



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

STÊNIO GONÇALVES DE OLIVEIRA

**A FÍSICA APROPRIADA: REALISMO INGÊNUO E OBSTÁCULOS
EPISTEMOLÓGICOS**

GOIÂNIA
2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

Stênio Gonçalves de Oliveira

3. Título do trabalho

A FÍSICA APROPRIADA: REALISMO INGÊNUO E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Gonzaga Roversi Genovese, Professor do Magistério Superior**, em 01/05/2021, às 11:45, conforme

Termo de Ciência e de Autorização (TECA) GCPI 2037389 SEI 23070.028522/2020-08 / pg. 1



horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **STENIO GONCALVES DE OLIVEIRA, Discente**, em 24/08/2021, às 10:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2037389** e o código CRC **0D6E778A**.

STÊNIO GONÇALVES DE OLIVEIRA

**A FÍSICA APROPRIADA: REALISMO INGÊNUO E OBSTÁCULOS
EPISTEMOLÓGICOS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadores:

Prof. Dr. Luiz Gonzaga Roversi Genovese

Prof. Dr. Juan Bernadino Marques Barrio (*in memoriam*)

GOIÂNIA

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

Oliveira, Stênio Gonçalves de
A FÍSICA APROPRIADA [manuscrito] : REALISMO INGÊNUO E
OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS / Stênio Gonçalves de Oliveira. -
2020.
ccxxxvii, 238 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Gonzaga Roversi Genovese; co
orientador Juan Bernadino Marques Barrio.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Pró-reitoria de
Pós-graduação (PRPG), Programa de Pós-Graduação em Educação em
Ciências e Matemática, Goiânia, 2020.

Bibliografia.

Inclui mapas, fotografias, tabelas, lista de figuras.

1. Física Quântica. 2. Bachelard. 3. Obstáculos epistemológicos. 4.
Realismo. 5. Epistemologia. I. Genovese, Luiz Gonzaga Roversi ,
orient. II. Título.

CDU 51:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS





GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata da sessão de Defesa de Tese de **Stênio Gonçalves de Oliveira**, que confere o título de Doutor(a) em **EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**, na área de concentração em **Qualificação de Professores de Ciências e Matemática**.

Ao/s 02 dias do mês de julho de 2020, a partir da(s) 15:00, por VIDEOCONFERÊNCIA, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada "A FÍSICA APROPRIADA: REALISMO INGENUO E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS". Os trabalhos foram instalados pelo(a) Orientador(a), Professor(a) Doutor(a) Luiz Gonzaga Roversi Genovese - UFG com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor(a) Doutor(a) José Ternes - PUC-GO, membro titular externo; Professor(a) Doutor(a) Ivã Gurgel - USP-SP, membro titular externo; Professor(a) Doutor(a) Wellington Pereira de Queirós - UFMS-MS, membro titular externo; Professor(a) Doutor(a) Simone Sendin Moreira Guimarães - UFG, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese, tendo sido(a) o(a) candidato(a) aprovado pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo(a) Professor(a) Doutor(a) Luiz Gonzaga Roversi Genovese, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

	Documento assinado eletronicamente por Simone Sendin Moreira Guimarães, Coordenadora, em 02/07/2020, às 19:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.339, de 8 de outubro de 2015 .
	Documento assinado eletronicamente por Luiz Gonzaga Roversi Genovese, Professor do Magistério Superior, em 03/07/2020, às 01:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.339, de 8 de outubro de 2015 .
	Documento assinado eletronicamente por José Ternes, Usuário Externo, em 05/07/2020, às 10:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.339, de 8 de outubro de 2015 .
	Documento assinado eletronicamente por Ivã Gurgel, Usuário Externo, em 28/08/2020, às 13:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.339, de 8 de outubro de 2015 .
	Documento assinado eletronicamente por Wellington Pereira de Queirós, Usuário Externo, em 19/10/2020, às 19:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.339, de 8 de outubro de 2015 .

https://sei.ufg.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=1516109&info_sistema=1... 1/2



[Decreto nº 8.339, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1404944 e o código CRC FE1D297E.

**A FÍSICA APROPRIADA: REALISMO INGÊNUO E OBSTÁCULOS
EPISTEMOLÓGICOS**

STÊNIO GONÇALVES DE OLIVEIRA

Tese de doutorado aprovada para obtenção do grau de Doutor em Ensino de Ciências e
Matemática, pela Banca examinadora formada por:

Presidente: Prof. Dr. Luiz Gonzaga Roversi Genovese,
Prof. Dr. Juan Bernadino Marques Barrio (*in memoriam*)
Orientadores, UFGO

Membro: Prof. Dr. Ivã Gurgel, USP

Membro: Prof. Dra. Simone Sendin M. Guimarães, UFG

Membro: Prof. Dr. José Ternes, PUC-GO

Membro: Prof. Dr. Wellington Pereira de Queirós, UFMS

Goiânia, 29 de junho de 2020

À escola pública, à universidade pública e a todos os profissionais que a elas se uniram para ofertar minha formação.

Representando meus professores, especialmente, à Professora Isva, Instituto San Damiano, pela paciência em me ensinar em cima do texto “As olarias de Satuba”. (Professora, finalmente consegui parar de trocar o t com o d).

Ao tempo, ente abstrato e nossa maior riqueza, que tem sido, cada vez mais, roubado de cada um de nós.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais à Dona Zenilde, famosa Dona Z, que me acompanhou em todos os dias da construção deste trabalho.

Ao meu grande amigo Raul Isaías, pelas conversas que me possibilitaram amadurecer as ideias aqui contidas.

Ao meu grande amigo Juan Bernadino, pelo mestrado e pelo início deste processo de doutoramento.

Ao meu grande amigo Luiz Genovese, pela coragem e disposição em me orientar, mesmo sabendo que o que eu mais queria era o exercício da escrita e da criação.

Finalmente, agradeço à poesia, quem muito me inspirou ao longo deste trabalho e que me apresentou a música e a letra de Belchior.

OLIVEIRA, Stênio Gonçalves de. **A Física Apropriada: Realismo Ingênuo e Obstáculos Epistemológicos**. 238 f. Tese. (Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática). UFG, 29 de junho de 2020.

RESUMO

As tendências interepistêmicas na produção do conhecimento são fortes e se apresentam como tentativa de superação dos grandes problemas que atingem a produção científica e a sociedade de forma mais geral. Por vezes, essas atividades de produções entre as áreas específicas do conhecimento se traduzem como apropriação de elementos construídos em um determinado campo por outro, atividade que estamos denominando de apropriação interepistêmica. Por sua projeção histórica enquanto ciência e por suas produções revolucionárias advindas desde o início do século XX, a Física se torna umas das fontes principais de elementos a serem apropriados nessas atividades interepistêmicas, especialmente a Quântica e a Relatividade. Os elementos produzidos pela Física contemporânea foram, assim, apropriados por diversos campos de conhecimentos, como as Psicologia e Administração de Empresas. Essas apropriações são usadas ora para confirmar conhecimentos desses campos, ora para criar teorias e conhecimentos. O presente trabalho analisa essas apropriações interepistêmicas dos elementos da Física contemporânea sob um olhar epistemológico, tentando evidenciar as bases do pensamento que realiza as apropriações. Essa evidenciação é construída a partir da elucidação das características de construção dos conhecimentos da Física contemporânea, características que damos o nome de “*âmbito epistêmico de produção dos elementos da Física*”. O presente estudo analisa também, em segundo plano, uma tendência questionável de considerar a Física como alicerce para a construção de outros campos de conhecimento, como ciência modelo e orientadora para as produções científicas e acadêmicas. Essa investigação epistemológica descortina uma característica das atividades interepistêmicas: elas se assentam num realismo ingênuo na interpretação dos elementos da Física, considerando esses elementos como *existentes* (no mais simples sentido do termo), desconsiderando toda complexidade epistemológica da constituição da Física atual. A intenção, portanto, é formular aqui condições epistemológicas para realizar uma denúncia importante: as atividades acadêmicas e científicas estão, por vezes, assentadas em uma base epistemologicamente errônea ao apropriarem-se dos elementos da Física contemporânea, uma base ingenuamente realista. A consequência, ou o sintoma, dessa falha epistemológica nas atividades acadêmicas e científicas é que, com frequência, as apropriações interepistêmicas, a partir da Física contemporânea, fazem renascer os obstáculos epistemológicos nos campos que se apropriam desses elementos, o verbalismo e as tendências às generalizações. Sendo assim, nossa afirmação essencial é de que as apropriações interepistêmicas a partir da Física contemporânea causam o renascimento de obstáculos epistemológicos em campos científicos e acadêmicos que já se consolidaram ou estão em viés de consolidação. Como parte conclusiva de nosso trabalho, discutimos as implicações dessas atividades de apropriação interepistêmica com a Física contemporânea para a legitimidade da atividade acadêmica, especialmente a brasileira, propondo uma desmistificação da própria Física e sua retirada do *background* para apoio das produções de outros campos de conhecimento. Discutimos também a importância da consciência das restrições epistemológicas dessas apropriações e das características epistêmicas das produções científicas para a formação de professores de ciências e para o campo de Ensino de Ciências, colocando a questão de sua autonomia no contexto de apropriações de elementos da Física contemporânea.

Palavras-chave: Física Quântica. Bachelard. Obstáculos epistemológicos. Realismo. Epistemologia.

