundo influenciada pela física clássica” representada por alguns escritores, como: Edgar Allan Poe, Gustave Flaubert, Emile Zola e Augusto Zalar, “para aquela que nasceria influenciada pela física contemporânea, exemplificada pelos escritos de Fiódor Dostoiévski e William Faulkner”. (ZANETIC, 2006, p.55).

contribuições dos historiadores ingleses Edward Palmer Thompson (1924-1993) Peter Burke (1937) e do historiador francês Michel de Certeau (1925-1986). Estudos sobre a carnavalização como cultura popular na Idade Média e Renascimento desenvolvido pelo filósofo russo Mikhail Bakhtin (1895-1975); os estudos sobre o “processo civilizador”, realizados pelo sociólogo alemão Norbert Elias (1897-1990); as periodizações da cultura ocidental baseada nas descontinuidades investigadas por Michel Foucault (1926-1984); e ainda, os conceitos de reprodução, *habitus* e capital cultural que foram desenvolvidos por Pierre Bourdieu (1930-2002), dentre outros, foram muito utilizados como referência para os estudos acerca da história cultural.

²²³ Não se trata de descoberta, criação ou construção, visto que conforme veremos adiante ela econtra-se latente na história desde o surgimento da ciência moderna, resta apenas promover o desvelamento.

Esse interessante movimento aproximativo entre a ciência e a literatura, sendo esta utilizada como ferramenta pedagógica para o melhor aprendizado da primeira (assim como especialistas de ensino de ciência defendem a história como ferramenta pedagógica), embora muito interessante e legítimo, pode tornar-se um problema e provocar efeito reverso. Pode provocar o distanciamento de estudantes que embora simpatizem com as ciências da natureza, não se interessam pelas humanidades, bem como, haverá estudantes que se sentirão excluídos por uma espécie de “déficit” em seu capital cultural hegemônico (a cultura literária faz parte desse capital), por não terem o hábito de leitura ou pela falta de acesso a obras literárias, especialmente aos clássicos da literatura. Diametralmente, os jovens detentores do capital cultural hegemônico, ou seja, com acesso e conhecimentos prévios acerca da cultura literária erudita, normalmente são os mesmos que dominam a cultura científica e terá o seu conhecimento mais enriquecido e ampliado, em face disso, aumentando o fosso da desigualdade do conhecimento. Por derradeiro, a cultura literária não possui signo identitário de reconhecimento cultural que seja suficiente para aproximar os estudantes mais vulneráveis do conteúdo científico (esperamos que essa realidade se modifique), daí a pertinência de conceber a história como imanente à ciência, não por uma questão de escolha, pois ela já está na ciência, e por isso facilmente identificada no nosso dia-a-dia e de nossos antepassados. Com isso, não defendemos a exclusão ao acesso à cultura erudita e literária, ao contrário entendemos que o seu acesso deve ser ampliado e democratizado, a ressalva, é quanto ao uso como ferramenta didático-pedagógica para melhor compreensão da ciência, que neste caso, a “cultura popular” pode ser mais eficiente por atingir uma maior parte da população.

Num diálogo mais profícuo com o conceito de cultura desenvolvido no campo da sociologia e antropologia, o linguista brasileiro Carlos Vogt (1943), forja o conceito de cultura científica com ênfase na comunicação e divulgação científica, destacando os processos de interação, regulação social e significação simbólica na constituição da ciência. No texto *A Espiral da Cultura Científica*, Vogt propõe um modelo espiral de constituição da cultura científica (2003) no qual por meio de quatro quadrantes delimita os sujeitos participantes do processo de produção da cultura, que partindo do primeiro quadrante (produção e difusão da ciência), os cientistas e universidades são ao mesmo tempo destinadores e destinatários da ciência; de maneira ascendente vai ao segundo (do ensino de ciência e da formação do cientista), cientistas e professores(as) destinam informação a todos os níveis de estudantes e; ao terceiro (do ensino para a ciência) dirigido a professores(as), administradores, museólogos, ou seja, a espaços não-formais de aprendizado de ciência;

chegando ao último quadrante (da divulgação da ciência) em que cientistas e jornalistas destinam a informação científica para a sociedade.

De acordo com Vogt (2003), quando a espiral da cultura científica cumpre o ciclo de sua evolução, ela retorna ao eixo de partida e não regressa ao mesmo ponto de início, mas a um ponto alargado de conhecimento e de participação da cidadania no processo dinâmico da ciência e de suas relações com a sociedade. No entanto, a proposta do autor parece aproximar-se mais da informação e o processo de divulgação pelo qual a ciência passa até chegar ao público específico (ou geral), do que uma preocupação com a educação científica no sentido de formação, compreensão da ciência e do seu desenvolvimento. Ele concebe o desenvolvimento científico como um processo cultural considerado do ponto de vista de sua produção, de sua difusão entre pares ou na dinâmica social do ensino e da educação, ou ainda, do ponto de vista de sua divulgação na sociedade como um todo para o estabelecimento das relações críticas necessárias entre o cidadão e os valores culturais de seu tempo e de sua história (VOGT,2003, p.2). Essa postura centrada na informação e divulgação está sujeita a não surtir efeito por ser verticalizada, ou seja, uma transmissão de conhecimento de quem domina o saber sem oportunizar aos receptores da informação a possibilidade de vivenciá-lo, experimentá-lo e verdadeiramente compreendê-lo, sem que fique restrito a dele obter apenas conhecimento informacional, negligenciando o fato de que a cultura, por vezes, é o próprio processo científico e ter a formação científica forjada em sua própria vivência - e não apenas informar o resultado dela - se configura como uma forma democrática de aprendizado.

Assim como o conceito de cultura, o conceito de cultura científica é também polissêmico, não sendo a cultura científica um “conceito unívoco, ou seja, como se ela fosse igual em toda parte e em qualquer época²²⁴” (FONSECA; OLIVEIRA, 2015, p.447). A junção das duas culturas em uma cultura geral ou “terceira cultura”, segundo Fonseca e Oliveira (2015), valores que antes eram tidos por cognitivos, como objetividade, imparcialidade no julgamento ou testes de verificação intersubjetiva, tornam-se valores sociais. Desta forma, o aprimoramento da vida social passou a ser visto como um

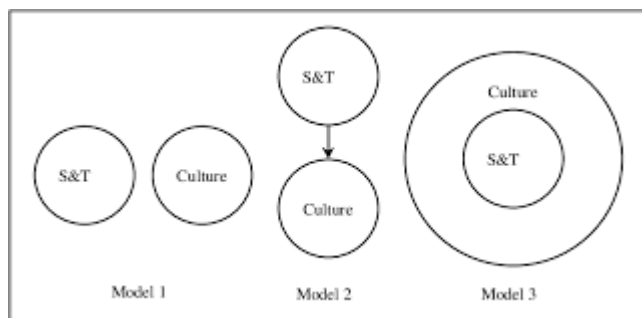
²²⁴ O artigo *Variações sobre a “cultura científica” em quatro autores brasileiros* de Marina Fonseca e Bernardo Oliveira (2015) contribui para a historiografia da ciência brasileira com relevante “repertório de noções de cultura científica, procurando mostrar distintas perspectivas e seus contextos, a fim de resgatar a dimensão histórica do processo de construção do papel que a ciência desempenha em nossa época”. Para tanto, abordam quatro formulações de autores “influentes no âmbito das políticas científicas e educacionais brasileiras: Miguel Ozorio de Almeida, Anísio Teixeira, Maurício Rocha e Silva e Carlos Vogt”.

desdobramento do pensamento científico aplicado aos domínios da vida prática, no qual o “mercado de crenças” nas ações da cultura científica cresce gradativamente privilegiando diferentes aspectos da atividade científica como: “o raciocínio, o linguajar, a imaginação, o aparato conceitual, o sistema de informação, a metodologia, os instrumentos, os procedimentos, as instituições, a especialização, a hierarquização, as descobertas, as aplicações e suas potencialidades”. (FONSECA; OLIVEIRA, 2015, p.447).

Para Godin e Gingras (2000) no artigo *What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model* a cultura científica como conceito multidimensional engloba as dimensões individual e social, e por isso, não opõe ciência e cultura, mas pressupõe a ciência como parte da Cultura. Embora reconheçam a polissemia do conceito de cultura e a estendam ao conceito de cultura científica, em lugar de restringi-lo, buscam ampliá-lo ao afirmarem que apesar da diversidade de definições, meios e fins a ele atribuídos, é possível agregá-los como a “expressão de todos os modos pelos quais os indivíduos e a sociedade se apropriam da Ciência e Tecnologia” (GODIN; GINGRAS, 2000, p. 44). Os autores apresentam muitas razões pelas quais a cultura científica deve ser valorizada, como: desenvolvimento cultural dos cidadãos; cultura científica como pré-requisito para o desenvolvimento econômico e inovação; os aspectos sociais da cultura científica permitem às pessoas entender a base científica da moderna sociedade para que possam desempenhar papel ativo nos debates sociais.

Os autores destacam que as diferentes perspectivas desenvolvidas na literatura sobre cultura científica podem ser agrupadas em torno de três modelos básicos, conforme figura:

Figura 5-Three models of science and culture



Fonte: (GODIN; GINGRAS, 2000, p. 53).

O Modelo 1 analisado e criticado há 30 anos por C. P. Snow, apresenta a ciência como esfera distinta, frequentemente em oposição à cultura; o Modelo 2, atualmente mais comum, também chamado de modelo de dois estágios, separa a ciência da cultura, mas

permite alguns vínculos entre os dois por meio de uma difusão de ciência para cultura através de mediadores como divulgação científica; por fim, o Modelo 3 proposto por Godin e Gingras (2000), sugere uma “reversão das perspectivas sobre os vínculos entre ciência, tecnologia, e cultura”, no qual ciência e tecnologia são definidas, desde o início, como parte da cultura. Enfim, para os autores, sendo a ciência um fenômeno social baseado no esforço coletivo deve necessariamente ser incluída como forma de organização social da cultura.

Esse é o ponto. A cultura não se subsume na ciência ou vice-versa, contudo, ambos os conceitos preservam os respectivos limites demarcatórios como elementos norteadores, que, quando justapostos, formam a “cultura científica” ou “terceira cultura” como sugere Fonseca e Oliveira (2015), em que a ciência já é parte da cultura como propõe o Modelo 3 apresentado por Godin e Gingras (2000). Ora, considerando a “centralidade da cultura” e o seu papel constitutivo em todos os aspectos da vida social (HALL, 1997, p.16) em produzir novas subjetividades, comportamentos e formas de ser e estar no mundo, mediando, a vida social e histórica consubstanciada, de um lado, na “cultura científica material” tangível (por vezes consolidada em tecnologia) como conjunto de descobertas científicas potencializadoras da criação de objetos e utensílios de uso pessoal e da coletividade e, do outro, na “cultura científica imaterial” formada pelos elementos intangíveis representados pelo conjunto de saberes científicos, tradições, técnicas, hábitos, comportamentos, costumes e modos de fazer pautados na ciência, ainda que, até o momento, inexista plena tomada de consciência por parte dos estudantes e sociedade em geral quanto à presença da ciência na cultura.

A cultura por sua vez é histórica, constituída por seres históricos tal qual a ciência. A problematização da dimensão histórica por meio da analítica da historicidade da ciência criou abertura para uma ontologia existencial da ciência como constituição de sentido para a existência, que no sentido inverso - não da história constitutiva da ciência, mas da ciência constitutiva da história – aponta novas possibilidades advindas da ciência que constitui a cultura e suas temporalidades históricas, ou seja, a ciência na condição de atribuidora de sentido à existência (ontológica, histórica e cultural) do *Dasein*.