OLIVEIRA, Stênio Gonçalves de. **A Física Apropriada: Realismo e Obstáculos Epistemológicos**. 238 f. Tese. (Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática). UFG, 29 de junho de 2020

ABSTRACT

Inter-epistemic trends in the production of knowledge are currently strong and present themselves as an attempt to overcome major problems that affect both scientific production and society in general. These production activities among specific areas of knowledge often result in inter-epistemic appropriation, a process in which elements constructed in a particular field of knowledge are appropriated by other fields. Due to its historical projection as a science and to its revolutionary productions since the beginning of the twentieth century, Physics has become one of the main sources of elements, especially the Quantum and the Relativity theories, under appropriation in these inter-epistemic activities. The elements produced by contemporary Physics were thus appropriated by different fields of knowledge, such as Psychology and Business Administration. These appropriations are used either to confirm knowledge of these fields or to subsidize the creation of theories and knowledge in such fields. The present work analyzes these inter-epistemic appropriations of the elements derived from contemporary Physics through an epistemological point of view, pointing out the foundation of the thought that undertakes the appropriations. The explanation is built through the elucidation of the knowledge construction characteristics of contemporary Physics, such characteristics are referred to as “*epistemic scope of production of the elements of Physics*”. This study also analyzes, in the background, a questionable tendency of considering Physics as a foundation for the construction of other fields of knowledge, as a guiding and model science for scientific and academic productions. The epistemological investigation reveals a characteristic of inter-epistemic activities: they are based on a naive realism towards the interpretation of the elements of Physics, considering these elements as *existent* (in the simplest sense of the term), disregarding all the epistemological complexity of the constitution of current Physics. Therefore, the intention here is to formulate epistemological conditions to make an important denunciation: academic and scientific activities are sometimes grounded on an epistemologically erroneous basis as they take elements of contemporary Physics under appropriation, a naively realistic basis. The consequence, or the symptom, of this epistemological flaw in academic and scientific activities is that, frequently, inter-epistemic appropriations, derived from contemporary Physics, revive epistemological obstacles, such as verbalism and tendencies to generalizations, in the fields of knowledge which appropriate the elements of Physics. Consequently, the essential statement of this research is that inter-epistemic appropriations derived from contemporary Physics cause the revival of epistemological obstacles in scientific and academic fields that are either already consolidated or in the process of consolidation. As a conclusive part of the work, the implications of these inter-epistemic appropriation activities derived from contemporary Physics for the legitimacy of academic and scientific activity, especially in Brazil, are discussed. In addition, the demystification of Physics itself and its removal from the theoretical *background* that supports the production of other fields of knowledge are proposed. Finally, the importance of awareness of epistemological restrictions of these appropriations and of the epistemic characteristics of scientific productions for the formation of science teachers and for the field of Science Teaching is also discussed, placing the question of their autonomy in the context of appropriations of elements derived from contemporary Physics.

Keywords: Quantum Physics. Bachelard. Epistemological obstacles. Realism. Epistemology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A Física Quântica em nossas vidas	17
Figura 2: Física Quântica e espiritualidade	17
Figura 3: Viagem pela Península Ibérica na Idade Média	108
Figura 4: A metamorfose de Narciso (1937) – Salvador Dalí	134
Figura 5: A Desintegração da Persistência da Memória – Salvador Dalí, 1954	135
Figura 6: Santo rodeado por Três <i>MésonsPi</i> (1956) – Salvador Dalí	136

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 DEFINIÇÃO DE APROPRIAÇÕES INTEREPISTÊMICAS E OS ASPECTOS METEDOLÓGICOS DO TRABALHO	16
1.1 Construção do conceito de apropriações interepistêmicas a partir da Física contemporânea: objeto e problema do trabalho	17
<i>1.1.1 Construção de apropriação interepistêmica: nosso objeto</i>	<i>17</i>
<i>1.1.2 Exemplificação de apropriações interepistêmicas</i>	<i>19</i>
<i>1.1.3 Apropriações interepistêmicas a partir da Física: problemas do trabalho</i>	<i>23</i>
1.2 Aspectos metodológicos do trabalho	24
2 O REFERENCIAL TEÓRICO-EPITEMOLÓGICO DO TRABALHO	39
2.1 Os alicerces epistemológicos da obra de Bachelard	39
2.2 Os obstáculos epistemológicos na obra de Bachelard	55
3 PREÂMBULO DA TESE: A CARACTERIZAÇÃO DE UM NOVO ASPECTO EPITEMOLÓGICO DOS ELEMENTOS DA FÍSICA CONTEMPORÂNEA	68
3.1 O âmbito epistêmico de criação dos elementos da Física contemporânea e suas faces: os problemas íntimos e a matemática	68
4 O PROCESSO HISTÓRICO DA VALORIZAÇÃO DA FÍSICA MODERNA, O FANTÁSTICO DA FÍSICA CONTEMPORÂNEA E O RENASCIMENTO DOS OBSTÁCULOS EPITEMOLÓGICOS	102
4.1 O processo histórico da Física moderna	103
4.2 O fantástico da Física contemporânea: um incitamento às apropriações	132
4.3 A crença na natureza única e as tendências às generalizações como origem de obstáculos epistemológicos	155
4.4 Verbalismo nas apropriações interepistêmicas como origem de obstáculos epistemológicos	181

5 CONTRIBUIÇÕES AO ENSINO DE CIÊNCIAS, APROPRIAÇÕES INTEREPISTÊMICAS, REALISMO INGÊNUO E RACIONALISMOS REGIONAIS	202
5.1 Contribuições ao ensino de ciências	202
5.2 Apropriações interepistêmicas, realismo ingênuo e racionalismos regionais	222
CONSIDERAÇÕES FINAIS	230
REFERÊNCIAS	233

INTRODUÇÃO

Uma vez que ficam determinadas as áreas de conhecimento, que se delimitam as atividades que se denominam ciências, as racionalidades particulares de cada uma dessas regiões do saber, inicia-se um duplo movimento. Uma expansão do conhecimento numa construção cada vez mais sólida, com objetos diversificados e com crescente representação sobre a realidade e, ao mesmo tempo, uma especialização e afinamento dos temas de investigação, ou seja, um duplo movimento. Ao menos assim ocorre ainda com a Física que, se acompanharmos seu temas, passará das preocupações sobre as harmonias celestes e terrenas de Copérnico até as especificidades múltiplas da Física contemporânea. A Física, campo de conhecimento consolidado em torno dos objetos que cria e de suas problemáticas, se mostra como produto desse movimento, uma especialização que tem como consequência a generalização de seu poder de conhecimento. Naturalmente, quando se consolidam os campos de conhecimento, inaugura-se um comércio, um conjunto de trocas de elementos que são criados epistemicamente. De fato, um processo interepistêmico de tentativa de construção de conhecimentos. Ora tais processos são iniciados pelos problemas que se apresentam reivindicando uma solução, ora são processos iniciados artificialmente pelas concepções dos sujeitos de pesquisa. No meio de todo este cenário de conversação entre os campos de conhecimento, a Física é uma das fontes de diálogos e de elementos a serem apreciados, particularmente, a Física atual e seus elementos.

Para nos explicar o interesse pela apropriação de elementos, especialmente aqueles representativos da Física contemporânea¹, surge alguma causa de cunho epistemológico. A tais atividades damos o nome de apropriações interepistêmicas, como forma de denotar o ato de aquisição de elementos oriundos da Física por outros campos. Não apenas uma causa, mas também consequências epistemológicas para a produção de conhecimentos estão envolvidas. Esse aspecto epistemológico das apropriações interepistêmicas pode ser vislumbrado tendo em mente, primeiro, a noção de realismo dos produtos das ciências; e em segundo, a noção de obstáculo epistemológico. Essas duas noções tão trabalhadas por Gaston Bachelard (1884-1962) em suas obras serão nossas bases para tecermos nossas análises e propormos o que

¹ Com o termo de Física contemporânea, ora alternado com o termo de Física atual, queremos denotar a Física produzida desde o início do século XX, partindo dos trabalhos de Planck sobre a quantização, passando por toda a quântica e incluindo a relatividade de Einstein. Guardamos o termo Física moderna para os trabalhos desde Galileu até a consolidação da física newtoniana e do eletromagnetismo representado nas equações de Maxwell.

estamos chamando de nossa tese: **que as apropriações interepistêmicas renascem os obstáculos epistemológicos.**

A Física contemporânea, construção que contradiz as mais consolidadas noções do senso comum, nos traz uma perspectiva de algo fenomenal e fantástico. Essas aparências que as teorias contemporâneas da Física nos fornecem, ante às noções mais ordinárias e corriqueira do cotidiano, se tornam realmente algo fantástico e quimérico. O fantástico da Física contemporânea contribui para uma propagação popular das teorias e elementos apropriados pelos mais diversos planos, inclusive nos contextos das produções acadêmicas. É neste contexto que vislumbramos o maior problema dessas apropriações, dado que nem sempre se atentam para as necessidades epistemológicas dos objetos da Física. Se existe um âmbito que deve almejar o crescimento e evolução, tal âmbito é a produção acadêmica, diversificada em seus ramos. Portanto, se as apropriações interepistêmicas a partir da Física contemporânea apresentam qualquer possibilidade de prejuízo, cremos que é justamente nos contextos dessas produções que elas podem ser mais prejudiciais.

Fazendo uma divisão tácita entre contextos de produção de conhecimentos e contextos de ensino de ciências, os obstáculos epistemológicos atuam no primeiro; no segundo, determina-se as condições de suas perpetuações ou de suas suplantações. Uma vez que o ensino de ciências deve se assentar nas características das próprias ciências, deve se assentar, portanto, nas características epistemológicas de cada uma delas. O ensino de Física, dessa forma, deve trazer à tona os contextos epistêmicos de suas produções, pois é neste processo de levantamento das reais características epistêmicas dos elementos da Física contemporânea que podemos compreender o realismo como causa e os obstáculos como consequência das apropriações dos entes da Física contemporânea. Portanto, cremos que é justamente no seio da formação de professores de ciências que devemos lançar a discussão sobre as apropriações dos elementos da Física contemporânea.

1 DEFINIÇÃO DE APROPRIAÇÕES INTEREPISTÊMICAS E OS ASPECTOS METODOLÓGICOS DO TRABALHO

O primeiro capítulo de nosso trabalho tem a finalidade de apresentar respostas às exigências formais da escrita acadêmica, atendendo a necessidade de dar definição ao objeto de estudo de nossa pesquisa, determinando uma problemática em torno dele e, por último, tentando indicar os caminhos metodológicos para a realização de uma construção de resposta. E é na tentativa de resolução de um problema levantada por nós a respeito de nosso objeto que proporemos nossa tese central no sentido mais literal do termo.

O primeiro subcapítulo, portanto, terá a função primordial de conceituar e definir o nosso objeto de estudo e a formulação de nossa problemática principal. Essa construção se faz necessária porque a forma como definiremos nosso objeto conferirá sentido ao restante de nosso trabalho, as nossas críticas e indagações. Embora a forma como construiremos nosso objeto permitirá sua aplicação de forma mais geral, imporemos algumas restrições para as finalidades de nosso trabalho. Utilizaremos, como forma de esclarecimento, algumas exemplificações dessas atividades que são nossos objetos. Essas exemplificações visam a construção mais didática de nosso objeto.

Posteriormente, no segundo subcapítulo, organizaremos nossas ideias com relação aos aspectos metodológicos de nosso trabalho. Esses aspectos serão organizados em torno de um objetivo específico, objetivo que declararemos e faremos notar a sua importância. Somente compreendendo esse objetivo é que poderemos compreender também os aspectos metodológicos que tivemos que pensar para a realização de nosso trabalho. É que, intelectualmente, diante de uma construção acadêmica que se propõe realizar, percebemos que é mais promissor determinar primeiro o objetivo para, em seguida, escolher o caminho. Mas não tenhamos a impressão de que estamos escolhendo caminhos previamente existentes. Antes disso, o caminho é nossa construção. E essa construção de um caminho intelectual para sustentar uma ideia-alvo é a parte árdua da construção intelectual. Pois, tal caminho não pode ser incoerente e irracional, mas deverá apresentar uma ilibada estrutura lógica e racional, muito embora tenhamos a existência de suas nuances criativas. Eis, portanto, a necessidade de explicar tanto a ideia-alvo, quanto o caminho adotado para seu alcance. A ideia-alvo, sem seu caminho, é apenas opinião. Nosso caso não só está sob a aplicação da máxima maquiavélica de que *os fins justificam os meios*, mas como os fins *definem* os caminhos a serem seguidos.

1.1 Construção do Conceito de Apropriações Interepistêmicas a partir da Física Contemporânea: Objeto e Problema do Trabalho

1.1.1 Construção de Apropriação Interepistêmica: Nosso Objeto

Há sempre a questão formal dentro dos trabalhos acadêmicos a respeito do objeto de estudo, ou qual é o objeto da pesquisa. Pensamos que para essas questões poderíamos responder “está aqui” ou “é este”. Porém, tanto respostas quanto perguntas inferem algo que é estranho, ao menos em nosso trabalho. Elas pressupõem a externalidade e a existência objetiva e independente desse objeto, como se a pesquisa e o pensamento encontrassem manifestadamente o objeto na realidade externa ao contexto de sua criação. Se existe algo assim, não será nosso caso. Ao analisarmos sistematicamente a epistemologia de Bachelard, em partes posteriores de nosso trabalho, veremos que ele mesmo compreende os objetos das ciências como sendo da ordem da construção, e não na qualidade da descoberta.

Nosso objeto de estudo não existe, ele não é parte notável de uma realidade externa ao próprio trabalho. Ele precisa ser construído e conceituado, delimitado e especificado. Portanto, estaremos, neste tópico, exercitando uma atividade das pesquisas científicas que é elaborar, delimitar e conceituar nosso objeto. Em outras palavras, construiremos nosso objeto. Abrir mão disso é impossibilitar uma discussão que seja proveitosa e frutífera. Porém, não podemos fazer isso no sentido de um recorte da realidade, uma vez que a realidade do objeto é a realidade que fornece o seu conceito formador. As apropriações interepistêmicas, enquanto nossos objetos de pesquisa, apenas existirão depois de feita sua definição, depois que realizarmos sua conceituação. Pensamos que aí se encontra o poder dos conceitos e das definições: elas trazem à existência elementos que não existiriam caso não fossem construídos.

Em particular, a revolução dentro da Física no início do século XX, com o advento do que conhecemos hoje por Física Contemporânea, essencialmente ligada à mecânica quântica e teoria da relatividade, marcou o início de uma nova forma de interpretar os fenômenos físicos e de uma nova fase de racionalização interna nesse campo de saber (BACHELARD, 1968). Pensamos que as novas teorias da Física surgiram para resolver questões abertas dentro da Física Clássica e tiveram como efeito colateral a sua completa reformulação. Assim, a Física do século passado traz, naquelas soluções, uma visão inovadora da natureza e dos fenômenos que, de certa forma, se tornou objeto de atenção dos atuantes em outras áreas do saber e do

leigo culto da época, muito bem fundamentados nas concepções clássicas de mundo. A atenção revelava a impressão de que as novas teorias tivessem o poder de mudar a natureza física do mundo, da descoberta de um novo plano extraordinário da matéria.

Mais recentemente, as teorias físicas do início do século XX resultaram em diversas aplicações práticas e em várias previsões científicas “confirmadas”, constituindo como progressos desde novas técnicas de abordagem da natureza, novas tecnologias, avanços em áreas de direto impacto social às possibilidades de respostas às questões essenciais sobre o universo (como é o caso recente do Bóson de Higgs – a “*partícula de Deus*”). Essa condição produtora da nova fase de racionalização oriunda das teorias contemporâneas acentuou ainda mais a atenção prestada às posições interpretativas da Física, fazendo com que a atividade científica da Física ficasse em evidência.

Diante desse quadro, duas consequências importantes se formaram. A primeira é que as traduções e tentativas didáticas foram tomadas pelos leigos e por muitos outros atuantes ligados às áreas diversas de conhecimento como sendo a própria Física, como ocorre com obras de autores conhecidos – Hawking, Capra, Goswami, etc. A segunda se configura no fato de que grande parte do conjunto de ideias da Física contemporânea, que surgiram nessas empreitas, não ficou apenas na posse do público leigo, mas passaram ao domínio de outros campos de saber e algumas delas passaram a ser utilizadas dentro desses campos. Posteriormente retomaremos esse aspecto das apropriações no esforço de argumentar que ela é uma camada mais superficial de uma concepção realista das teorias e conceitos da Física; que as teorias prontas e traduzidas perdem suas nuances abstratas, sendo retomadas como a própria realidade.

Algumas dessas apropriações interepistêmicas viram nas teorias contemporâneas da Física elementos a serem incorporados por serem supostamente portadores, quando aplicados a seus objetos de estudo, de potenciais explicativos e criativos; outras encontraram nas repercussões teóricas da Física consequências de interesse de seus campos e tais repercussões foram tomadas como base para conjecturas internas. Paralelamente, os objetos de estudo das áreas adquirentes começaram a ser observados da mesma forma que as traduções informavam o modo como a Física contemporânea atuava sobre seu objeto, uma apropriação para além dos elementos físicos, indo ao campo do suposto método. Essas apropriações interepistêmicas tornaram-se cada vez mais frequentes e efetivadas nas mais diversas áreas de conhecimento.

Portanto, para os propósitos de nosso trabalho, definimos como apropriações interepistêmicas as atividades em que um determinado campo de conhecimento incorpora as suas discussões ou produções, teorias, teoremas, modelos ou conceitos que nasceram em outro ramo de atividade com a qual não existe coincidência de objetos de pesquisas e estudos. Embora

o objeto que pretendemos construir aqui tenha sim validade mais ampla, é no recorte dos casos com a Física que colocaremos nossas atenções. Então, especificando ainda mais nossa definição, estamos aqui restringindo nossas análises aos elementos que nascem no contexto dos objetos da Física e que vão, pela via da apropriação interepistêmica, às zonas de estudo alheias aos objetos primeiros da Física.

1.1.2 Exemplificação de Apropriações Interepistêmicas

Diante dessa definição de nosso objeto de estudo, para melhor caracterizá-lo e exemplificá-lo, propomos a apreciação de algumas dessas tentativas de apropriações interepistêmicas dos elementos da Física. Como essas tentativas não se restringem aos campos acadêmicos, citaremos exemplos acadêmicos e não acadêmicos. Em uma parte posterior de nossos textos, analisaremos algumas das apropriações não acadêmicas, embora nossa principal intenção seja a de averiguá-las nos contextos das produções acadêmicas e/ou científicas.

Começaremos por atividades que, embora externas à academia, são de grande influência para a sociedade de forma geral. Vale salientar a nossa consciência sobre a delicadeza da questão de abordar academicamente assuntos que citaremos. Porém, concebemos, tal como Feyerabend (2007), que a ciência é apenas mais uma das atividades humanas e deve ser respeitada tanto quanto outras atividades e formas de conhecimento. No plano da educação, o professor encontra alunos que têm histórias formativas influenciadas por conhecimentos não científicos que pela Ciência. Portanto, tais assuntos merecem espaço na formação desses professores.

Começamos indicando tentativas espiritualistas e/ou religiosas de se apossar de elementos da Física Quântica:

Figura 1 - A Física Quântica em nossas vidas

Curso:
A FÍSICA QUÂNTICA EM NOSSA VIDA

OBJETIVOS DO CURSO:
 Numa linguagem simples e compreensível, o curso objetiva: Interpretar e explicar os significados das leis e dos princípios da Física Quântica; Explorar quando e como os processos quânticos ocorrem na vida prática; Explicar como as leis e princípios quânticos podem ser utilizados na vida prática.

ASSUNTOS ESTUDADOS NO CURSO:
 A Função de Onda: Ferramenta para a capacitação humana.
 -O Colapso da Função de Onda e o poder criador da mente.
 -A Correlação Quântica: O poder de atrair coisas, negócios e parcerias.
 -A Teoria Quântica de Campo: Troca de energias no relacionamento humano.
 -O Emaranhamento Quântico: você pode ser qualquer coisa.
 -A Teoria dos Spins e a cura das doenças.
 -O Princípio da Complementaridade: Uma Física da Espiritualidade.

Osny Ramos durante 2 anos viveu isolado no topo de uma montanha em meditações diárias.