Considerando que a existência, isto é, a vida cotidiana está inserida no universo da cultura e como seres históricos que somos produzimos cultura diariamente, como, nossos modos de vida, comportamentos, práticas, modos de ver o mundo, retomemos a questão: **a ciência também pode ser constitutiva de vivências e formas de cotidianidade?** Dito de outro modo. **A ciência pode ser constitutiva da cultura, ou seja, dos nossos modos de vida, formas de ver o mundo, comportamentos, crenças e hábitos?** A “práxis humana” e sua interação com a natureza integram o arcabouço cultural e não são negligenciadas pela

história. O historiador britânico Eric Hobsbawm (1917-2012) no livro *Era dos Extremos – O breve século XX 1914-1991* no capítulo intitulado *Feiticeiros e aprendizes – as ciências naturais*, chama a atenção para o paradoxo a ser enfrentado pelo historiador diante da afirmativa de que “nenhum período da história foi mais penetrado pelas ciências naturais nem mais dependente delas do que o século XX. Contudo, nenhum período, desde a retratação de Galileu, se sentiu menos à vontade com elas”. (HOBSBAWM, 1995, p.401). Essa assertiva do autor, embora desvele o paradoxo maniqueísta da ciência entre o bem e o mal, num século marcado por grandes descobertas e por duas guerras, em que a ciência do progresso e desenvolvimento é a mesma ciência da destruição, pressupõe que: a ciência constituiu fortemente a história, a ponto de alterar hábitos, crenças e comportamentos culturais. Sem que a sociedade se percebesse imersa na cultura científica (até hoje não nos damos conta disso), ela se fazia presente nas vidas dos indivíduos e na vida em sociedade, modificava hábitos e crenças, como se a ciência sorrateiramente fosse subsumida pela cultura que a apropriava transformando em hábitos e tradições.

Avanços em pesquisas científicas da “Era dos Impérios”, final do século XIX, segundo Hobsbawm (1995) tornavam-se visíveis não apenas os contornos da moderna tecnologia que contribuiu para a mudança de hábitos quanto ao modo de locomoção e redução das distâncias em decorrência do surgimento dos automóveis e aviões, assim também pela forma de comunicação e lazer com a chegada do rádio e do telefone. Tornavam-se visíveis também os impactos que a “moderna teoria científica: relatividade, o quantum, a genética” tiveram no tecido social, portanto presente na vida cotidiana, como o caso da Teoria da Relatividade Geral, na qual a gravidade desacelera o tempo (um relógio situado na superfície da terra e outro no espaço não avançam no mesmo ritmo) como essencial para o “Sistema de Posicionamento Global (GPS)”, especialmente para garantir a sua precisão quanto ao tempo, tecnologia que provocou mudanças culturais significativas, desde a substituição do sistema de geolocalização de mapas de papel e do simples hábito de se orientar por um ponto de referência próximo ao local de visita. Ou ainda, como o caso do aprimoramento genético com o objetivo de adequar determinados alimentos às necessidades do homem moderno, alterando a tradição de cultivo do campo para facilitar a produção e possibilitar maior número de safras anuais, além de torná-los mais resistentes às pragas e enriquecê-lo do ponto de vista nutricional. É a ciência constituindo novos hábitos, práticas culturais e modos de vida.

De acordo com Hobsbawm (1995) a “ciência, através do tecido saturado de tecnologia da vida humana, demonstra diariamente seus milagres ao mundo de fins do século XX”

(HOBSBAWM, 1995, p.406), sendo “indispensável e onipresente”, uma vez que nos mais remotos confins da humanidade conhecem o rádio (exemplo do autor), ou quando fazemos nossa higiene pessoal, pautamos nossa alimentação em valores nutricionais ou ainda quando mudamos nossos hábitos de exposição ao sol por causa dos estudos científicos acerca dos malefícios causados pela exposição à irradiação solar. Além do objeto científico, o autor, de certo modo, também se refere à “cultura científica imaterial” quando afirma que a “capacidade de certas atividades humanas produzirem resultados sobre-humanos se tornou parte da consciência comum, pelo menos nas partes urbanas das sociedades industriais ‘desenvolvidas’”. (HOBSBAWM, 1995, p.406). Assim, incorporar com naturalidade o sol como o centro do universo ou o que nos prende ao chão é a força da gravidade, ou ainda, que a água é indispensável a qualquer forma de vida, acabam orientando a prática cotidiana e o modo de vida das pessoas entre si e em relação ao meio ambiente de maneira essencial, de modo mais geral ou específico, bem como, operacionaliza a vivência prática.

Nessa “Era de Extremos”, a onipresença da ciência atuando na esfera da “cultura imaterial” não permite ignorar as tensões entre ciência e religião, numa era em que o “Vaticano se viu obrigado a comunicar-se por satélite e testar a autenticidade do sudário de Turim por datação de rádio-carbono”; ou em que o “aiatolá Khomeini difundiu suas palavras do exterior para o Irã por meio de fitas cassete”, ou ainda, em que “Estados dedicados às leis do Corão também se empenhavam em equipar-se com armas nucleares”. (HOBSBAWM, 1995, p.406). Desta forma, o que se argumenta aqui não é que “tudo é cultura” e, tampouco, que “tudo é ciência”, mas que, a ciência por vezes é constitutiva da cultura ao assumir o papel central na mudança de hábitos e crenças, penetrando profundamente no nosso cotidiano e reconstruindo-o, impactando na modificação do ambiente, modos de pensar, de se comportar e de autopercepção.

Hobsbawn (1995) ajuda a entender o caminho inverso em que a ciência está arraigada na história e na cultura, especialmente, se o colocarmos em perspectiva a partir do conceito existencial de ciência em Heidegger que concebe a ciência como modo de existência, como modo de *ser-no-mundo*.

Qual é o lugar da cultura científica na educação? A cultura científica encontra-se latente no tecido social de modo a interpelar a sociedade das mais variadas formas, por isso, ocupa um eixo central para a compreensão da NDC e educação científica mais inclusiva e democrática. A identificação do estudante com a ciência por meio de reconhecimento das práticas científicas em sua vivência e vida cotidiana facilita a compreensão da ciência por meio da aproximação com a realidade. E mais, demonstrar para o estudante que ao lado da

cultura erudita ou da cultura popular, o comportamento, hábitos, tradições e crenças de determinada sociedade são também constituídos pela cultura científica, cuja tomada de consciência acerca dessas práticas científicas permitem melhor compreensão da ciência, por democratizar e tornar inteligíveis códigos e signos do universo científico. O papel da educação é transformar essa cultura científica já existente em possibilidades para educação científica permitindo a compreensão epistemológica, conceitos, leis teorias, visto que o que se encontra incorporado aos modos de vida é o resultado da ciência, nem sempre identificada pela sociedade como conhecimento científico.

A crítica, problematização e desconstrução que advêm do enfoque da dimensão histórica contribuem para o afastamento do conceito ingênuo de cultura científica que vai de um extremo a outro (ciência do bem e do mal), em que a razão e a ciência passam a ocupar a função de potencializadores do desenvolvimento social e com isso, passíveis de se transformar em instrumentos de dominação política, social e econômica (tecnocracia), muito embora o desenvolvimento científico com impactos sociais seja um processo inexorável.

Aliás, a história do século XX protagonizou a ciência em seus extremos, seus grandes avanços científicos e tecnológicos e seus usos em guerras que devastaram cidades matando milhões de pessoas mesmo diante de um desenvolvimento educacional e dentro dos domínios da razão ilustrada e civilizada numa Era pós-iluminista. A Escola de Frankfurt do pós-guerra, por meio de alguns de seus expoentes, Max Horkheimer (1895-1973), Theodor Adorno (1903-1969) e Herbert Marcuse (1898-1979) denunciaram a capacidade de desumanização da ciência e da promoção do aprofundamento da barbárie. Adorno no texto *Educação após Auschwitz* publicado em 1967 destaca que a barbárie está na gênese da civilização, e, por isso, continua acreditando no potencial da Educação como transformadora do caráter, contudo, é preciso refletir sobre o tipo de ser humano gerado pelo sistema social e educacional, a fim de se evitar todas as formas de coisificação do homem e da natureza, fetichismos e silêncios frente à barbárie, nacionalismos exacerbados e manipulação das massas. “A exigência que Auschwitz não se repita é a primeira de todas para a educação” (ADORNO, 2003), e para isso é necessário contrapor-se ao poder cego alertando sobre o seu caráter manipulador, de modo a valorizar a reflexão crítica e filosófica fortalecendo a resistência por meio do esclarecimento, da emancipação.

Atenta a todas as questões discutidas aqui e muitas outras não contempladas, de modo geral, o que se espera da educação científica é que ela seja capaz de reconhecer a existência de uma cultura científica, mas que ao mesmo tempo, os estudantes sejam capazes de distinguir entre cultura e ciência, bem como, sejam também capazes de identificar, delineados

pelos respectivos limites demarcatórios que, mesmo quando, a ciência é constitutiva de hábitos, tradições e crenças, uma não se dilui na outra. A historicidade da ciência oportuniza verificar a ciência na vivência, a prática científica como modo de vida, portanto, não é pensar a cultura científica como resultado da divulgação ou como conhecimento científico acumulado, mas a possibilidade de acesso ao conhecimento científico por meio do reconhecimento da sua existência na prática cotidiana, observando a história vivida da sociedade com seus hábitos, crenças, comportamentos, modos de vida forjados no todo ou em parte pela ciência, portanto, esta como constitutiva da cultura, propiciando não somente ao estudante, mas à população em geral, aproximar a vivência da ciência tornando-a mais inclusiva e democrática.

Assim, quando nos referimos à “existência” da cultura científica significa que ela está latente e necessita apenas ser desvelada. As vivências trazidas pelos estudantes demonstram a sua potência quando são estimulados a perceber que parte dessa vivência cotidiana já compõe a cultura científica e o percurso pelas veredas da história possibilita a confirmação da ontologia existencial da ciência transformando em algo vivo e pulsante. Desvelar a prática científica, historicamente incorporada à cultura democratiza o acesso ao conhecimento científico não apenas como uma questão epistemológica, mas também ontológica, pois somos seres históricos, portanto temporais e constituímos sentido para a nossa existência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estimulados por Thomas Kuhn saímos de viagem pelas veredas da história em busca de uma nova imagem de ciência, em que o papel da história não se reduzisse a um “repositório de anedotas ou cronologias”, mas, que a partir de uma nova historiografia da ciência contribuisse para a transformação da imagem de ciência cientificista ainda dominante.

Na chegada ao destino nos aguardava ansiosa a educação científica, nossa ilustre anfitriã, que em suas dezenas de centenas de viagens e caminhos percorridos por cientistas-viajantes do campo do ensino de ciências, que tiveram a história no horizonte e como bagagem, assim como, dos muitos encontros entre a natureza da ciência, a história e ela, educação científica, esta restou convencida de que a “história da ciência é uma ferramenta didático-pedagógica essencial para a compreensão da NDC e modificação da imagem de ciência dominante”.

Parecia encerrada a viagem. Na chegada ao destino estávamos diante de um papel para a história no campo da educação científica. Mas qual história? Qual historiografia? A voz de Kuhn ainda ecoava aos nossos ouvidos. Sim, porque a ele interessava uma “nova historiografia” que reformulasse a escrita histórica da ciência, então reafirmadora do seu dogmatismo e cientificismo, porque somente assim, essa nova escrita historiográfica seria capaz de contribuir para a modificação da imagem dominante da ciência. Forçou-nos a uma pausa necessária: como nos satisfazer com resultados que, embora demonstrem que a história é fundamental para o aprendizado e compreensão da natureza da ciência, se estes não se encontram assentados em discussões epistemológicas que aprofundem os conceitos históricos, teóricos e metodológicos de forma a demonstrar e legitimar o seu papel na mudança? Porque a história foi reduzida ao papel acessório de ferramenta de ensino didático-pedagógica? Considerando que somos seres históricos não seria ela constitutiva da ciência e, portanto, de ferramenta de ensino não passaria ao cerne da natureza da ciência? A viagem transformou-se em um desejo ainda maior: decidimos percorrer as veredas.

Veredas, o que dizer sobre elas que tanto ensinaram! Caminhos: percursos, aberturas, direções, obstáculos, desvios, avanços, retornos e digressões? Oásis: *habitat* da diversidade, do humano, da natureza, da existência? Nem isso nem aquilo... tudo em multiplicidade, sem no entanto, totalizar-se e reduzir-se ao uno, uno do qual não deflui o múltiplo, mas cada um em sua integridade singular, complexidade e potência.

Foi preciso tomar de empréstimo as “lentes inversoras” kuhnianas ao me defrontar com a mesma “constelação de objetos” ao longo do percurso compondo a paisagem oásica, para ser capaz de enxergar o que antes apenas via, a realidade histórica e científica latente

pulsando sob a fina camada do cientificismo dominante já esgarçado pela ação do tempo e do humano.

Logo na partida para o desbravar, surge a primeira surpresa. Na bagagem da natureza e sua ciência estão também o humano e sua ciência. Não seria uma tautologia? O humano não é também natureza e a ciência não é também humana? Parece complexo... estariam imbricados? O percurso deixará os seus registros. Mas há desdobramentos historiográficos imediatos que podem comprometer o percurso e o lugar de chegada, a opção pelo diálogo e auxílio de teorias e conceitos “pseudoexternos” (desculpem o neologismo) à ciência, que aos portadores da visão de ciência verticalizada em sua hiperspecialização isolada e sem diálogo pode soar como um caminho pós-moderno, fragmentado, de análise horizontal e sem profundidade, já aponta uma direção: a análise historiográfica da ciência e de sua natureza que despreza a interação, o diálogo e a colaboração, ressoa artificial, ante a dinamicidade do humano e da própria natureza.

A certa altura desse caminho insólito, cheio de obstáculos e novidades eis que a educação científica passa a povoar os pensamentos, onde estará? Sempre esteve ao lado neste caminhar. É em nome dela e para ela que aventuramos nessa jornada. Munidos de equipamentos científicos e na bagagem os seus estudiosos e pesquisadores conhecemos a sua fortaleza e as suas fraquezas, dentre as quais, o achado mais relevante, é o de que as ciências da natureza não subsistem sem as ciências humanas, pensar o contrário é como conceber uma sociedade constituída por “seres científicos”, porventura, robôs e algoritmos, não por seres humanos. Essa é a primeira mensagem que a educação científica envia aos detratores das humanidades, a compreensão da natureza da ciência impescinde da história e da filosofia.

Como compreender a NDC utilizando o método explicativo? Compreender não pode se reduzir a decodificar fórmulas, solucionar problemas lógico-matemáticos, encontrar resultados quantitativos, decifrar teorias ou submeter ao imperativo das leis universais, reside aí uma ontologia fundamental que precede todo esse imbróglio, que nos faz questionar sobre: qual o sentido da ciência para a existência histórica, para quem e porque fazemos ciência, qual a função da ciência e a nossa responsabilidade, quais são os nossos limites éticos e as pontencialidades, o que nos move ao estudo e prática científica? Vistas em perspectiva, as epistemologias revelam que o sentido encontra-se na nossa própria existência, desvelando-lhes o caráter existencial da ciência por meio de suas imanências históricas. Assim a ciência tem sido desde a Era Moderna, mas não nos damos conta ou neutralizamos o “erro”, o “falso”, as “crises” e “anomalias” para manter a ordem do caos. É inquietante... precisamos tentar compreender a natureza da ciência, não para escapar à perspectiva cientificista que a

domina mas compreendê-la em sua existência, como ela de fato se apresenta, dinâmica, complexa, multidimensional, multitemporal, provisória, aberta e em devir.

O primeiro desbravar buscou realçar as fronteiras para permeabilizá-las num contato necessário que se mostrasse capaz de dar conta do que é complexo e múltiplo. Demandou esforços por caminho ainda pouco desbravado, aquele do diálogo entre a história e a história da ciência, porém, fundamental para comprovação do que antes era apenas intuição, que a história é imanente à ciência (historicidade da ciência) e que a ciência, por sua vez, é constitutiva da história (cultura científica). História, história da ciência, historiografia, historiografia da ciência e historicidade, construindo seus próprios contornos sem diálogo, transformou-se para nós num problema de esvaziamento de ciência com a forte presença da ausência de história, constituindo-se numa história da ciência de “historiadores ausentes”, que no percurso se fizeram presentes com suas ferramentas, foices e martelos conceituais, metodológicos e teóricos, a desempenhar o seu ofício (*métier d'historien*) de problematização e crítica do que parecia acomodado, sedimentado pelo tempo, sua principal referência.

Ah, o tempo... eis que ele surge no caminho reafirmando a força e a hegemonia que o tornam soberano da vida e da ciência, relegando ao passado o que ao passado pertence fazendo o reinado de cronos impor aos seus súditos e mortais o retorno ao passado científico imóvel, cristalizado, sujeitando ao que dele consegue extrair. O que seria do novo, não fossem os arroubos da juventude do acontecimento, em que kairós traz para o presente a problemática e o revoluciona em seu presentismo. Como dar conta da intensidade do presente? Da efemeridade do acontecimento? Kairós cede, até ser devorado por cronos e subsumido na própria cronologia, passando de potência a simples ato. Mas que temporalidade é essa que constitui a natureza da ciência complexa e multidimensional? O desbravar historiográfico abre caminho para a temporalidade da existência, do ser que é tempo que se constitui na sua existência, dinâmica, complexa, inacabada, provisória, em devir. A ciência como um dos muitos sentidos da existência do *Dasein* encontra-se constituída por essa mesma temporalidade aiônica, igualmente dinâmica, mas assentada na potência e não no ato, no “passado-futuro” como abertura, como possibilidade, reconhecendo e legitimando o complexo e o múltiplo, em detrimento do passado científico imóvel e universal, flexibilizando e redefinindo o marco demarcatório da ciência sem transformá-la em pseudociência, para reconhecer o particularizante, o local, a singularidade caracterizada pela repetição do diferente e pela integridade (inteireza) do instante que é provisório, sem deixar de ser intenso.

Nesse “grande sertão” que é a ciência, com regiões inóspitas, pouco férteis, por vezes seco, de geografia adversa e difícil sobrevivência, também surpreende com os seus oásis. As veredas que antes significavam o caminho desbravado agora tomam a forma de paisagem com vales e nascentes que abrigam ecossistema dinâmico e diverso, necessário à sua sobrevivência. Mas aí também a história está presente, constitutiva do movimento de mudança e com a tarefa de capturar os momentos dessa miragem que surge na paisagem da ciência como um oásis, paragem dos viajantes-cientistas que esquadrinham cada habitante local e percebem a riqueza da nova imagem, que metaforicamente assemelha-se a uma espécie de “sobreposição rizomática” quando analisada em suas múltiplas dimensões, em que o grande sertão visto do enfoque do oásis a interagir com ele e com outras dimensões, como a dimensão que lhe destaca a sua importância ecológica para a biodiversidade, a dimensão da atratividade turística e os recursos hídricos, claro, a depender do tempo, tempo de seca ou tempo de chuva. Quantos ensinamentos a natureza nos proporciona!

Por falar em ensinamentos, surge novamente a educação científica sempre companheira desta “caminhante solitária”, talvez nem tanto, não por acaso lembrei-me de Rousseau e seus devaneios pelos bosques e campos. Na tentativa de me recompor e retomar a lucidez, ante ao aviltamento e ataques negacionistas aos quais, ciência e educação, reiteradamente têm sido expostas, me detenho aos frutos colhidos e perdidos ao longo das veredas e nas paragens dos oásis do grande sertão em busca do deleite do caminhar e da alegria do resultado do encontro da chegada. Colocando-me a pensar questiono: qual terá sido a aprendizagem? Parece tortuoso colocá-la em prática, são muitas as mudanças para tentar acomodá-la. Mas quem falou em acomodar? É contranormativo à sua natureza, ela não deve se adequar, portanto, o que melhor lhe define são as diretrizes possíveis porque norteiam sem exigir adequação impositiva, apontam direções transitáveis, cuja cartografia científica aberta e suas linhas de fuga justapostas à educação e compreensão da natureza da ciência alinham-se aos “princípios”, que são os fundamentos do “complexo multidimensional da ciência”, responsáveis justamente pelas aberturas, ou seja, pelas “diretrizes” para a educação científica. É esse elevado grau de complexidade que traça os percursos que conduzirão até a chegada de novos e múltiplos oásis.

Próximos da chegada ao destino, compreendemos que a educação científica não se satisfaz apenas em ser ornada pela musa Clio, ela junto aos “deuses do tempo” ocupam o cerne da natureza da ciência, agora “epistemológica histórico-ontológica” marcada pela historicidade, e com isso, todos escrevem uma “nova historiografia da ciência”, talvez uma

versão para aquela a qual Kuhn se referiu, capaz de mudar a imagem de ciência dominante e a própria educação científica.

Chegando ao destino, concluímos que abrir veredas pode trazer benefícios, mas costuma causar muitos estragos. É certo que não destrói, apenas desconstrói, porém atinge moradores antigos e tradições arraigadas que alimentam e se retroalimentam da hegemonia local, modifica a paisagem assentada pelo tempo provocando desarmonia até que refloresça o novo entrecruzado pelo antigo, atrai olhares que incentivam novos cultivos. Há muitos agrada a outros incomoda. Talvez a descoberta de que as mudanças e o movimento sempre integraram a paisagem de modo latente e silencioso, ou quem sabe, apenas controlado e sufocado que agora a faz irromper viva e pulsante. Ainda assim, apenas o tempo e os usos que os passantes fizerem dessa estrada dirão se terá valido a pena tentar compreender “Gaia” em lugar de apenas domesticá-la.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAGNANO, Nicola. *Dicionário de filosofia*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- _____. *Introdução ao Existencialismo*. São Paulo: Martins Fontes, 2005.
- ABRANTES, Paulo. *Problemas metodológicos em historiografia da Ciência*. In: SILVA FILHO, Waldomiro José da. *Epistemologia e ensino de Ciências*. Salvador: Arcádia, 2002. p. 51-91.
- _____. *Imagens de Natureza, Imagens de Ciência*. Rio de Janeiro: Eduerj, 2016.
- _____. Entrevista com PAULO C. ABRANTES. *Revista em Construção*. número 6\2019, pags. 328 – 333. DOI: 10.12957/emconstrucao.2019.46735.
- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. *Improving Science teachers' conceptions of the nature of Science: A critical review of the literature*. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.
- ADORNO, Theodor W. *Educação após Auschwitz*. In: *Educação e Emancipação*. 3ª Ed. Tradução Wolfgang Leo Maar São Paulo: Paz e Terra, 2003.
- ADORNO, Theodor W. HORKHEIMER, Max. *Dialética do esclarecimento: fragmentos filosóficos*. Tradução de Guido Antônio de Almeida. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.
- ADÚRIZ-BRAVO, A. *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*, 2001. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. 2001. Disponível em: www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4695/aab1de3.pdf. Acesso em: 25jan18.
- AGAMBEN, Giorgio. *Infância e história. Destruição e origem da história*. 1ª reimpressão. Trad. Henrique Burigo. Belo Horizonte: UFMG, 2008.
- AGAMBEN, G. A imanência Absoluta. In: ALLIEZ, É. (Org.). *Gilles Deleuze: uma Vida Filosófica*. São Paulo: Ed. 34, 2000.
- AGOSTINHO, *Confissões XI*. Ed. Nova Cultural: São Paulo, 2004.
- AIKENHEAD, G. *What is STS science teaching?* In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Ed.). *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 1994
- ALCANTARA, M. C.; BRAGA, M. *Natureza da Ciência: um estudo das influências teóricas em trabalhos publicados em periódicos brasileiros*. *Enseñanza de las Ciencias*, v. extraordinário, p. 3.643-3.648, sept. 2017.
- ALCOFF, Linda. Uma epistemologia para a próxima revolução. *Sociedade e Estado*. Brasília, n. 1, v. 31, jan./abr., 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-69922016000100007>. Acesso em: 20abr2020.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.) *Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004.
- ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, v. 95, n. 3, p. 518–542, 2011.

_____. Beyond the Consensus View: Whole Science, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17:1, 18-26, 2017. DOI: [10.1080/14926156.2016.1271921](https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1271921).

ALMEIDA, Silvio. *Racismo estrutural*. (Feminismos Plurais). eBook. São Paulo: Pólen livros, 2019.

ALTERS, Brian J. Whose Nature of Science? *Journal of Research in Science Teaching*. v.34, n.1, p.39-55, 1997.

ARAÚJO, Inês Lacerda. *Introdução à Filosofia da Ciência*. 3ª. Ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2010.

ARAÚJO, Valdei L. História da historiografia como analítica da historicidade. *História da Historiografia*, Mariana, v. 12, p. 34-44, 2013.

ARAÚJO, Valdei Lopes; VARELLA, Flávia Florentino; MOLLO, Helena Miranda; MATA, Sérgio Ricardo da; (orgs.). *A Dinâmica do Historicismo- Revisitando a Historiografia Moderna*. Belo Horizonte: Argumentum, 2018.

ARÓSTEGUI, Júlio. *A Pesquisa Histórica- teoria e método*. Bauru/SP: Edusc, 2006.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. *Revista Ciência e Educação*, Bauru, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

BACHELARD, Gaston. *Essai sur la Connaissance Approchée*. Editora Vrin. Paris: 1927.