Osny Ramos:
 Engenheiro, Pós-Graduado em Filosofia da Ciência e Mestrado em Antropologia Filosófica. É professor de Psicologia e Física Quântica no Instituto de Parapsicologia e Ciências Místicas de Joinville.
 Autor de 3 livros: Tratado de Ontologia das Cores, As Cores nos Ambientes e A Física Quântica em Nossa Vida.

palestra 08 de abril das 19:30 as 21:00 (investimento R\$20)
curso 09 de abril das 8:30 as 17:30 (investimento R\$185)

R. Enoé Schutel, 168 - Trindade(48) 3389-2310
www.yogakailash.com.br

Fonte: www.yogakailash.com.br

Figura 2 - Física Quântica e espiritualidade

Workshop
Física Quântica e Espiritualidade
A Energia Vital e os Alimentos
Alimentação e Digestão

Conteúdo Programático

- Física Clássica
- Física Relativística
- Física Quântica
- A Causalidade Ascendente/Descendente
- O Espírito
- A Cura Quântica
- Elementos Básicos que Constituem o Universo
- Constituição Básica da Matéria do ponto de Vista Esotérico e Espiritual
- Energia Vital e a classificação dos Alimentos
- Alimentação e Digestão
- Dicas de Qualidade na Alimentação e Digestão



Hamilton Vita
 Terapeuta Holístico, com Formação em Psicoterapia Reencarnacionista, Naturopatia Vibracional, Radiestesta e Fisioterapia. Consultor de Empresas, Professor e Palestrante, Monitor de Cursos e Membro da Associação Brasileira de Psicoterapia Reencarnacionista. Lecionou na UERJ, CEET, SENAI, CETIND e ETETSA, por mais de 15 anos foi diretor de Empresas na Bahia, São Paulo e Minas Gerais. Licenciado em Eletrodinâmica pela Universidade do Estado da Bahia, possui diversas cursos de Pós-Graduação no Canadá e Brasil. Realiza Atendimento Clínico no Sul de Minas Gerais, Cursos e Palestras pelo Brasil e através da Internet.

Data: 07/09/2013 Horário: 09:00 às 13:00hs
 Local: Rua Apuleio Gonçalves Coelho, 52 - Nossa Senhora de Lourdes - Ouro Preto/MG
 Inscrições: (31) 3562-2889

www.hamiltonvita.com

Fonte: www.hamiltonvita.com.br

Dois exemplos corriqueiros de atividades ou campos de conhecimentos alheios à Ciência apropriando-se de elementos da Física, intencionando que esses conhecimentos específicos também sirvam para suas áreas. A figura 1 é o panfleto de um workshop que tenta associar Física Quântica e Espiritualidade. No conteúdo programático do curso aparecem os termos Física Clássica, Relativística e Quântica. Na figura 2, vemos um curso que promete mostrar a presença da Quântica em nossas vidas, seus significados e a efetiva presença dos “processos quânticos” no cotidiano de uma atividade espiritual.

Destacando as apropriações e as tentativas de usar tais elementos para subsidiar questões internas: “A função de onda: ferramenta para capacitação humana”; “O colapso da função de onda e o poder criador da mente”; “Correlação Quântica: o poder de atrair coisas, negócio e parcerias”; “Teoria Quântica de campo: trocas de energia num relacionamento humano”; “Emaranhamento quântico: você pode ser qualquer coisa”; “Teoria dos Spins e a cura de doenças” e “Princípio da complementaridade: uma física da espiritualidade”.

Notemos que nestas asserções aparecem [apropriações] seguidas de suas [aplicações a assuntos internos]. Tal como a “Função de onda” sendo usada *para* ou *a serviço da* “capacitação humana”. As apropriações interepistêmicas realizam essa estrutura de ressignificação; servem ou de argumentos, ou de evidências para novos discursos, ou para fundamentar inovações.

Sobre os exemplos citados, duas coisas precisam ser ressaltadas. Inicialmente, eles foram escolhidos oportunamente para parecerem caricatos e exagerados, com o intuito de melhor exemplificar quais são as apropriações a que estamos nos referindo. Embora se possa encontrar uma grande quantidade de tentativas em diversos campos de conhecimento. Posteriormente, a compreensão das impropriedades exige como requisito a compreensão mínima do que são os elementos apropriados. Nesse caso, o estranhamento instantâneo ao ler tais anúncios pode não tocar colegas que não tenham formação em Física ou Química e, portanto, não tiveram contato com a Física e Química quânticas em suas formações.

Adentrando aos limites das academias, em que os elementos da Física são apropriados nas pesquisas de nossos pares, os casos acadêmicos podem ser encontrados com tanta facilidade quanto os casos não acadêmicos. Por terem características mais sutis, as apropriações da Física contemporânea aparecem em pesquisas teóricas, publicadas em revistas especializadas. Contudo, uma análise mais atenta revela a mesma estrutura de apropriação das anteriores.

Uma das áreas que mais intensamente pretende estabelecer um diálogo com a Física é a Psicologia. Em um artigo intitulado “*Psicologia analítica e física quântica integrando psiquê e matéria na nova ciência*”, tal como o título sugere, vemos a autora desenvolvendo uma explicação, a partir de apropriações físicas, relacionando o que ela chama de matéria com o universo da psiquê humana. No primeiro momento, a autora interpreta os elementos físicos (princípio da complementaridade, colapso da função de onda, etc.) e os prepara como base para suportar os fenômenos da psiquê. No momento seguinte, essa base é usada para sustentar a *formação do consciente humano a partir do inconsciente*:

Segundo o princípio de complementaridade de Bohn, onda e partícula são maneiras complementares do objeto quântico se apresentar, embora sejam mutuamente excludentes. Isto significa que, quando uma medição (observação) é feita, percebe-se o objeto em apenas um estado possível. A isto se dá o nome de colapso de função de onda, e nos remete ao fato de que observar é interagir – o objeto deixa de ser aquilo que era, a partir da interação, ou seja, deixa de estar numa superposição de todos os estados possíveis, (uns mais prováveis que outros) e se apresenta num único estado no momento da medição (observação). É importante salientar que, em termos quânticos, um estado descreve a condição de um sistema físico e este é o conceito básico da teoria quântica – a melhor descrição que se pode ter do mundo real. (SILVA, 2010, p.141).

Na nova ciência, portanto, a visão mecanicista e objetiva da realidade, cede lugar a uma visão holística, que inclui o que está sendo observado, o contexto em que ocorre a observação, bem como o observador. A consciência assume aqui, um papel interativo: não há realidade objetiva independente da interferência da consciência do observador.

[...] Da mesma forma que ocorre na realidade quântica, a realidade da psique “colapsa”, ou seja, se define na realidade macrofísica – a consciência se forma a partir do inconsciente. Assim, também a psicologia constata que, subjacente à realidade consciente há uma realidade muito mais ampla, anterior, que dá origem à consciência. (SILVA, 2010, p. 142 - grifos nossos).

Embora, publicado em revista acadêmica, o paralelismo dos exemplos espiritualistas e religiosos se mantém. Posteriormente, veremos como Bachelard pode contribuir para a compreensão desse exercício, levantando aspectos dessas apropriações.

Um caso na área de Administração de Empresas, no qual após uma longa tentativa de explicar o que seriam as teorias físicas aos leitores de sua área, os autores incorporam de forma rápida a “*quântica*” à Teoria de Administração de Empresas:

Incorporando-se os conceitos de dualidade e complementaridade da Física Quântica à concepção da Administração, concebe-se uma modelagem sob um enfoque dual e complementar de análise e síntese das organizações. Como subsistema de análise, considera a inteligência racional das organizações, com o desenvolvimento de metodologias, métodos e técnicas que visam à eficiência, a melhoria contínua de processos e conceitos já consolidados. Como subsistema de síntese, aborda a inteligência emocional, cognitiva e motivacional das organizações. Estuda modelos que visam à eficácia e a efetividade dos resultados. Incorpora a observação como ato de refletir, observar o sistema. Prioriza a reflexão sobre os padrões de comportamento do sistema. (...) A dualidade e a complementaridade dos conceitos da abordagem quântica aplicados à Administração permitem verificar que se pode dicotomicamente abordá-la sob vertentes paralelas e contraditórias e dialeticamente encontrar a unidade entre as mesmas, num processo dialógico (CORRÊA *et al.*, 2012, p. 11 - grifos nossos).

As apropriações que citamos como exemplos nos mostram que a abrangência dessa atividade abarca as mais diversas áreas de conhecimento, desde campos religiosos até áreas científicas e acadêmicas e que servem para uma grande pluralidade de intenções e de aplicações. Porém, devemos agora problematizar nosso objeto construído, dar a ele um valor que girará em torno de questões suscitadas neste trabalho. Portanto, vamos delimitar nosso problema de pesquisa.

1.1.3 Apropriações Interepistêmicas a partir da Física: problemas do Trabalho

Outra questão formal que nos impõe a tradição acadêmica é aquela que recai sobre o problema de pesquisa; ou seja, sobre quais relações problemáticas que envolvem o objeto. Os problemas de pesquisa se definem conforme o objeto é construído. Uma vez que trouxemos à realidade de nossa pesquisa as apropriações interepistêmicas, podemos agora nos dedicar a sua problematização.

Assim, definidas e exemplificadas as apropriações interepistêmicas, cremos, portanto, ser promissora uma análise desse contexto com um olhar epistemológico, guiado pelas categorias oriundas da filosofia da ciência e subsidiada pela história da Física contemporânea. Estamos partindo, nesse sentido, para uma investigação que visa identificar quais os elementos e pressupostos epistemológicos que possibilitam as atividades interepistêmicas. Recolocando: estamos interessados em desvelar o mecanismo que sustenta essas atividades, compreender as bases em que elas se apoiam. A busca é de construir uma investigação que produza, ao menos nos limites de nosso trabalho, respostas às questões: qual o significado epistemológico dessas apropriações interepistêmicas? quais as circunstâncias nas quais ficam os campos adquirentes após tais apropriações? quais são as causas que incitam às apropriações?