_____. *La continuité et la multiplicité temporelles*. Bulletin n. 2 1937. Disponível em: https://s3.archive-host.com/membres/up/784571560/GrandesConfPhiloSciences/philosc02_bachelard_1937.pdf. Acesso: 10 jul.2019.

_____. *A Epistemologia*. Lisboa: Edições 70, 1971.

_____. *O Novo Espírito Científico*. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1978a.

_____. *A Filosofia do Não*. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1978b.

_____. *A Dialética da Duração*. São Paulo: Ática, 1988.

_____. *A poética do devaneio*. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

_____. *A Intuição do Instante*. Campinas: Verus, 2007.

_____. *A Formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007a, [1938].

_____. A continuidade e a multiplicidade temporais. In: SALOMON, Marlon (org.). *Heterocronias: Estudos sobre a multiplicidade dos tempos históricos*. Trad. Fábio Ferreira de Almeida. Goiânia: Ricochete, 2018.

BACON, F. *Nova Atlântida*. São Paulo: Nova Cultural, (coleção Os Pensadores), 1999.

BACON, F. *Novum Organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza*. São Paulo: Nova Cultural, (Col. Os Pensadores), 1999a.

BARRA, E. S. O. (org.). *A função do dogma na investigação científica/Thomas Kuhn*. Tradução: Jorge Dias de Deus. Curitiba: UFPR. SCHLA, 2012.

BARROS, José D'Assunção. História cultural e história das idéias, *Cultura* [Online], vol. 21 | 2005, posto online no dia 24 março 2018, consultado a 19 abril 2019. URL: <http://journals.openedition.org/cultura/3353>; DOI : [10.4000/cultura.3353](https://doi.org/10.4000/cultura.3353)~.

_____. *O Campo da História: especialidades e aborgagens*. Petrópolis, Rio de Janeiro: ed. Vozes, 2011.

_____. Historicismo: notas sobre um paradigma. *Antíteses*, [S.l.], p. 391-419, ago. 2012. ISSN 1984-3356. Acesso em:04 jul 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1984-3356.2012v5n9p391>.

_____. *O Tempo dos Historiadores*. Petrópolis: Vozes, 2013.

_____. *Teoria da História – Princípios e Conceitos Fundamentais*. vol. I, Petrópolis, RJ: Vozes, 2011a.

_____. *Teoria da História – Os Primeiros Paradigmas: Positivismo e Historicismo*. vol. II. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011b.

BAUMAN, Zygmunt. *Ensaios sobre o conceito de cultura*. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

BELL, R.; ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G.; McCOMAS, W. F. *The nature of Science and Science education: A bibliography*. *Science & Education*, v. 10, n. 1-2, p. 187-204, 2001.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. *História da Ciência para a formação de professores*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BENEDICT, R. *Padrões de Cultura*. Lisboa: Edição Livros do Brasil, 2000. Disponível em: https://www.academia.edu/16583217/Texto_06_-_Benedict_Ruth_-_Padr%C3%B5es_de_Cultura. Acesso em: 05/05/2020.

BENTIVOGLIO, 2009. “Apresentação” In: DROYSEN, Johann Gustav. *Manual de Teoria da História*. Petrópolis: Vozes, 2009.

BERNAL, J. D. *The social function of science*. London: G. Routledge, 1939.

BERR, Henri. *Bulletin du Centre International de Synthèse*, 4, dec. 1927, p. 41 - *Revue de Synthèse Historique*, 130- 132, dec. 1927.

BLOCH, Marc. *Introdução à História*. Tradutores Marta Manuel Miguel e Rui Grácio. Publicações Europa-América. 3ª. Ed., 1976.

_____. *Apologia da História, ou, O ofício do Historiador*. Tradução André Telles. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

BONNEFOY, Yves (ed). *Greek and Egyptian Mythologies*. University of Chicago Press, 1992.

BORRADORI, Giovanna. *A filosofia americana: conversações com Quine, Davidson, Putnam, Nozick, Danto, Rorty, Cavell, MacIntyre e Kuhn*. Tradução Álvaro Lorencini- São Paulo: Editora UNESP, 2003.

BOURDIEU, Pierre. 2003. *O campo científico*. In: Renato ORTIZ (org.), *Bourdieu: sociologia*. São Paulo, Olho d'Água, p. 112-143.

_____. *Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico*. São Paulo: UNESP, 2004.

BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean-Claude. *A Reprodução: Elementos para uma Teoria do Sistema de Ensino*. Covilhã: Lusofonia, 2009.

BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Cláudio. *A física experimental numa perspectiva histórico-filosófica*. In: PEDUZZI, Luiz O. Q., MARTINS, André Ferrer P. e FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo (Org.). *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFRRN, 2012.

BRASIL. MEC. *Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 04set 2015.

BRASIL. MEC. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília. 2010, p. 31. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 04set 2015.

BRASIL. PLANALTO. *Constituição Federal da República Federativa do Brasil*. Brasília, Congresso Nacional, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 20dez 2020.

BRASIL. PLANALTO. *Lei de Diretrizes e Bases Da Educação Nacional/LDB*. Lei 9394/96. Brasília, Congresso Nacional, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 27dez 2019.

BRASIL. PLANALTO. *Lei de Diretrizes e Bases Da Educação Nacional/LDB*. Reforma do Ensino Médio. Lei 13.415/17. Brasília, Congresso Nacional, 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 27dez 2019.

BRASIL. PLANALTO. *Plano Nacional de Educação*. Lei 13.005/14. Brasília, Congresso Nacional, 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 27dez 2019.

BRAUDEL, Fernand. *Uma lição de história de Fernand Braudel*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1989.

_____. *História e Ciências Sociais. A longa duração*. In: Escritos sobre a História. 2ª. ed. São Paulo: Perspectiva, 1992.

CACHAPUZ, António; PRAIA, João; JORGE, Manuela. *Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico*. *Ciênc. educ.* (Bauru) [online]. 2004, vol.10, n.3, pp.363-381.

CALDAS, Pedro Spinola Pereira. O limite do Historismo: Johann Gustav Droysen e a importância do conceito de Bildung na consciência histórica alemã do século XIX. *Revista Filosófica de Coimbra* – n.º 29, p. 139-160, 2006.

CAMBI, Franco. *História da pedagogia*. São Paulo: Editora da UNESP, 1999.

CAPRA, Fritjof; LUISI, Pier Luigi. *A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas*. São Paulo: Cultrix, 2014.

CARNEIRO, Sueli. Epistemicídio. *Geledes*, 04 set. 2017. Disponível em: <https://www.geledes.org.br/epistemicidio/>. Acesso em: 21 mar.2020.

CASANOVA, Marco Antonio. *Compreender Heidegger*. Petrópolis: Vozes, 2009.

CASTAÑON, Gustavo A. *Introdução à Epistemologia*. São Paulo: EPU. 2007.

CERTEAU, Michel de. *A Escrita da História*. Rio de Janeiro, Forense, 2011.

CHAKRABARTY, Dipesh. *The Climate of History: Four theses*. *Critical Inquiry*, v. 35, p. 197-222, 2009.

CHARTIER, Roger, *Por uma sociologia histórica das práticas culturais*. In: *A História Cultural – entre práticas e representações*, Lisboa, DIFEL, 1990.

CHARTIER, Roger. *A História Cultural – entre práticas e representações*, Lisboa: DIFEL, 1990.

CHAUÍ, Marilena. *Convite à filosofia*. São Paulo: Ática, 2010.

CHEVALLARD, Y. *La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Enseigné*. Grenoble: La pensée Sauvage, 1991.

CHIMISSO, Cristina. *Writing the History of the mind: philosophy and science in France 1900 to 1960s*. England: Ashgate, 2008.

COHEN, I. B. *A Sense of History in Science*, *American Journal of Physics*, 18, 1950, 343-359.

CONANT, James B. *On Understanding Science. An Historical Approach*. New Haven: Yale University Press, 1947.

_____. *Como Compreender a Ciência*. São Paulo: Cultrix, 1964a [1947].

_____. *Two Modes of thought: my encounters with science and education*. New York: Trident Press, 1964b.

CONDÉ, M. L. L. *De Galileu a Armstrong: as várias faces da lua*. *Cronos Revista de História*, Pedro Leopoldo - MG, v. 5, n. 1, p. 42-56, 2002.

_____. *Prefácio à edição brasileira - um livro e seus prefácios: de pé de página a novo clássico*. In: FLECK, L. *Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

_____. (org.) *Ludwik Fleck, estilos de pensamento na ciência*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2012.

_____. *Um papel para a história: o problema da historicidade da ciência*. Curitiba: Ed. UFPR, 2017.

_____. *Carta aos jovens historiadores da ciência*. *Temporalidades – Revista de História*, ISSN 1984-6150, Edição 23, V. 9, N. 1 (jan./abril 2017a)

COPÉRNICO, Nicolau. *As Revoluções dos Orbes Celestes*. Lisboa: Editora Fundação Calouste Gulbenkian, 1984.

CUPANI, Alberto. *La Racionalidad de la Ciencia: de axioma a problema*. Campinas: *Revista Reflexão*, vol. 78, pp. 37-46.

CUPANI A. *Limites da ciência? Episteme*. Porto Alegre, jan/jun 2000; (10): pp. 17-22.

DALBOSCO, Almir. *Formação humana e condição ontológica da infância*. *Childhood & philosophy*, Rio de Janeiro, v.9, n. 18, jul-dez. 2013, pp. 245-271.

DAMÁSIO, António, R. *O Erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 1996.

_____. *Em busca de Espinosa: prazer e dor na ciência dos sentimentos*. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 2004.

DELACAMPAGNE, Christian. *História da Filosofia no Século XX*. Rio de Janeiro: Editora Zahar, 1997.

DELACROIX, Christian; DOSSE, François; GARCIA, Patrick (Orgs.) *Historicités*. Paris: La Découverte, 2009.

_____. *Correntes Históricas na França- Séculos XIX e XX*. Rio de Janeiro: FGV/Unesp, 2012.

DELAHAYE, Ezra. Sobre cronos e kairos. Sobre a interpretação de Agamben da temporalidade paulina através de Heidegger, *International Journal of Philosophy and Theology*, 2016, 77:3, 85-101, DOI: [10.1080 / 21692327.2016.1244016](https://doi.org/10.1080/21692327.2016.1244016)

DELEUZE, G. *Lógica do sentido*. São Paulo: Perspectiva, 1974.

_____. *Conversações*. Tradução de Peter Pál Pelbart. São Paulo: ed. 34, 1992.

_____. *Bergsonismo*. Tradução de Luiz B. L. Orlandi. Rio de Janeiro: Ed. 34, 2008.

_____. *Diferença e repetição*. Tradução de Luiz B. L. Orlandi. Roberto Machado. 2. ed. São Paulo: Graal, 2006.

DELEUZE, Gilles; PARNET, C. *Abecedário de Gilles Deleuze*. Produzido e realizado por e Pierre-André Boutang. Paris: Éditions Montparnasse, 1996. Disponível em: <http://escolanomade.org/wp-content/downloads/deleuze-o-abecedario.pdf>. Acesso em: 10/12/2019.

_____. *Diálogos*. São Paulo: Escuta, 1998.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Felix. *Mil Platôs. Capitalismo e esquizofrenia. Vol. 4*. Tradução de Suelly Rounik. São Paulo: Ed. 34, 1997.

_____. *Mil Platôs. Capitalismo e esquizofrenia. Vol. 3*. Tradução de Aurélio Guerra Neto et al. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1996 – 1ª. Reimpressão 1999.

_____. *Mil Platôs. Capitalismo e esquizofrenia. Vol. 1*. Tradução de Aurélio Guerra Neto e Célia Pinto Costa. São Paulo: Ed. 34, 2011.

_____. *O que é a filosofia?* Rio de Janeiro: Ed. 4, 1992.

DERRIDA, Jacques. *Gramatologia*. Tradução: Miriam Chnaiderman e Renato Janine Ribeiro 2ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2008.

_____. *A escritura e a diferença*. 3ª Ed. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2002.

DERRIDA, Jacques; ROUDINESCO, Elisabeth. De que amanhã: diálogo: Violências contra os animais. In: DERRIDA, Jacques; ROUDINESCO, Elisabeth. *De que amanhã: diálogo*. Tradução André Telles, revisão técnica Antônio Carlos dos Santos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.

DEWEY, John. *Democracia e Educação*. Tradução: Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. São Paulo: Nacional, 1979. Atualidades pedagógicas; vol. 21.