Para as duas primeiras questões enunciadas, como tentativa de resposta, desenvolveremos nossa tese principal. Para tanto, compreendemos as utilidades e conveniência das conceituações de Gaston Bachelard – sem descartar o diálogo com outros pensadores e a conveniência de outros conceitos – como “fio condutor”, principalmente, partindo do conceito de *obstáculos epistemológicos* na obra *A Formação do Espírito Científico*. Essa conveniência se fundamenta no poder de conceituação e de materialização de nossa tese na figura desses obstáculos; ou seja, na estreita identidade e relação entre suas características epistemológicas e os pressupostos epistemológicos subjacentes às atividades interepistêmicas. Embora, de difícil compreensão, entendemos que o conceito de obstáculo epistemológico se aplica ao quadro exposto e pode trazer respostas apreciáveis às questões. No interior da obra de Bachelard, os obstáculos epistemológicos foram apresentados por ele em *A Formação do Espírito Científico*, inseridos em uma análise das fases pré-científicas das diferentes formas de se pensar problemas acerca da natureza. Em tal contexto, os obstáculos são entraves epistemológicos, observados à luz da ciência de sua época, que tiveram que ser suplantados para a constituição dos modos científicos de pensar as questões naturais.

Adiantaremos, em prol da clareza de partes posteriores de nosso trabalho, nossa afirmação principal, nossa tese no sentido literal do termo: os diferentes obstáculos epistemológicos descritos em *A Formação do Espírito Científico*, frequentemente, renascem nas apropriações interepistêmicas com a Física. De outra forma, podemos afirmar que as atividades interepistêmicas possuem estruturas epistemológicas de mesma essência que alguns dos obstáculos bachelardianos. Recorreremos, assim, às categorias da teoria do conhecimento e à epistemologia de Bachelard para fundamentar nossa afirmação. Ou seja, o esforço de análise que Bachelard empreendeu ao buscar compreender as fases pré-científicas das explicações sobre o mundo natural nos será útil na análise de inúmeras incorporações interepistêmicas de conhecimentos oriundos da Física.

1.2 Aspectos Metodológicos do Trabalho

De forma alguma podemos negar que existe certo imperativo, reinante nas produções de teses e dissertações, da adoção de um método que guie a produção do trabalho. Essa postura se traduziria em formas mais ou menos explícitas de pesquisar um determinado objeto, de construir uma problemática em seu entorno e impor certas regras de confecção do trabalho. Um conjunto de cânones que implicaria diretamente na forma de escrever o texto. Daí, sob a égide desse método, estariam subjugadas as formas de se definir o objeto em seus contornos e em suas extensões; estariam também delimitadas as questões relativas a esse objeto. Estariam igualmente restritas as respostas que poderiam ser encontradas. Podemos compreender o método de um trabalho tal como um algoritmo preexistente que daria sentido e caminho ao trabalho. Tal como um caminho predeterminado para se atingir um objetivo, o método prevê meios e técnicas para evitar os percalços da pesquisa. O método é, por assim dizer, o como fazer a pesquisa. Consequentemente, materializa-se em como escrever o trabalho.

Não obstante, o método de confecção de um trabalho – de uma pesquisa – é resultado de algo ainda maior, de algo que se encontra nas bases do pensamento de quem escreve. O método parece ser algo que somente faz sentido quando se compreende as bases filosóficas que o pesquisador tem e que o orienta na leitura de mundo. Ou seja, o método é o produto de uma postura filosófica mais ampla que lega ao pesquisador uma ótica geral sobre a realidade. Essa postura filosófica, nas produções acadêmicas, é traduzida como uma *postura metodológica*. Tal postura metodológica confere sentido à realidade do pesquisador e dá origem ao método de

pesquisa. A questão da postura metodológica é mais ampla que apenas uma questão concernente a produção de um trabalho acadêmico e tem a ver com as questões mais profundas sobre como entender a relação entre o sujeito que realiza a pesquisa e a realidade a que ele pertence ou a realidade na qual ele se insere. De forma mais específica, a postura metodológica se liga a questões gnosiológicas mais pontuais, assim como a forma que o pesquisador compreende a relação entre realidade e consciência e sobre a possibilidade e caminhos para se produzir o conhecimento do mundo. É essa ótica geral que permite dar sentido e significado aos elementos da realidade e se relaciona, portanto, às correntes de pensamento filosófico que geralmente fizeram parte da formação intelectual daquele pesquisador ou mesmo, ao meio no qual ele está inserido atualmente. A postura metodológica do trabalho é o como se vê a realidade; é o como se deve compreender o mundo e a consciência desse mundo no sujeito cognoscente. Temos, portanto, uma distinção primitiva e essencial da diferença entre método e postura metodológica.

O imperativo de um método e de uma postura metodológica nas atividades acadêmicas é algo tão marcante que é justamente a presença deles que Triviños (2008) indica como *disciplina intelectual* para as pesquisas em ciências sociais. A adoção coesa e coerente de uma postura metodológica e de um método seria a condição para uma produção acadêmica de qualidade. A não adoção seria a expressão da indisciplina intelectual acadêmica:

A indisciplina a que fazemos referência podemos defini-la como uma ausência de coerência entre os suportes teóricos que, presumivelmente, nos orientam e a prática social que realizamos. Confusamente nos movimentamos dominados por um ecletismo que revela, ao contrário do que se pretende, nossa informação indisciplinada e nossa fraqueza intelectual. A maioria dos trabalhos denominados dissertações de mestrado ou doutorado oferece larga margem para verificar nossa assertiva. A mistura de correntes de pensamento, as citações avulsas fora do contexto etc. não só desses tipos de criatividade intelectual mencionado, mas também de textos que circulam nos meios pedagógicos etc. são facilmente detectáveis por quem costuma trabalhar dentro dos limites de uma linha definida de ideias. (TRIVIÑOS, 2008, p. 15).

E esse limite definido de ideias é justamente a postura metodológica do trabalho ou as concepções filosóficas que norteiam o autor. Trabalhar fora dessas linhas seria o sintoma de uma formação intelectual indisciplinada, de uma formação acadêmica sem as bases canônicas de uma filosofia única. Portanto, o que também dá qualidade a um trabalho acadêmico é sua postura metodológica patente e única acompanhado da fidelidade de um método de pesquisa e de produção do trabalho. Fora dessas normativas, corre-se o risco de ser enganado quanto à problemática essencial ou primária das questões referentes à pesquisa e à sociedade de forma genérica:

Por outro lado, a indisciplina impede de distinguir a verdadeira natureza dos problemas. Isto significa que não sabemos reconhecer os tipos de interrogativas que enfrentamos. E assim é possível que consideremos “problemas essenciais” simples “questões secundárias” e percamos nossos esforços inutilmente, atacando assuntos superficiais. (TRIVIÑOS, 2008, p. 16).

Portanto, para Triviños (2008), é a força intelectual fornecida pela postura metodológica e a efetividade da empreita oferecida pelo método da pesquisa e da execução do trabalho que garantem a correta identificação do problema, não permitindo que nos distraiamos com problemáticas falsas ou secundárias. Ou seja, a postura metodológica, além de assumir um caráter de visão filosófica geral da realidade, se torna um meio de descoberta dos problemas reais e significantes que podem ser levantados para uma pesquisa acadêmica. É, efetivamente, um instrumento filosófico de pesquisa. E é somente em relação a essa postura filosófica geral que uma problemática toma ou não sentido.

Assim, temos aqui um caráter importante da necessária coesão com uma postura metodológica e com a necessária coerência com um método de pesquisa: o poder que ele tem de eleger as problemáticas que fazem sentido e que podem ser pesquisadas por aquela condição filosófica do pesquisador. De modo bem direto, podemos afirmar que o que detém o poder de visualização de questões de pesquisa, o poder de formulação das soluções, é, antes de qualquer coisa, a postura metodológica. A disciplina intelectual permite, portanto, uma forma correta de elencarmos os aspectos da realidade que nos convém estudar, os quais nosso aparato filosófico permite a clara conceituação e delimitação.

Não negamos que há sim, como consequência dessa disciplina intelectual, uma identificação mais fácil de um problema de pesquisa; não negamos que, por esse meio, é mais simples a formulação segura e exata de um problema de pesquisa. Também não cremos ser possível negar a ligeireza que um método preexistente de pesquisa pode elucidar as questões e oferecer soluções mais precisas. Se é a própria postura metodológica a eleger o problema e o método de pesquisa, por qual contratempo elegeria um problema que não se rende a seus métodos de elucidação e solução? Cremos que não há a mínima possibilidade, haja vista que não é possível um pesquisador, que esteja fortemente orientado por sua postura metodológica – por sua filosofia geral – contemplar a realidade em termos que lhes são estranhos. E, obviamente, não queremos negar a legitimidade dessa forma de pesquisa; não podemos – por questões de honestidade intelectual – afirmar que as questões, as problemáticas etc. assim levantadas são ilegítimas. Ao contrário, devemos reconhecer que realizar a pesquisa “*dentro dos limites de uma linha definida de ideias*” – para usar as palavras de Triviños (2008) – é a forma mais segura de se realizar um trabalho de qualidade, com uma visão coerente e sem

fissuras intelectuais. É assim que se levanta com mais facilidade as nuances da realidade que destacam enquanto problemáticas para o pesquisador. A tradição acadêmica não pode ser desprezada e ver negada a legitimidade de seus métodos. O imperativo da lealdade a um método e a uma postura metodológica tem sido a forma mais promissora e produtiva de se realizar pesquisas de qualidade.

Porém, o ineditismo parece não ser algo de fácil alcance em qualquer área de estudo. Levando em consideração a ampla atividade de estudos em qualquer linha de pesquisa no mundo inteiro, considerando, ademais, os quase infinitos pesquisadores que se debruçam sobre a atividade de pesquisa em torno dos mais distintos e diversos objetos, podemos concluir que a criação de algo não antes pensado exige uma intervenção do espírito criativo: a criatividade enquanto plasticidade de pensamento e de produção de ideias deve liderar absolutamente a atividade intelectual do pesquisador. Não podemos, assim, pretender criar uma tese inédita prescindindo de uma dimensão predominantemente criativa de nosso trabalho.