DILTHEY, Wilhelm. *A construção do mundo histórico nas ciências humanas*. São Paulo:Unesp, 2010

DOSSE, François. *A História em migalhas: dos Annales à Nova História*; tradução Dulce Oliveira Amarante dos Santos; revisão técnica de José Leonardo do Nascimento. Bauru, SP: EDUSC, 2003.

_____. *A História*. 1ª. Ed. São Paulo: Unesp, 2012.

_____. História do tempo presente e historiografia. *Revista Tempo e Argumento*. Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 5 – 22, jan/jun. 2012a. DOI: 10.5965/2175180304012012005

DUHEM, Pierre. *The Aim and Structure of Physical Theory*. Princeton: Princeton University Press, 1906.

EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o Ensino de História e Filosofia da Ciência na Educação científica de Nível Superior. In: SILVA, Cibele Celestino. (Org.). *História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: Da Teoria à Sala de Aula*. São Paulo (Brasil): Editora Livraria da Física, pp. 3-21, 2006.

FANON, Frantz. *Pele negra, máscaras brancas*. Salvador: EDUFBA, 2008.

FEBVRE, Lucien. *Combates pela História*. Tradução Leonor Martinho Simões e Gisela Moniz. Lisboa: Editora Presença. 3ª. Ed., 1989.

FERRATER MORA, José. *Dicionário de Filosofia*. Lisboa. Editora: Publicações Dom Quixote, 1978.

FEYERABEND, Paul. *Contra o Método*. Trad. Cezar Augusto Mortari, 2ed. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

FLECK, Ludwik. *Gênese e Desenvolvimento do Fato Científico*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010 [1935].

FONSECA, Marina Assis; OLIVEIRA, Bernardo Jefferson de. Variações sobre a “cultura científica” em quatro autores brasileiros. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.22, n.2, abr.-jun. 2015, p.445-459.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto de Andrade. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, jan. 2011. ISSN 2175-7941. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n1p27>. Acesso em: 22 jan. 2018.

FOUCAULT, M. *A Arqueologia do Saber*. Ed. Forense Universitária - RJ, 1987.

FREIRE, Paulo. *Educação como Prática de Liberdade*. 14ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

_____. *À Sombra desta Mangueira*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

_____. Carta de Paulo Freire aos professores. *Estudos Avançados*, 15(42), 2001, 259-268). Recuperado de <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/9805>

_____. *Pedagogia do Oprimido*. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

_____. *Extensão ou comunicação?* 7ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

_____. *Professora sim, Tia não: cartas a quem ousa ensinar*. São Paulo, Olho D'Água, 1993.

_____. *Educação e Mudança*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1979.

_____. *Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRE JR., O. A relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de ciências. In: SILVA FILHO, W. J. da (editor) *Epistemologia e ensino de ciências*. Salvador: Arcádia, p. 13-30, 2002.

_____. Olival Freire Junior: Contador de História controversas. [Entrevista a] Ricardo Zorzetto. *Revista Pesquisa Fapesp*, Edição 263 jan. 2018 Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/olival-freire-junior-contador-de-historias-controversas/>. Acesso em: 15jan 2020.

FREIRE Jr., O.; PESSOA Jr., O.; BROMBERG, Joan L.(Org). *Teoria Quântica: estudos históricos e implicações culturais*. Campina Grande: EDUEPB/Livraria da Física, 2011. Disponível em: DOI: 10.7476/9788578791261.

GADAMER, Hans-Georg. *Verdade e Método*. Tradução Flávio Paulo Meurer. Petrópolis: Editora Vozes, 1999.

GAGNON, Richard ; FERREIRA, Bruno Santos ; LACERDA SANTOS, Gilberto . Towards complete knowledge for complex problems resolution. *Journal of Applied Learning & Teaching*, v. 1, p. 8-16, 2019.

GALILEI, Galileu. *O Ensaíador*. Os Pensadores. São Paulo: Ed. Nova Cultural, 2004.

GALLO, Sílvio. Por uma Educação Menor. *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 27 n. 2, p. 169-176, jul./dez. 2002.

_____. *Deleuze e a Educação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

GATTINARA, Enrico Castelli. *Épistémologie 1900 La Tradition Française*. *Revue De Synthèse* 122, no. 2-4, 2001, 347–65. doi:10.1007/BF02969535.

_____. A multiplicidade temporal: um problema no qual ciência, história e filosofia se encontram. In: SALOMON, Marlon (org.). *Heterocronias: Estudos sobre a multiplicidade dos tempos históricos*. Trad. Céline Clément. Goiânia: Ricochete, 2018.

GEERTZ, Clifford. *A Interpretação das Culturas*. ed., 13ª.reimpressão. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

GIL-PERÉZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GINZBURG, Carlos. *Mitos, emblemas, sinais: Morfologia e História*. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

GODIN, Benoit; GINGRAS, Yves. *What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model*. *Public Understanding of Science*, 9(1), 2000, 43–58 DOI: <https://doi.org/10.1088/0963-6625/9/1/303>

GONÇALVES-MAIA, Raquel. *Ciência, pós-ciência, metaciência: tradição, inovação e renovação*. São Paulo: ed. Livraria da Física, 2011.

GROSFUGUEL, R. A estrutura do conhecimento nas universidades ocidentalizadas: racismo/sexismo epistêmico e os quatro genocídios/epistemicídios do longo século XVI. *Soc. estado*. [online]. 2016.

GUERRA, Davide. *Reorganiser l'arbre du Savoir- Henri Berr et les Semaines Internationales de Synthèse*. 2011/2012. Tese Dottorato in Storia Contemporaneo. Università Degli Studi Della Repubblica Di San Marino.

GUTTING, Gary. *Thomas Kuhn and French Philosophy of Science*. In: NICKLES, Thomas (org.). Thomas Kuhn. Cambridge University Press, 2002.

HALL, Stuart. A centralidade da cultura: notas sobre as revoluções culturais do nosso tempo. In: *Educação & Realidade*. jul/dez. 1997. p. 15-46.

_____. *A identidade cultural na pós-modernidade*. 11 ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.

HAN, Byung-Chul. *Sociedade do cansaço*. Tradução Enio Paulo Giachini. Petrópolis: Vozes, 2017.

HARDT, Michael. Gilles Deleuze, um aprendizado em filosofia. São Paulo: Ed. 4, 1996, p. 21-22.

HARRES, João Batista Siqueira. Uma Revisão de Pesquisa nas Concepções de Professores sobre a Natureza da Ciência e suas Implicações para o Ensino. *Investigações no Ensino de Ciências*, vol. 4, n. 3, 1999.

HARTOG, François. *Os Antigos, o Passado e o Presente*. Brasília: UNB, 2003.

_____. *Regimes de historicidade: presentismo e experiências do tempo*. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

HEIDEGGER, Martin. *Ser e tempo*. Edição bilíngue. Tradução de Fausto Castilho. Campinas: Editora da Unicamp, Petrópolis: Vozes, [1927] 2012.

_____. *O Meu Caminho na Fenomenologia*. Tradução Ana Falcato. Covilhã: LusoSofia press, 2009

_____. *O conceito de tempo*. Lisboa: Fim de Século, 2003.

_____. *Ontologia- Hemenêutica da facticidade*. Petrópolis: Vozes, 2012a.

HESÍODO. *Teogonia, a origem dos Deuses*, trad. J.A.A. Torrano, ed. Iluminuras, 2000.

HOBBSAWM, Eric J. *Era dos Extremos: o breve século XX: 1914-1991*. Tradução Marcos Santarrita; revisão técnica Maria Célia Paoli. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

HOOKS, Bell. *Ensinando a transgredir: a educação como prática da liberdade*. São Paulo: Martins Fontes, 2013.

HOWARD, Don A.; GIOVANELLI, Marco, "Einstein's Philosophy of Science", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2019 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2019/entries/einstein-philsience/>>.

INWOOD, Michael. *Dicionário Heidegger*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 2002.

IRZIK, G.; NOLA, R. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science and Education*, v. 20, n. 7, p. 591-607, 2011.

JAPIASSÚ, Hilton. *Para Ler Bachelard*. Rio de Janeiro: Ed. F. Alves, 1976.

JASMIM, Marcelo. Apresentação. In: KOSELLECK, Reinhart. *Futuro Passado. Contribuição à semântica dos tempos históricos*. Rio de Janeiro: Contraponto, Editora Puc-RJ, 2006.

JASPERS, Karl. *Introdução ao pensamento filosófico*. 1987.

JORDHEIM, Helge. Camadas do tempo: precondições históricas e semânticas para uma estratigrafia do tempo e da história. In: SALOMON, Marlon (org.). *Heterocronias: Estudos sobre a multiplicidade dos tempos históricos*. Goiânia: Ricochete, 2018.

JUSTI, R.; ERDURAN, S. *Characterizing Nature of Science: A supporting model for teachers*. In: IHPST 13rd Biennial Conference, 2015, Rio de Janeiro. IHPST 13rd Biennial Conference Accepted Papers, 2015.

KAHLMAYER-MERTENS, Roberto. *10 Lições Sobre Heidegger*. 1º ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2015.

_____. *10 lições sobre Gadamer*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

KILOMBA, Grada. *Descolonizando o conhecimento: uma palestra-performance de Grada Kilomba*. 2016. Tradução: Jessica. Oliveira. Disponível em: <http://www.goethe.de/mmo/priv/15259710-STANDARD.pdf>. Acesso em: 02 mar2020.

KIRCHNER, R. A fundamental diferença entre o conceito de tempo na ciência histórica e na física: interpretação de um texto heideggeriano. *Veritas (Porto Alegre)*, 2012, 57(1). <https://doi.org/10.15448/1984-6746.2012.1.11230>.

KNELLER, George. F. *A ciência como atividade humana*. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

KOHAN, Walter. *Infância. Entre educação e filosofia*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

_____. Visões de filosofia: infância. *Alea*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 216-226, dez. 2015. Acesso: 15nov 2019. DOI. <https://doi.org/10.1590/1517-106X/172-216>.

KOSELLECK, Reinhart. *Futuro Passado. Contribuição à semântica dos tempos históricos*. Rio de Janeiro: Contraponto, Editora Puc-RJ, 2006.

_____. *Estratos do tempo - Estudos sobre história*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2014.

KOYRÉ, Alexandre. *Estudos de História do Pensamento Científico*; tradução Márcio Ramalho. Rio de Janeiro: Forense. 3ª. Ed. 2011.

KUHN, Thomas S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. SP: Ed. Perspectiva, 2009.

_____. *O Caminho desde a Estrutura*. SP: UNESP, 2006.

_____. *A Tensão Essencial*. São Paulo: UNESP, 2011.

_____. *A Revolução Copernicana*. Lisboa: Edições 70, 2002.

KUUKKANEN, Jouni-Matti. *Kuhn's Legacy: Theoretical and Philosophical Study of History*. *Topoi. Special issue on Kuhn's The Structure of Scientific Revolutions*. Forthcoming, 2012, 340-363.

LAKATOS, Imre; MUSGRAVE, Alan. Criticism and the Growth of Knowledge. *Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1970.

LAKATOS, Imre. *História da ciência e suas reconstruções racionais e outros ensaios*. Lisboa: Edições 70, 1998.

LARAIA, R. B. *Cultura: um conceito antropológico*. 15ª ed. Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 2002.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. *A Vida de Laboratório: a Produção dos Fatos Científicos*. Trad. Angela R. Vianna. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LARANJEIRAS, Cassio Costa. *Redimensionando o ensino de física numa perspectiva histórica*, São Paulo, 1994.

_____. Concepção de Conhecimento e a Dimensão Cultural da Ciência. In: MARTINS A.F.P. *A Física Ainda é Cultura?* Ed. Livraria da Física, cap. 09, Organizador: André Ferrer Pinto Martins, PP. 193-210, 2009.

_____. Um Ensino de Ciências sem Ciências: Um Simulacro de Educação Científica. *Jornal da Ciência*, v. 31, n. 3980, 2010.

LEDERMAN, N. G. *Nature of Science: Past, present, and future*. In: ABELL, S.; LEDERMAN, N. G. *Handbook of research in Science Education*. New York: Routledge, 2007.

LEITE, Patrícia Kauark. Causalidade e teoria quântica. *Scientiae Studia*, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 165-177, jan. 2012.