No entanto, podemos ter a real liberdade criativa, ter a criatividade intelectual necessária para a confecção de uma tese, nos aferrando a uma postura metodológica predefinida? Podemos garantir o ineditismo da tese – lembrando que esse ineditismo perpassa por uma novidade de objetos de estudo e de problemática – seguindo um método de pesquisa nada personalizado, mas antes, um método generalista? Podemos levantar problemáticas inovadoras tendo em mente a obrigação de seguir a ótica específica de uma metodologia de pesquisa? Não poderíamos propor problemas e soluções legítimas fora das metodologias preexistentes? Todos esses questionamentos são feitos aqui para expressar as diferentes faces de um questionamento central: não seria, com frequência, a liberdade de uma não ortodoxia metodológica necessária para a criatividade? Somos tendenciosos a responder sim para esta última questão.

Não que venhamos a negar a possibilidade de uma criação efetivamente inédita e inovadora dentro das ortodoxias metodológicas e na fidelização a um método, mas não podemos negar que existe a possibilidade de ser legítimo na criação de um trabalho que não esteja a ele atrelado.

É importante destacar que para nós, a criatividade, em suas dimensões de ineditismo, necessita de certa liberdade, esta última maior do que a oferecida pelas regras de adoção de uma ortodoxia metodológica. Os levantamentos de problemas, as identificações de objetos e todos outros passos inescusáveis às produções de uma tese podem ser mais bem executados, por vezes, quando fora de uma linha metodológica única. O caráter de ineditismo é fruto de uma comparação entre o que se produz e o que já foi produzido. Quando se conclui que não há nada de igual entre eles, dizemos que estamos na presença de algo inédito. Portanto, o inédito é da

categoria da coletividade dos trabalhos e pesquisas produzidas. A originalidade, no entanto, pertence a outra categoria: a de um exercício de livre criatividade do pensamento criador. E a condição de existência da criatividade é a de que o pensamento criador não se deixe doutrinar, não se deixe formatar em sua forma de produzir. Não é forçosa a conclusão de que a criatividade é a inovação? Portanto, a atividade criativa exige a extrapolação de uma forma preexistente. Não podemos considerar a atividade criativa como necessariamente indisciplinada.

Aliás, diante da frente de uma imposição de disciplina metodológica para se produzir um trabalho acadêmico, devemos nos perguntar se a produção desse trabalho é ou não uma atividade da ciência. Construir tais trabalhos é parte da atividade científica? Melhor: a pesquisa acadêmica é uma pesquisa científica? Porque, se devemos dar um sim como resposta a essas questões – e creio ser impossível dar outra resposta – teremos que nos atentar para a qualidade mais insistentemente apontada pelas correntes de pensamento epistemológico da atualidade: a historicidade da ciência. O fato de a ciência ter seu caráter histórico, nada absoluto, mas mutável e sujeita a todas as idiossincrasias das criações humanas parece-nos ser lugar comum nos pensamentos epistemológicos atuais. Assim, não estaremos sendo radicais quando notamos que tal ciência histórica não se conforma a nenhuma tentativa descritiva única, muito menos se reduz às tentativas epistemológicas normativas. Ou seja, não há, na história da ciência, qualquer norma metodológica que não tenha sido burlada e ignorada no calor das produções científicas. Pois, ante tais posturas metodológicas devemos nos atentar para o fato de que:

A ideia de um método que contenha princípios firmes, imutáveis e absolutamente obrigatórios para conduzir os negócios da ciência depara com considerável dificuldade quando confrontado com resultados da pesquisa histórica. Descobrimos, então, que não há uma única regra, ainda que plausível e solidamente fundada na epistemologia, que não seja violada em algum momento. Fica evidente que tais violações não são eventos acidentais, não são o resultado de conhecimento insuficiente ou de desatenção que poderia ter sido evitada. Pelo contrário, vemos que são necessárias para o progresso (da ciência). (FEYERABEND, 2007, p. 37).

Mesmo diante das exigências de uma postura metodológica definida e de um método para a execução do trabalho de pesquisa acadêmica, levamos em consideração a ideia de que estamos produzindo conhecimento – ao menos estamos tentando – e que, portanto, não é de um liberalismo intelectual que devemos ter receios. Ao expressar tal posição epistemológica não estamos renunciando que fugiremos de um bom senso racional, de uma coerência e da procura de uma consistência na produção desse trabalho. Não derivaremos da não ortodoxia metodológica à anarquia de um pensamento desgovernado. Antes, estamos nos posicionando de antemão na “insujeição” às exigências metodológicas, mostrando que a ciência em si não é

sujeita a essas imposições. Deveríamos nos ater a elas tão ferozmente a ponto de desprezar a liberdade da produção de ideias na história da produção do conhecimento humano?

Essa prática liberal – repito! - não é apenas um fato da história da ciência. É tanto razoável quanto *absolutamente necessária* para o desenvolvimento do conhecimento. Mais especificamente, pode-se mostrar o seguinte: dada qualquer regra, não importa quão “fundamental” ou “racional”, sempre há circunstâncias em que é aconselhável não apenas ignorá-la, mas adotar a regra oposta. (FEYERABEND, 2007, p. 38).

Mas essas considerações iniciais sobre a ortodoxia metodológica e sobre a criatividade têm um valor bem distinto para nós, diferente daquele que, provavelmente têm para os leitores das páginas iniciais dessa tese. Para o leitor, podem ser considerações mais bem seguras e podem assumir um caráter de aviso de um *ecletismo prévio* do pensamento inerente ao trabalho. Nesse caso, os leitores podem ter a impressão que é de caso pensado o não seguimento de uma postura metodológica, que produzimos nosso trabalho já tendo em mente a desobediência às metodologias. Contudo, não é este o nosso caso. Essas considerações são preâmbulos *post scriptum*, são considerações escritas após a execução de grande parte da pesquisa. Estamos diante de uma introdução escrita – como é de costume – após a construção do restante do texto. Diante desse posicionamento de sinceridade acadêmica, estamos expostos a acusações de que a escrita dessas considerações metodológicas é feita com a intencionalidade de justificar nossa *indisciplina intelectual* (para novamente usar as palavras de Triviños). Podemos ser facilmente acusados de estarmos tendo uma postura anticientífica diante da produção de um trabalho que recorre às considerações *ad hocs* para justificar seu método de produção. No entanto, para nós, esse preâmbulo metodológico contém muito mais de conclusão que de justificativas. É uma introdução construída em cima da experiência de execução do trabalho, e é a partir dela que podemos dizer que a conclusão é a de que a *indisciplina intelectual* foi necessária. Antes de ser uma justificativa, é de um valor de conclusão que estamos tratando nessas páginas.

No entanto, é possível entender o método de execução desse trabalho quando se compreende seu objetivo, quando entendemos sua finalidade. Essa é a chave pelo qual nos guiamos para seguir os caminhos escolhidos para a pesquisa. Buscamos coordenar nosso modo de fazer coerentemente com o objetivo que almejamos. Mas que objetivo é esse? O objetivo é, antes de qualquer coisa, uma denúncia. Queremos mostrar, com a força de uma argumentação arquitetada, que existe algo de prejudicial na atividade acadêmica contemporânea e que essa atividade tem raízes na Física.

Em tempos em que os discursos não epistêmicos surgem como fontes de reflexões, em tempos que existem tendências cada vez maiores de diálogos entre as ciências, que existe certa

crença tácita de que será dessa tendência que virá a solução para graves problemas que assolam as sociedades de forma geral, surgem os discursos *interdisciplinares*, *transdisciplinares* e outras produções teóricas, tal como o *Paradigma da Complexidade de Morin* e etc. Esse quadro geral não apenas indica que essas tendências não-epistêmicas possam ser a solução de diversos problemas, mas materializa a acusação, bem em voga atualmente, de que essas problemáticas se originaram no desenvolvimento hiperespecializante das ciências. Não é raro nos depararmos com a acusação de que o “*cartesianismo*” do desenvolvimento da ciência foi o demônio que saiu da lâmpada e não mais voltou. Não é raro também encontrarmos as declarações de uma necessária visão mais ampla e holística da produção do conhecimento para suplantarmos problemas de natureza epistemológica, de natureza científica e – doravante, cada vez mais frequente – de natureza social. Faremos nossas considerações a respeito da implicância desses discursos não-epistêmicos nas questões histórico-sociais no final de nosso trabalho. Contudo, nossa pesquisa é antes de caráter epistemológico, assim, devemos nos centrar na promessa implícita de que as tendências não-epistêmicas são as novas formas de produzir conhecimentos inovadores e válidos. É nesse contexto que vemos as *atividades acadêmicas* – e neste estudo isso significa artigos científicos, produções de pós-graduações e livros amplamente discutidos nas universidades, assim como qualquer ideia que se encontra circulando nos meios universitários – entregues a esses discursos e a suas consequências.

Obviamente, esse quadro que traçamos é geral, complexo e caótico para que possamos, em apenas uma tese de doutoramento, realizar seu exame pormenorizado. Assim, fomos obrigados a escolher aquilo que mais nos interessa e que mais representa, partindo de nossa visão, as materializações dessas tendências não epistêmicas nas atividades acadêmicas: as apropriações interepistêmicas a partir da Física contemporânea. Fruto desse quadro geral de tendências não-epistêmicas, as apropriações interepistêmicas são cada vez mais comuns nas produções acadêmicas. **A nossa denúncia é, portanto, de que essas atividades de apropriações interepistêmicas a partir da Física contemporânea se constituem atividades epistemologicamente problemáticas – que existe uma falha epistemológica de base – e que elas não são promissoras enquanto produções acadêmicas.** Ou seja, queremos apontar uma falha epistemológica nessas tendências não-epistêmicas quando elas se efetivam enquanto apropriação de elementos da Física por outros campos de conhecimento. Produzir essa denúncia, mostrando em que consiste esse problema epistemológico, é o objetivo de nosso trabalho. Em outras palavras, a denúncia é o apontamento de ilegitimidade nas apropriações interepistêmicas a partir da Física contemporânea devido a uma falha em sua epistemologia

interna. É com a finalidade de dar cabo a esse apontamento que traçamos nosso plano de pesquisa e de argumentação.

Essencialmente, quando falamos em uma falha epistemológica, estamos nos referindo a uma postura epistemológica realista. Essa concepção ou interpretação das ciências, já superada pelas mais antigas discussões da Teoria do conhecimento, permanece implícita nas interpretações dos elementos teóricos da Física contemporânea. E é justamente essa ingênua concepção realista da Física que fornece substrato epistemológico para as apropriações.

Compreendida a intenção principal desse trabalho, podemos agora delinear os caminhos metodológicos que adotamos para sua realização.

1. Criação do nosso objeto de estudo.

Logicamente, o primeiro passo necessário foi o da constituição e criação de nosso objeto de estudo, ou seja, a criação do conceito de apropriação interepistêmicas. Podemos pensar que esse objeto é dado facilmente e que ele não necessita de maiores definições ou delimitações, mas cremos que ele não pode ser tão facilmente reconhecido sem que fixemos suas características em bases epistêmicas. Uma vez constituído nosso objeto de estudo, podemos levantar nossa problemática em torno dele e destacar uma hipótese que guiou nossa pesquisa. Essa criação se faz necessária, portanto, para o prosseguimento das argumentações e das pesquisas ao longo do trabalho.

2. Levantamento das apropriações interepistêmicas a partir da Física Contemporânea.

Como nossa intenção é de realizar o apontamento de uma falha epistemológica, não nos interessa analisar as apropriações que campos ou áreas não acadêmicas realizam – como, por exemplo, as atividades religiosas. Seria inapropriado falarmos de falha epistemológica de atividades que não se regem pelas mesmas razões científicas. Não existe comensurabilidade entre o pensamento que se aplica ao científico e os paradigmas que norteiam as atividades não científicas e não acadêmicas. Assim, não pode recair sobre elas um julgamento de qualidade ou fecundidade de qualquer ideia que nelas sejam produzidas.

Mas o que pretendemos foi pesquisar essas apropriações em atividades acadêmicas e científicas, pois sobre elas podem recair as críticas alicerçadas na epistemologia enquanto parcela do pensamento filosófico que pensa a construção do conhecimento científico. Além disso, as atividades acadêmicas e científicas, por sua própria natureza, almejam algum tipo de aprofundamento, crescimento ou de expansão de seus saberes sobre seus objetos de estudo e sua realidade, o que não é necessariamente anelo de outros campos de conhecimento. Então, se

existe alguma ânsia de crescimento de conhecimento, pensamos que uma justa correção e legitimidade das bases epistemológicas de qualquer ação é condição necessária para esse crescimento: não se pode fazer crescer o conhecimento de forma legítima tendo alicerces epistemológicos comprometidos.

No entanto, ainda nos falta esclarecer melhor o que estamos denominando de áreas acadêmicas ou de campos acadêmicos. Não quisemos simplesmente usar o termo *científico* para evitar entrar na discussão nada útil de o que é ou não ciência, e evitar as contendas sobre os critérios de demarcação científica. Preferimos o adjetivo de acadêmicos, pois sob ele pode se postar uma diversidade maior de campos de conhecimentos. Essencialmente, temos chamado de áreas acadêmicas os campos de estudo que constituem a universidade tradicional, seus cursos e campos de pesquisa e atuação. Muitas vezes, denominamos esses campos de *ciências* (ciências físicas, biológicas, ciências contábeis ou da administração de empresas, ciências psicológicas, etc.), de *disciplinas* (psicologia analítica, direito civil, etc.). Grosso modo, as atividades acadêmicas podem muito bem ser representadas pelas áreas de graduações da universidade tradicional e, mais especificamente, podem ser representadas pelas diversas ramificações que delas se originam (como as linhas de pesquisas de pós-graduações). É nesse conjunto de campos de produção de conhecimento que procuramos nosso objeto de estudo.

Assim sendo, podemos elencar outro motivo, e dos mais importantes: pensamos que a produção acadêmica e científica em nosso país não se pode dar ao luxo de elucubrações infrutíferas no meio de tantas necessidades sociais e materiais pelas quais temos passado desde tempos remotos. Se levarmos em consideração que essas produções acadêmicas, direta ou indiretamente, são financiadas pelo dinheiro público (seja em forma de fomentos diretos a pesquisa, bolsas de pesquisadores e de pós-graduações ou mesmo por meio de salários pagos a docentes), teremos a noção da tamanha responsabilidade que essas atividades devem ter com o erário de um país ainda propositalmente marginalizado. Com o intuito de centralizar ainda mais nossos esforços de contribuição, demos preferência a trazer, como exemplos de análises, produções feitas pela própria academia brasileira. Essas produções em que se materializam documentalmente as apropriações interepistêmicas são artigos em periódicos nacionais, trabalhos de pós-graduações de universidades brasileiras, livros publicados ou traduzidos em língua portuguesa e que tenham relações com os campos acadêmicos e etc. No entanto, ponderamos que deveríamos acrescentar à análise de apropriações feitas a partir de algumas obras de autores não-nacionais devido a sua grande influência nas atividades das áreas acadêmicas no Brasil. Essas produções de grande envergadura intelectual não são influentes apenas nas atividades acadêmicas nacionais, mas inspiram também grande parte das produções

internacionais. Portanto, nossas investigações se estendem até tais produções, analisando as ideias em suas bases epistemológicas, como forma de mostrar que as fontes donde bebem as produções brasileiras também apresentam problemas relacionados às concepções de conhecimento científico.

É comum, quando se faz tais pesquisas que dependem de análises de documentos, realizar recortes com a intenção de restringir o espectro de investigação. Esses recortes costumam ser temporais (apenas documentos produzidos num determinado período), ou de campo de pesquisa (apenas os que pertencem a determinadas áreas), ou mesmo de qualquer outra natureza. Não realizamos nenhum desses recortes por pensarmos que seria completamente indiferente as nossas intencionalidades e não afetaria, de forma alguma, as conclusões. Isso se deve ao caráter universal e atemporal da questão que estamos tratando: um problema epistemológico que dá origem às apropriações. Se analisarmos as tendências de concepções realistas ingênuas na ciência do século XIX não teremos material diferente se o fizermos para as tendências atuais, pois a definição dessa concepção não é função do tempo. Além disso, procuramos mostrar que essas concepções realistas simplórias não dependem do campo de atuação do pesquisador que realiza a apropriação interepistêmica. O que estamos tentando explicar é uma redundância um tanto sutil, pois o ponto é que a definição de realismo ingênuo independe tanto do tempo quanto de campo acadêmico: é uma concepção epistemológica atemporal e universal. Resulta disso que as apropriações interepistêmicas a partir da Física contemporânea são invariantes quanto à época de suas produções e quanto aos campos apropriacionistas. Assim, não há necessidade de qualquer recorte. Embora, tenhamos adotado algumas estratégias de apresentação de algumas dessas apropriações, isso teve a finalidade pura de constituir estratégias argumentativas, ponto que esclareceremos melhor mais adiante.

Não procuramos trazer exemplos em demasia, pois não é exatamente algo que poderia melhorar a acuidade de nossos pensamentos ou interferir na qualidade de nossas conclusões. Evitamos ser repetitivos em todas as nossas análises, buscando apenas exemplos ou argumentos suficientes para a compreensão da tese. Novamente, a unidade da nossa pesquisa é o realismo ingênuo das interpretações da Física Contemporânea. Para chegar a uma clareza dessa questão, não é necessário um tratamento estatístico.

3. Demonstração do renascimento dos obstáculos epistemológicos bachelardiano nas apropriações interepistêmicas com a Física Contemporânea.

A cultura das produções acadêmicas é marcada por um paradigma implícito de extrema atuação e que, quando não seguido, pode condenar qualquer ideia que nasça nos ambientes

dessas produções. Esse paradigma implícito pode ser traduzido por uma regra bastante clara que diz que qualquer nova proposta deve estar em ressonância com alguma ideia já aceita pela academia, ou ao menos, uma ideia correlata. Nesse sentido, não basta apenas a boa argumentação da nova ideia, mas deve-se fundamentá-la em cima de algo que já é inquestionável. Tem muito mais valor acadêmico a ideia apresentada quando seguida por uma citação.

Portanto, como realizar essa denúncia legitimamente, obedecendo a esse paradigma das produções acadêmicas, de forma que fique evidente o problema epistemológico das apropriações interepistêmicas? Que estratégia argumentativa devemos adotar para construir um trabalho que não fuja dessas diretrizes, as que não permitem que algo seja argumentado a partir do nada?

Não bastaria dizer que tais teorias ou elementos da Física não se prestam ou não podem ser usados para explicar coisas fora de seu campo epistêmico. Ou seja, não bastaria apenas afirmar que os elementos da Física contemporânea não podem ser usados fora da própria Física porque eles têm significado estritamente físico. Em resposta a essa afirmação logo viria o contra-argumento, inevitável em tais situações, de que é “sob um pensamento inovador que devemos colocar nossos trabalhos acadêmicos” e de que “a ciência física não tem consciência de seu potencial de aplicação” e que “sim, ela abre portas para outras possibilidades de se compreender a ciência e a realidade”. Estaríamos diante de uma discussão na qual os dois lados carecem igualmente de rigor argumentativo e nada poderá ser feito para que um deles convença o outro.

Diante desses argumentos imbatíveis – e eles o são não por terem razão, mas por se basearem numa fé cega em relação aos elementos da Física (e a fé é a criação humana mais resistente, nem mesmo os fatos mais incontestáveis são suficientes para combatê-la) – é inútil um argumento baseado em uma afirmação simples. Assim, dizer que é inapropriado, tomado como alicerce apenas os conhecimentos da Física, não seria suficiente e abriríamos ensejo aos mais diversos argumentos. Há necessidade, portanto, de se demonstrar em que ponto reside o erro, ou existe – por meio das razões internas – a falha no pensamento interepistêmico.