LIBÂNEO, José Carlos. O dualismo perverso da escola pública brasileira: escola do conhecimento para os ricos, escola do acolhimento social para os pobres. *Educação e Pesquisa*. [online]. 2012, vol.38, n.1, pp.13-28. Epub Oct 21, 2011. ISSN 1517-9702. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022011005000001>.

LOPES, A.R.C. Bachelard: o Filósofo da Desilusão. *Caderno Brasileiro de ensino de física*. vol.13, n.3, p.248-273, 1996 .

LUKÁCS, György. *Para uma Ontologia do Ser Social II*. Trad. de Nélio Schneider, Ronaldo Vielmi Fortes. Revisão de Ronaldo Vielmi Fortes e Elcemir Paço Cunha. São Paulo: Boitempo, 2013.

LYOTARD, Jean-François. *O pós-moderno explicado às crianças*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1993.

_____. *A condição pós-moderna*. 12. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 2009.

MACH, Ernest. *The Science of Mechanics: a critical and historical account of its development*. Chicago, London, 1919. Disponível em: <https://archive.org/stream/scienceofmechani005860mbp#page/n5/mode/2up/search/history>. Acesso em: 15/01/2018.

MAIA, Carlos Alvarez. Domesticação da história das ciências pelo sistema das ciências. In: SOARES, Luiz Carlos (org.). *Da revolução científica à big (business) science*. São Paulo: Hucitec; Niterói: EdUFF, 2001.

_____. *A "História das Ciências" é História? Explicando essa tautologia*. Anais do I Encontro Nacional de Pesquisadores em História das Ciências - ENAPEHC. Belo Horizonte: Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, 2010.

_____. História, Verdade e Linguagem: A Historicidade das Ciências. Entrevista com o Prof. Dr. Carlos Alvarez Maia. [Entrevista concedida a] Araújo, George Felliipe Zeidan Vilela; Silva, Emilly Joyce Oliveira Lopes e Silva, Paloma Porto. *Temporalidades* 2 (3): 11-21, 2011.

_____. *História das ciências: uma história de historiadores ausentes - precondições para o aparecimento dos sciences studies*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2013.

MALERBA, Jurandir. Em Busca de um Conceito de Historiografia- Elementos para uma discussão. *Revista Varia História*, n. 27, 2002.

_____. (org.). *A História Escrita. Teoria e história da historiografia*. São Paulo: Contexto, 2006.

_____. (org.). *Lições de História: o caminho da ciência no longo século XIX*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.

MALERBA, Jurandir. ROJAS, Carlos Aguirre. *Historiografia Contemporânea em Perspectiva Crítica*. Bauru, São Paulo: Edusc, 2007.

MANACORDA, Mario. *História da Educação: da antiguidade aos nossos dias*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

MARCONDES CESAR, Constança. *A Hermenêutica Francesa: Bachelard*. Campinas: Alina, 1996.

MARTINS, André Ferrer Pinto. Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 703-737, maio, 2015.

MARTINS, Roberto de Andrade. O que é a Natureza da Ciência do Ponto de Vista da Epistemologia? *Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa* (n.9), 5-20, 1999). Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/server/pdf/ram-72.pdf>. Acesso em: 10abr 2014.

_____. A Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência In ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.) *Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004.

_____. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, op. cit., 2006. 5 MARTINS, R. A. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

_____. Sobre o papel da História da Ciência no ensino de ciência. *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência*. n. 9: p. 3-5, 1990. Disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc>> Acesso em: 28 fev. 2014.

MARTINS, L A-C. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, Estevão (org.). *A História Pensada: teoria e método na historiografia europeia do Século XIX*. São Paulo: Contexto, 2010.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995.

MATURANA, Humberto e Varela, Francisco. *De Máquinas e Seres Vivos – autopoiese: a organização do vivo*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

_____. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MCCOMAS William F.; OLSON, Joanne K. *The Nature of Science in International Science Education Standards Documents*. In: MCCOMAS W. F., *The Nature of Science in Science Education: rationales and strategies*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998.

MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M.; ALMAZROA, H. *The role and character of the Nature of Science in Science Education*. In: MCCOMAS W. F., *The Nature of Science in Science Education: rationales and strategies*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998.

MÉLIKA, Ouelbani. *Le Circle de Venne*. Paris: Universitaires de France, 2006.

MENDES, Breno. Existencialismo, filosofia da existência e filosofia da história. In: CARVALHO, Augusto de; MENDES, Breno; RAMALHO, Walderez. (Org.). *Sete ensaios sobre história e existência*. 1ed. Porto Alegre: Editora Fi, 2018.

MIGNOLO, Walter. *Histórias Globais projetos Locais. Colonialidade, saberes subalternos e pensamento liminar*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2003.

_____. Desobediência epistêmica: a opção descolonial e o significado de identidade em política. In: *Cadernos de letras da UFF – dossiê: literatura, língua e identidade*, n. 34, p. 287-324, 2008.

MITOLOGIA GREGA. Dicionário Etimológico de Mitologia Grega. Disponível em: <http://www.theoi.com>. Acesso em 05out.2017.

MORIN, Edgard. *Introdução ao pensamento complexo*. Lisboa: Instituto Piaget, 1991.

MOURA, Breno Arsoli. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 2014. 7 (1), 32-46.

MUNANGA, Kabengele (org). *Superando o racismo na escola*. Brasília: MEC/SECAD, 2005.

MUSGRAVE, Alan; PIGDEN, Charles. *Imre Lakatos. The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.), 2016. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/lakatos/>. Acesso em: 20/03/2018.

NÆSS, Arne. *The Deep Ecology 'Eight Points' revisited*. In: *Deep Ecology for the twenty-first century*. (Org. George Sessions) Boston, Londres: Shambhala, p. 213-221, 1995.

NIETZSCHE, Friedrich. II Consideração Intempestiva: sobre a utilidade e os inconvenientes da História para a Vida. In: *Escritos sobre História*. RJ: Ed. PUC-Rio; SP: Ed. Loyola, 2005.

NOVOA, António. Universidade e formação docente. *Interface (Botucatu)*, Botucatu, v. 4, n. 7, p. 129-138, agosto de 2000. Acesso: 15dez 2019. DOI. <https://doi.org/10.1590/S1414-32832000000200013>.

_____. O futuro da universidade: O maior risco é não arriscar. *Revista Contemporânea de Educação*, v. 14, n. 29, jan/abr. 2019. Acesso: 12dez 2019 DOI. <http://dx.doi.org/10.20500/rce.v14i29.21710>.

OAKESHOTT, Michael. *Sobre a História*. Rio de Janeiro: Topbooks/Liberty Fund. 2003.

OLIVA, Alberto. *Teoria do Conhecimento*. Editora Jorge Zahar: São Paulo, 2011.

OLIVEIRA, Bernardo Jefferson; CONDÉ, Mauro Lúcio. Thomas Kuhn e a nova historiografia da ciência. In: *ENSAIO – Pesquisa em Educação e Ciências - Volume 04/ Número 2 – dezembro de 2002*. DOI. <https://doi.org/10.1590/1983-21172002040205>.

OMNÉS, Roland. *Filosofia da Ciência Contemporânea*. São Paulo: UNESP, 1996.

ORTEGA Y GASSET J. *El Sentido Histórico de la Teoría de Einstein*. In: *Obras Completas* vol. III 1924. Disponível em: <http://www.ensayistas.org/antologia/XXE/ortega/ortega4.htm>. Acesso em 20/05/2015

PAULA, Ronaldo C.O.; LARANJEIRAS, Cássio C. O Uso de Experimentos Históricos no Ensino de Física: Um Resgate da Dimensão Histórica da Ciência a Partir da Experimentação. *Associação Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências Atas do V ENPEC - Nº 5*. 2005 - ISSN 1809-5100.

PAVINI, Cristiano. Conheça o abismo racial entre escolas públicas e privadas de Ribeirão Preto. *Farolete*. Ribeirão Preto, 29 out. 2019. Disponível em: <https://farolete.info/conheca-o-abismo-racial-entre-escolas-publicas-e-privadas-de-ribeirao-preto/>. Acesso em: 04dez 2019.

PATY, Michel. Inteligibilidade racional e historicidade. *Estudos Avançados*. [online]. 2005, vol.19, n.54, pp.369-390. ISSN 1806-9592. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000200020>.

PELBART, P. *O tempo não-reconciliado: imagens de tempo em Deleuze*. São Paulo: Perspectiva, 2004.

PESSOA Jr., O. O Sujeito na Física Quântica. In: *Epistemologia, Lógica e Filosofia da Linguagem – Ensaio de Filosofia Contemporânea*. Núcleo de Estudos Filosóficos – UEFS, Feira de Santana, 2001a, pp. 157-196.

_____. *Auto-Organização e Complexidade: Uma Introdução Histórica e Crítica*. 2001b. Disponível: <http://opessoa.fflch.usp.br/sites/opessoa.fflch.usp.br/files/AO&C-tex.pdf>. Acesso em: 01mar 2017.

PIVATTO, P.S. Visão de homem na educação e o problema da humanização. *Rev. Educação*. Porto Alegre/RS, ano XXX, n. 2 (62), p. 337-363, maio/ago. 2007.

PLATÃO. Teeteto. In: PLATÃO. *Diálogos I: Teeteto (ou do conhecimento), Sofista (ou do ser), Protágoras (ou sofistas)*. Tradução, textos complementares e notas de Edson Bini. Bauru/SP: EDIPRO, 2007.

POPPER, Karl Raimund, Sir. *A Lógica da Pesquisa Científica*. 2ª. Ed. São Paulo: Cultrix, 2013.

PORTELA, Sebastião I.C; LARANJEIRAS, Cássio C. O Estudo de Casos Históricos como Estratégia de Articulação da Dimensão Cultural da Ciência da Sala de Aula. *Associação Brasileira de Pesquisa*

Em Educação Em Ciências. Atas do V ENPEC - Nº 5. 2005. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/venpec/conteudo/oralarea3.htm. Acesso em: 20/09/2017.

PRIGOGINE, Ilya, STENGERS, Isabelle. *A Nova Aliança: metamorfose da Ciência*. Brasília: Universidade de Brasília, 1991.

PRIGOGINE, Ilya. *O fim das Certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo: UNESP, 1996.

PROST, Antoine. *Doze lições sobre a história*. 2ª. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

RAMALHO, Walderez. Historicidade, historiografia e memória. In: CARVALHO, Augusto de; MENDES, Breno; RAMALHO, Walderez (Orgs.) *Sete ensaios sobre História e Existência*. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2018.

RANCIÈRE, J. *O mestre ignorante. Cinco lições sobre a emancipação intelectual*. Trad. Lílian do Valle. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. *História da Filosofia: Do Humanismo a Descartes*. 3. ed. v. 3. São Paulo: Paulus, 2009.

REIS, J.C. *Escola dos Annales - A Inovação da História*. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2000.

_____. A Especificidade Lógica da História. *Varia História*. Departamento de História. Programa de Pós Graduação em História. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. n. 27 p. 1-62, julho de 2002.

_____. *História e teoria. Historicismo, modernidade, temporalidade e verdade*. Rio de Janeiro: FVG, 2003.

_____. História da História (1950/60). História e Estruturalismo: Braudel versus Lévi-Strauss. *História da Historiografia: International Journal of Theory and History of Historiography*, v. 1, n. 1, 2008, p. 08-18, 11.

_____. *Nouvelle Histoire e o Tempo Histórico: a contribuição de Febvre, Bloch e Braudel*. São Paulo: Ática, 1994.

_____. *História e Teoria- Historicismo, Modernidade, Temporalidade e Verdade*. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 3ª. Ed.2006.

_____. A “História das Ciências” é História: porque é preciso explicar esta tautologia? Anais do I Encontro Nacional de Pesquisadores em História das Ciências - ENAPEHC. Belo Horizonte: Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, 2010.

_____. *O Desafio Historiográfico*. Rio de Janeiro: ed. FGV, 2010.

_____. *A História entre a Filosofia e a Ciência*. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2011.

REVEL, Jacques. Micro-história, macro-história: o que as variações de escala ajudam a pensar em um mundo globalizado. *Revista Brasileira de Educação* v. 15 n. 45 set./dez. 2010.

RIBEIRO, Djamila. (Feminismos Plurais). eBook. São Paulo: Pólen livros, 2019.

ROMÃO, José Eustáquio. “As Pedagogias” De Paulo Freire *Revista Múltiplas Leituras*, v.1, n. 2, p. 8-22, jul. / dez. 2008.

_____. Ontologia (Freiriana). In: STRECK, Danilo; REDIN, Euclides; ZITKOSKI, Jaime José. (Orgs.). *Dicionário Paulo Freire*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.

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

_____. *O Nascimento da Ciência Moderna na Europa*. Bauru, São Paulo: EDUSC, 2001.

SALOMON, Marlon. Heterocronias. In: SALOMON, Marlon (org.). *Heterocronias: Estudos sobre a multiplicidade dos tempos históricos*. Goiânia: Ricochete, 2018.

SANTOS, Boaventura de Sousa. *Epistemologias del Sur*. Mexico: Siglo XXI, 2010.

SANTOS, W.L.P. dos; MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. H. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n° 1, p. 140- 152, jan/abr 2001.

SANTOS, W.L.P. dos. & MORTIMER, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, dez., p. 1-23.

SANTOS, W.L.P. Educação científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.1, p. 109-131, mar. 2008.

SAVIANI, Dermeval. *Pedagogia histórico crítica: primeiras aproximações*. Campinas: Autores Associados, 2005.

SIBILIA, Paula. *Redes ou paredes: a escola em tempos de dispersão*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

SILVA, Cibelle Celestino; PAGLIARINI, Cassiano de Rezende. *A Natureza da Ciência em Livros Didáticos de Física*. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba– 2008.

SNOW, C.P. *As duas culturas e uma segunda leitura: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica*. Tradução de Geraldo Gerson de Souza e Renato de Azevedo Rezende Neto. São Paulo: EDUSP; 1995.

SODRÉ, Muniz. *Reinventando a educação*. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 2012

SPOHR, Albino. A diferença entre ensino e educação. *Academia Dux*, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://academiadux.wordpress.com/2013/10/04/a-diferenca-entre-ensino-e-educacao-zero-hora-2006/>. Acesso em: 20/01/2020.

STEIN Ernildo. *Compreensão e finitude*. Ijuí: Unijuí, 2001.

STRECK, Danilo. *Pedagogia (s)*. In: STRECK, Danilo; REDIN, Euclides; ZITKOSKI, Jaime José. (Orgs.). *Dicionário Paulo Freire*. 2.ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.

TEIXEIRA, Elder Sales; ELHANI, Charbel Niño ; FREIRE Jr., O. . Concepções de estudantes de Física sobre a natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual de ensino de

ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, Porto Alegre, v. 1, n.3, p. 111-123, 2001.

_____. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009. Acesso: 13 Apr 2020. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132009000300006>

UEBEL, Thomas. *Vienna Circle. The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.), Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/vienna-circle/>. Acesso em: 06/12/2017.

UNESCO. Arquivos da UNESCO 151 Executive Board, 1997. Vol. CCXV. 151ª. Session, II. Paris, 1997.

_____. *Science for the twenty-first century: a new commitment Budapest, 1999*. 159 p. Conference: Document code: SC.99/CONF.208/CLD.5 Rev., WCS/INF/2, 2000. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122938?posInSet=5&queryId=N-EXPLORE-c09b1d4c-28d0-42ae-9fa0-3e0b9dc30879>. Acesso em 10jul.2015.

_____. *A Ciência para o Século XXI. Uma nova visão e uma base de ação*. Budapeste e Santo Domingo. Edição publicada pelo Escritório da UNESCO no Brasil 3ª impressão: 2005. Disponível em <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000207.pdf>. Acesso em 10jul.2015.

_____. *Declaração de Budapeste*. Marco Geral de Ação. 1999. Disponível em: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm. Acesso em: 10/07/2015.

VARGAS, Milton. História da matematização da natureza. *Estudos Avançados*. São Paulo, v. 10, n. 28, p. 249-276, Dec. 1996. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40141996000300011>. Acesso em: 20/02/2018.

VEYNE, Paul. A História Conceitual. In: J. Le Goff, P. Nora (orgs.). *História: Novos Problemas*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1988.

VEIDEIRA, ANTONIO A. P. *Historiografia e História da Ciência*. Escritos (Fundação Casa de Rui Barbosa), v. 1, p. 111-158, 2007.

_____. Transdisciplinaridade, Interdisciplinaridade e Disciplinaridade na História da Ciência. *Scientiae Studia*. [online]. 2004, vol. 2, no. 2.

_____. *Interview: Antonio Augusto Passos Videira*. [Entrevista concedida a] Ivã Gurgel, Heráclio Tavares. *Transversal: International Journal for the Historiography of Science*, vol. 8:108-124 DOI: <http://dx.doi.org/10.24117/2526-2270.2020.i8.09>.

VIEIRA, Andrea M.R.S. *Diálogos Possíveis Entre História e História da Ciência: Analogias e Interfaces entre a Historiografia da Ciência Francesa e a Historiografia dos Annales com o Pensamento de Thomas Kuhn*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, 2014.

_____. Diálogos possíveis entre a historiografia e a historiografia da ciência. In: GARCIA, Fernando, MENDES, Breno; VIEIRA, Andrea. *Teoria da História em Debate: modernidade, narrativa, interdisciplinaridade*. Jundiaí: Paco Editorial, 2014.

_____. Acordes e dissonâncias do letramento científico proposto pelo PISA 2015. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 28, p. 478-510, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18222/ea.v28i68.4410>.

_____. Diálogos com Paulo Freire à sombra da mangueira: raízes epistemológicas. In: VILAR, Joelma Carvalho; ALMEIDA, Sheyla Gomes; PEDERIVA, Patrícia (orgs). *Leituras Freirianas: diálogos que permanecem*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2020.

WEHLING, Arno. *Fundamentos e Virtualidades da Epistemologia da História: algumas questões*. Revista Estudos Históricos, da UFRJ, em 1992.

WHITEHEAD, Alfred North. *O conceito de natureza*. Tradução Júlio Fischer. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

WIENER, Norbert. *Cibernética e Sociedade: o uso humano de seres humanos*. Traduzido por, José Paulo Paes. Editora, Cultrix, 1970.

ZANETIC, João. Física e cultura. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 57, n. 3, p. 21-24, Sept. 2005. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000300014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 27jan2018.

ZANETIC, J.: Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 13 (suplemento), p. 55-70, outubro 2006.

ZOURABICHVILI, F. *O vocabulário de Deleuze*. Tradução de André Telles. Rio de Janeiro 2004. (Digitalização: UNICAMP, Campinas). Disponível em <<http://escolanomade.org/wp-content/downloads/deleuze-vocabulario-francois-zourabichvili.pdf>>. Acessado em: 19.jul.2018.

APÊNDICE A - Amostragem de disciplinas de história, filosofia e sociologia da ciência, epistemologia e afins

UNIVERSIDADES	CURSOS	DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS	DISCIPLINAS NÃO-OBRIGATÓRIAS
1) Universidade de Brasília (UnB)	Física (Licenciatura)	-Epistemologia Ensino de Física (128881) -História da Física Clássica (128830) -História da Física Moderna (128864)	- História da ciência (137791)
	Física (Bacharelado)	_____	-História da ciência (137791) -História da Física A (108090) -História da Física B (108006) - Evol. Histórica dos conceitos da Física (118354) História e fil da física (107930)
	Pedagogia	Ensino de Ciência e tecnologia 1 (192481)	Ensino de Ciência e tecnologia 2 (195002)
	Química (Bacharelado)	_____	- Evolução do Pensamento Filosófico e Científico (137413) - Evolução Hist. dos conceitos da Química (119059) -Filosofia da Ciência Ens. CTS (119636)
	Química (Licenciatura)	-Filosofia da Ciência Ens. CTS (119636) - Evolução Hist. dos conceitos da Química (119059) (escolha entre 06 disciplinas obrigatórias)	- Evolução do Pensamento Filosófico e Científico (137413)
	História (Bacharelado)	_____	-História da ciência 1 137791 -História da ciência 2 139645
	História (Licenciatura)	_____	-História da ciência 1 137791 -História da ciência 2 139645
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	Filosofia e Histórias das Ciências 204277	A Ciência e sua Função Social 130214

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	Filosofia e Histórias das Ciências 204277	_____
2) Universidade Federal de Goiás (UFG)	Física (Bacharelado)	_____	Fundamentos Filosóficos e sócio-históricos da Educação (FEE0118)
	Física (Licenciatura)	Fundamentos Filosóficos e Sócio-históricos da Educação (FEE0118)	_____
	Pedagogia	Fundamentos, Conteúdos e Metodologia de Ciências Naturais I e II	_____
	Química (Bacharelado)	Epistemologia da ciência	_____
	Química (Licenciatura)	Epistemologia da ciência	História da Química
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	História das ciências
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	Filosofia da Ciência	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	Filosofia da Ciência	_____
3) Universidade Federal da Bahia (UFBA)	Física (Bacharelado)	Filosofia da física A (FISC53)	Filosofia e ciência (FCHB54)
	Física (Licenciatura)	Filosofia da física A (FISC53)	Filosofia e ciência (FCHB54)
	Pedagogia	Metodologia de Ciências Naturais (EDC314)	_____
	Química (Licenciatura)	- História e epistemologia no ensino de química (QUIA45) - História da Química I (QUIB07)	Química: ciência e contexto (QUIA33)
	Química (Bacharelado)	_____	História da Química I (QUIB07)
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	Evolução do Pensamento Científico	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	Evolução do Pensamento Científico	_____
4) Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Física (Bacharelado)	Evolução das ideias da física (FIS003)	_____
	Física (Licenciatura)	Evolução das ideias da física (FIS003)	Fundamentos e metodologia do ensino de ciências físicas (MTE227)
	Pedagogia	-Fundamentos e Metodologia do Ensino de Ciências Físicas (MTE227) -Fundamentos e Metodologia do Ensino de Ciências Biológica (MTE231)	Introdução a filosofia: filosofia da ciência e epistemologia (FIL029)
	Química (Bacharelado)	História da Química B (QUI097)	História da Química A (QUI062)
	Química (Licenciatura)	- História da Química A (QUI062) - História da Química B (QUI097)	Abordagens Interdisciplinares no Ensino de Ciências (MTE268)
	História (Bacharelado)	História da ciência e da técnica (HIS249-DIG)	Tópicos em História da ciência (HIS239-DIG)
	História (Licenciatura)	História da ciência e da técnica (HIS249-DIG)	Tópicos em História da ciência (HIS239-DIG)
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	_____	Evolução do Pensamento Biológico

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	_____	Evolução do Pensamento Biológico
5) Universidade de São Paulo (USP)	Física (Licenciatura)	_____	-Introdução a epistemologia das ciências (4300231) - Filosofia da Física (FLF0472) - Tópicos de Filosofia da Física (FLF0487)
	Física (Bacharelado)	_____	_____
	Pedagogia	_____	Historia das ciências (DM0684)
	Química (Licenciatura)	_____	-Tópicos de História da Química para o Ensino (QFL4650) -História das Ciências (FLH0640)
	Química (Bacharelado)	_____	_____
	História (Bacharelado)	_____	Historia das ciências e técnicas no Brasil (FLH0110)
	História (Licenciatura)	_____	Historia das ciências e técnicas no Brasil (FLH0110)
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	Filosofia para Ciências Biológicas	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	Filosofia para Ciências Biológicas	_____
6) Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Física (Bacharelado)	_____	_____
	Física (Licenciatura)	História da Física (FIW 483)	_____
	Pedagogia	_____	Atual Cont Ciência da Natureza (EDD 369)
	Química (Bacharelado)	_____	_____
	Química (Licenciatura)	_____	Ensin Quím e Filosofia da Ciência (IQB 500)
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	_____	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	_____	-Filosofia da Ciência I FCF242 -Epist e Hist das Ciências I FCF648
7) Universidade Federal do Pará (UFPA)	Física (Licenciatura)	_____	História da Ciência (EN 02173)
	Física (Bacharelado)	_____	História da Ciência (EN 02173)
	Pedagogia	Fundamentos teóricos metodológicos do ensino das ciências – diurno (PD04019)	_____
	Química (Licenciatura)	Matriz curricular ou Plano Pedagógico não localizados no <i>site</i>	Matriz curricular ou Plano Pedagógico não localizados no <i>site</i>
	Química (Bacharelado)	Matriz curricular ou Plano Pedagógico não localizados no <i>site</i>	Matriz curricular ou Plano Pedagógico não localizados no <i>site</i>
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	História da ciência (CB25008)	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	História da ciência (CB25008)	_____
8) Universidade Federal de Alagoas (UFAL)	Física (Bacharelado)	Tópicos contemporâneos de Física (FISB087)	_____
	Física (Licenciatura)	-História e Filosofia da Ciência (FISL095) -Tendências em Ensino de Física (FISL102)	_____
	Pedagogia	_____	_____
	Química (Licenciatura)	_____	_____
	Química (Bacharelado)	História das Ciências (QUIB007)	_____
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	História da ciência
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	Filosofia da ciência (BIO074)	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	_____	_____
9) Universidade Federal do Ceará (UFC)	Física (Bacharelado)	_____	História do Pensamento Científico (CD0368)
	Física (Licenciatura)	_____	-História do pensamento científico (CD0368) e (CD0278)
	Pedagogia	_____	Tópicos de ciências da natureza e ambiente (PC0351)
	Química (Bacharelado)	_____	História da Química (CE0864)
	Química (Licenciatura)	_____	História da Química (CE0864)
	História (Bacharelado)	_____	Evolução do Pensamento Filosófico e científico
	História (Licenciatura)	_____	Evolução do Pensamento Filosófico e científico
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	Fundamentos de Filosofia da Ciência (ICA1664)	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	Fundamentos de Filosofia da Ciência (ICA1664)	_____
10) Universidade Federal de Roraima (UFRR)	Física (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Física no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Física no <i>campus</i> da capital
	Física (Licenciatura)	_____	Evolução da Física (FI05)
	Pedagogia	_____	_____
	Química (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Química no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Química no <i>campus</i> da capital
	Química (Licenciatura)	_____	_____
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	História da Biologia (CB05)	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	História da Biologia (CB05)	_____
11) Universidade Federal do Acre (UFAC)	Física (Bacharelado)	_____	- História da Física (CCBN594) - Filosofia da Ciência (CFCH375)
	Física (Licenciatura)	História da Física (CCBN594)	- História e Filosofia da Ciência (CFCH251) - Filosofia da Ciência (CFCH375) - Tópicos em ciência e cultura: problematizando o ensino de física (CFCH147)
	Pedagogia	_____	_____
	Química (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Química no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Química no <i>campus</i> da capital
	Química (Licenciatura)	Ciência, Tecnologia e Sociedade (CCBN995)	_____
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Ciências Biológicas no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Ciências Biológicas no <i>campus</i> da capital

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	_____	_____
12) Universidade Federal de Rondônia (UNIR)	Física (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Física no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Física no <i>campus</i> da capital
	Física (Licenciatura)	História da Física (FCA30157)	_____
	Pedagogia	_____	_____
	Química (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Química no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Química no <i>campus</i> da capital
	Química (Licenciatura)	Epistemologia e Filosofia das Ciências (DAQ00094)	_____
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	_____	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	Epistemologia e Filosofia da Ciência (DCB00012)	_____
13) Universidade Federal do Pernambuco (UFPE)	Física (Bacharelado)	_____	_____
	Física (Licenciatura)	História da Física (F1618)	_____
	Pedagogia	_____	Educação e Ciência no mundo atual (SF447)
	Química (Bacharelado)	_____	_____
	Química (Licenciatura)	História da Química (QUIM0110)	_____
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	_____	Ciência Holística

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	_____	_____
14) Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	Física (Bacharelado)	_____	-Evolução Histórica da Física (GDFIS0098) -Filosofia das ciências (1402154)
	Física (Licenciatura)	_____	História Filos da Física (1402227)
	Pedagogia	_____	_____
	Química (Bacharelado)	_____	História da Química
	Química (Licenciatura)	_____	História da Química
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	História e Filosofia das Ciências Naturais 1104212	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	História e Filosofia da Ciência 3104081	_____
15) Universidade Federal do Piauí (UFPI)	Física (Bacharelado)	_____	Evolução Histórica da Física (DIF 220)
	Física (Licenciatura)	Evolução Histórica da Física DFI0220	_____
	Pedagogia	_____	_____
	Química (Bacharelado)	_____	História da Química (DQU0079)
	Química (Licenciatura)	_____	História da Química (DQU0079)
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	História e Filosofia da Ciência	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	História e Filosofia da Ciência	_____
16) Universidade Federal de Sergipe (UFS)	Física (Bacharelado)	Física e sociedade (FISI0274)	Evolução das ideias da Física (FISI0287)
	Física (Licenciatura)	_____	Evolução das ideias da Física (FISI0160)
	Pedagogia	_____	_____
	Química (Bacharelado)	_____	_____
	Química (Licenciatura)	_____	_____
	História (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de bacharelado em História no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de bacharelado em História no <i>campus</i> da capital
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	História e Filosofia das Ciências Biológicas	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	História e Filosofia das Ciências Biológicas	_____
17) Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	Física (Bacharelado)	História e Filosofia da Ciência (FIS0627)	_____
	Física (Licenciatura)	História e Filosofia da Ciência FIS0627)	_____
	Pedagogia	_____	_____
	Química (Bacharelado)	_____	_____
	Química (Licenciatura)	Matriz curricular ou Plano Pedagógico não localizados no <i>site</i>	Matriz curricular ou Plano Pedagógico não localizados no <i>site</i>
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	Filosofia da Ciência (FILO0923)	_____

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	_____	Filosofia da Ciência (FILO0923)
18) Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)	Física (Licenciatura)	Evolução do Conhecimento Científico (FIS00966)	Filosofia das Ciências (FIL02477)
	Física (Bacharelado)	Evolução do Conhecimento Científico (FIS00966)	Filosofia das Ciências (FIL02477)
	Pedagogia	_____	_____
	Química (Bacharelado)	Evolução da Química (QUI09659)	_____
	Química (Licenciatura)	Evolução da Química (QUI09659)	_____
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	_____	Filosofia das Ciências

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	_____	Filosofia das Ciências
19) Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)	Física (Bacharelado) UFMT	_____	_____
	Física (Licenciatura)	_____	-História e filosofia da física (STI) - Epistemologia das Ciências Naturais (STI)
	Pedagogia	_____	_____
	Química (Bacharelado)	História e Filosofia da Química	_____
	Química (Licenciatura)	História e Filosofia da Química	Filosofia da Ciência
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	Matriz curricular ou Plano Pedagógico não localizados no <i>site</i>	Matriz curricular ou Plano Pedagógico não localizados no <i>site</i>

	Ciências Biológicas (Licenciatura)	História e Filosofia do Conhecimento Biológico	_____
20) Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Física (Bacharelado)	_____	_____
	Física (Licenciatura)	História da Física A (CF1809)	_____
	Pedagogia	_____	_____
	Química (Licenciatura)	_____	Introdução à Filosofia da Ciência para a Química (CQ155)
	Química (Bacharelado)	_____	Introdução à Filosofia da Ciência para a Química (CQ155)
	21) Universidade Federal Mato Grosso do Sul (UFMS)	Física (Bacharelado)	Evolução das ideias da Física (24010002523)
Física (Licenciatura)		-Filosofia e Sociologia da Ciência (24010002265) -Evolução das ideias da Física I e II	_____
Pedagogia		_____	_____

	Química (Bacharelado)	_____	-História da Química (23010001882) -História da físico-química (23010001874)
	Química (Licenciatura)	_____	-História da Química (23010001882) - História da físico-química (23010001874)
	História (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de licenciatura em História no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de licenciatura em História no <i>campus</i> da capital
	História (Licenciatura)	_____	História da Ciência e da Tecnologia (<i>Campus</i> Nova Andradina)
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Licenciatura)	História e Filosofia da Educação e do Ensino de Ciências 2701000050	_____
22) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Física (Bacharelado)	_____	História da Física e epistemologia (FIS01033)
	Física (Licenciatura)	História da Física e epistemologia (FIS01033)	Buscando Interfaces disciplinares no ensino de ciências (QUI99008)
	Pedagogia	_____	_____

	Química (Bacharelado)	_____	Evolução da Química (QUI01152)
	Química (Licenciatura)	Evolução da Química (QUI01152)	História da Ciência e Ensino (EDU02041)
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	_____	História da Ciência e Ensino (EDU02041)
	Ciências Biológicas (Licenciatura)	_____	História da Ciência e Ensino (EDU02041)
23) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Física (Bacharelado)	Evolução dos conceitos da Física (FSC5602)	-Teoria do conhecimento e Filosofia da ciência (FIL5195) - Filosofia da ciência (FIL5310) - Ensino e História da Física (FSC5516)
	Física (Licenciatura)	Evolução dos conceitos da Física (FSC5602)	Ensino e História da Física (FSC5516)
	Pedagogia	_____	_____

	Química (Bacharelado)	_____	História da Química (QMC5516)
	Química (Licenciatura)	_____	História da Química (QMC5516)
	História (Bacharelado)	_____	Tópico especial em história, medicina e sociedade HST5853
	História (Licenciatura)	_____	Tópico especial em história, medicina e sociedade HST5853
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	Filosofia da Ciência FIL7007	Filosofia das Ciências biológicas FIL7010
	Ciências Biológicas (Licenciatura)	Filosofia da Ciência FIL7007	Filosofia das Ciências biológicas FIL7010
24) Universidade Federal de Tocantins (UFT)	Física (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Física no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Física no <i>campus</i> da capital
	Física (Licenciatura)	A Universidade não possui o curso de licenciatura em Física no <i>campus</i> da capital (Existe o curso no campus Araguaína e a disciplina obrigatória de História das Ciências)	A Universidade não possui o curso de licenciatura em Física no <i>campus</i> da capital
	Pedagogia	_____	_____

	Química (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Química no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Química no <i>campus</i> da capital
	Química (Licenciatura)	A Universidade não possui o curso de licenciatura em Química no <i>campus</i> da capital (Existe o curso no campus Araguaína e a disciplina obrigatória de História das Ciências)	_____
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	História e Filosofia da Ciência CBI327	_____
	Ciências Biológicas (Licenciatura)	História e Filosofia da Ciência CBI327	_____
25) Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)	Física (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Física no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Física no <i>campus</i> da capital
	Física (Bacharelado)	_____	_____
	Física (Licenciatura)	História e epistemologia da Física	_____

	Pedagogia	_____	_____
	Química (Bacharelado)	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Química no <i>campus</i> da capital	A Universidade não possui o curso de bacharelado em Química no <i>campus</i> da capital
	Química (Licenciatura)	História da Química	_____
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Licenciatura)	_____	_____
26) Universidade Federal do Maranhão (UFMA)	Física (Bacharelado)	_____	- Filosofia das Ciências Naturais (DFIL0066) - Evolução do pensamento científico (DFIL0076)
	Física (Licenciatura)	_____	- Filosofia das Ciências Naturais (DFIL0066) - Evolução do pensamento científico (DFIL0076)

	Pedagogia	_____	_____
	Química (Bacharelado)	Fundamentos de Filosofia (DFIL0035)	_____
	Química (Licenciatura)	Fundamentos de Filosofia (DFIL0035)	_____
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	_____
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	Filosofia das Ciências (DFIL0150)	_____
	Ciências Biológicas (Licenciatura)	Filosofia das Ciências (DFIL0150)	_____
27) Universidade Federal do Amazonas (UFAM)	Física (Bacharelado)	História da física (IEF143)	_____
	Física (Licenciatura)	História da física (IEF143)	_____

	Pedagogia	A criança, a natureza e a sociedade (FET157)	_____
	Química (Bacharelado)	_____	_____
	Química (Licenciatura)	História da Química	_____
	História (Bacharelado)	_____	_____
	História (Licenciatura)	_____	-História da saúde e das doenças na África IHH133 -História da Medicina e da saúde pública no Brasil IHH133
	Ciências Biológicas (Bacharelado)	_____	- Filosofia das Ciências -Biologia e sociedade
	Ciências Biológicas (Licenciatura)	_____	- Filosofia das Ciências -Biologia e sociedade
28) Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	Física (Bacharelado)	Tópicos em História da Física F063	_____

Física (Licenciatura)	Tópicos em História da Física F063	_____
Pedagogia	Escola e Conhecimentos em Ciências Naturais (EP474)	_____
História (Bacharelado)	_____	_____
História (Licenciatura)	_____	_____
Química (Bacharelado)	Disponível apenas a grade horária	Disponível apenas a grade horária
Química (Licenciatura)	Disponível apenas a grade horária	Disponível apenas a grade horária
Ciências Biológicas (Bacharelado)	Introdução à Filosofia das Ciências Naturais BL300	História das ciências naturais GE801
Ciências Biológicas (Licenciatura)	Introdução à Filosofia das Ciências Naturais BL300	_____

Fonte: Elaboração da autora.