O primeiro passo dessa estratégia argumentativa é a adoção de um autor amplamente aceito pela academia e que nos sirva de base para nossos argumentos e análises. Para nosso trabalho e para o que ele propõe realizar, não há pensador mais conveniente que Gaston Bachelard. Isso se deve à conveniência de suas teses epistemológicas e sua concepção de ciência de forma geral, que critica e analisa as falhas das concepções realistas ingênuas sobre

os elementos da ciência. Assim, seremos coerentes com a regra de nos posicionarmos a partir de um determinado autor já conhecido das produções acadêmicas.

Uma das teses de Bachelard sobre a qual nos baseamos é a da constituição de racionalismos regionais para atividade da Física, como uma forma específica de pensamento. Sobre essa tese ergueremos objeções importantes contra as concepções de que certos conhecimentos da Física têm aplicação em outras ciências e campos de conhecimento.

Mas o que nos é mais caro na obra de Bachelard é a noção de obstáculo epistemológico. Ocorre que usamos essa noção como categoria para tecermos nossas críticas aos problemas epistemológicos inerentes às apropriações interepistêmicas. Queremos demonstrar que não é apenas uma analogia que realizaremos entre as apropriações interepistêmicas e os obstáculos. Na realidade, os obstáculos epistemológicos renascem por meio dessas apropriações, ou seja, a essência epistemológica desses obstáculos se repete nas apropriações. A conveniência disso é que temos como fiador de nossas argumentações a respeito dessas apropriações o próprio valor dos obstáculos epistemológicos bachelardianos. A vantagem que isso nos oferece é justamente a possibilidade de uma “prova” daquilo que pensamos sobre as atividades interepistêmicas: demonstrando esse renascimento epistemológico, revalorizaremos as apropriações. Parece-nos inegável o caráter negativo dos obstáculos epistemológicos. Se aproximarmos a essência epistemológica deles com a essência epistemológica das apropriações, parece-nos igualmente inegável o caráter negativo delas. Em suma, se trata de uma estratégia argumentativa, tal como um tráfico de valores entre criações distintas, sendo que a nossa é a que recebe os valores da criação de Bachelard. Daí surge que o caminho adotado por nós para essa tarefa seja necessariamente a caracterização das apropriações interepistêmicas por meio dos obstáculos epistemológicos de Bachelard.

Podemos, portanto, para dar uma resposta à pergunta formal sobre qual nosso referencial teórico, dizer que o temos em Bachelard.

Mas ainda nos falta, para melhor esclarecer a forma como pensamos esse trabalho, explicitar o modo como arquitetamos sua construção, como arquitetamos sua argumentação. Podemos denominar tal arquitetura como o método de produção desse trabalho. Tal explicitação nos oferecerá os meios para se compreender o caminho de raciocínio que tivemos ao pensar nossa problemática elencada. Teremos, portanto, a possibilidade de nos preparar para encontrar, nos textos que se seguem, suas finalidades mais claras. Essa apresentação não seguirá a mesma ordem em que os textos aparecem nesse trabalho, ela está mais ligada à ordem de pensamento que tivemos ao planejar nossa argumentação. Ou seja, tem mais a ver com uma ordem de raciocínio que uma ordem de textos.

A primeira etapa para a construção de nossa tese foi a criação mais específica do nosso objeto de estudo, as apropriações interepistêmicas. Essa construção dependeu da definição do que é o epistêmico, sobre o qual já falamos em páginas anteriores. Essa criação é, portanto, nosso primeiro momento de instrumentalização de nosso pensamento a respeito da problemática que queremos abordar, sem o qual nos seria impossível pensar a questão. Na sequência dessa criação, delimitamos nossa análise aos casos estritamente acadêmicos, com a intenção de voltarmos nossas atenções para o campo em que queremos contribuir. Essa criação e delimitação, acompanhado da exposição de nossa hipótese principal, se encontram no texto 1.1.

Tivemos a necessidade de esclarecer melhor o próprio conceito de epistêmico para embasarmos nossas análises das apropriações interepistêmicas. Com essa intenção, criamos o conceito de âmbito epistêmico de criação dos elementos da Física Contemporânea. Esse conceito foi caracterizado por nós em duas faces constituintes. A primeira refere-se aos papéis da Matemática no seio desses elementos da Física; a segunda, aos problemas íntimos que causaram as criações das teorias e outros elementos. Uma vez construído essa noção de criação epistêmica, podemos demonstrar melhor em que consiste o problema epistemológico a que temos nos referido e qual a impropriedade dessas atividades interepistêmicas. Essa criação se encontra delineada ainda em seu estado inicial no capítulo 3, mais especificamente na parte 3.1.

Como já expomos, temos em Bachelard e em sua obra nosso sustentáculo teórico principal e estamos usando a noção de obstáculo epistemológico como ferramenta de evidenciação de um problema epistemológico. Além disso, temos utilizado da tese de criação dos objetos da ciência em Bachelard e de sua noção de racionalismos regionais para embasar nossas ideias sobre as apropriações interepistêmicas. Por isso, e mesmo para melhor conhecer a epistemologia do autor, decidimos nos dedicar ao estudo dessas teses e da filosofia da ciência bachelardiana. Esse estudo não pretende ser exaustivo e dar conta de toda riqueza do pensamento de Bachelard, mas trazer as noções mais importantes de seu pensamento e aqueles que mais nos serviram em nosso trabalho. Essa exposição pode ser encontrada logo no início, no capítulo 2, nos textos 2.1 e 2.2.

Não resistimos a sair um pouco dos temas que nos cercam e tecer uma suposição que tente explicar as causas da existência das apropriações interepistêmicas, ou da causa do fascínio que resulta as tendências às apropriações interepistêmicas a partir da Física Contemporânea. Essa especulação tem ligação com um movimento interessante de atração que outros campos de conhecimento têm com relação à Física produzida desde o início do século XX e que pode nos alertar para a natureza desse movimento. Novamente, procuramos, num ato criativo, fundar

o que denominamos de “O Fantástico da Física Contemporânea”. Essa criação, além de constituir-se como uma hipótese das causas das apropriações, nos ajuda a compreender o caráter surreal dos elementos produzidos no contexto da Física contemporânea quando fora desses mesmos âmbitos. Esse deslocamento do epistêmico para o surreal funciona como incitamento às apropriações. Para isso, usamos de uma analogia com a história da arte e retomamos uma discussão já realizada sobre como a Física influenciou a vanguarda surrealista no início do século XX. Na sequência, discutimos alguns exemplos de textos acadêmicos que se servem desse aspecto fantástico da Física para a construção de suas ideias. É no texto 4.2 que se encontram esses nossos esforços.

Adotamos também como estratégia de argumentação, mas também como um esforço didático de fazermos-nos compreendidos, a análise inicial de apropriações interepistêmicas nas quais o caráter realista simplório aparece com mais força e clareza. Ou seja, analisamos inicialmente apropriações mais caricatas e mais burlescas para, depois de evidenciado o problema epistemológico, seguirmos analisando apropriações mais sutis e menos evidentes. Essa primeira análise se dá geralmente com apropriações da Psicologia, pois as apropriações são mais imediatas e mais claras são as bases realistas ingênuas. Assim, cremos, é mais fácil compreender quais os obstáculos epistemológicos em apropriações mais filosóficas e sutis, sem aplicações tão imediatas, mas que apresentam a mesma estrutura epistemológica que as apropriações mais explícitas. Assim, pensamos que se torna mais fácil a elucidação de nossa hipótese principal.

Separamos as análises do renascimento dos obstáculos epistemológicos em dois textos. O primeiro, 4.2, de forma mais ampla, trata de duas crenças epistemológicas subjacentes às tendências não epistêmicas: a crença em uma natureza unitária para as coisas do mundo e, como consequência desta, a crença na generalização necessária dos conhecimentos epistêmicos para fora de seus limites. O segundo, o texto 4.3, traz como o renascimento do verbalismo bachelardiano nas apropriações interepistêmicas e é resultado da interpretação verbal das teorias da Física contemporânea em junção com o realismo ingênuo dessas mesmas teorias. É no capítulo 4 que esperamos demonstrar o efeito prejudicial das apropriações interepistêmicas que se baseiam no realismo ingênuo dos elementos da Física Contemporânea.

Não é difícil notar que nossos aspectos metodológicos de pesquisa estão muito mais para aspectos metodológicos de construção de uma ideia, de defesa de uma hipótese. Particularmente, não preferimos o termo hipótese (apesar de que temos usado por força das tradições da escrita acadêmica), uma vez que ele transmite uma concepção de que existe, em última instância, algo tal como uma verdade, e essa verdade poderia ser encontrada por meio

do sucesso da defesa de uma hipótese, por meio da descoberta de uma hipótese correlata com a verdadeira causa das coisas. Não cremos que seja o caso em torno do objeto de que tratamos nesse nosso trabalho, pensamos que é melhor concebermos como uma construção de uma interpretação das coisas, uma interpretação que pode ser conveniente para detectarmos problemas nas tendências não epistêmicas. Portanto, de pesquisa temos menos que de esforço de construção, temos a impertinente e audaciosa intenção de implantar na cultura acadêmica um instrumento que possibilite repensar essas tendências. Assim, nossa metodologia de pesquisa é bem mais um método de argumentação, de convencimento por meio da força dos conceitos construídos e por força das delimitações de seus significados. Cremos que não há nada mais flexível que o conhecimento argumentado e construído.

Em nossas últimas considerações devemos ressaltar algumas marcas de nosso texto. A primeira é a presença de citações constantes de textos e autores que não pertencem a nossos campos de estudo, como trechos de poesias, músicas, filmes e de textos de livros que não são acadêmicos. A intenção não é apenas a construção estética, mas serve como a síntese de argumentos, apelando para as imagens e para força não analítica da expressão artística. A arte tem o poder de condensar o efeito de longas argumentações racionais e analíticas em apenas uma única obra. A segunda marca é que usamos constantemente de um recurso de repetir trechos de textos em nossas análises com o intuito de melhor evidenciar os problemas que têm nos importado. Nesses casos, tomamos o cuidado deixar tais trechos em itálico. Usamos também dos negritos para ressaltar partes importantes de nossas ideias e do nosso trabalho, como já fizemos até aqui. Pedimos desculpas de antemão pelas citações de textos longos, trechos grandes por nós analisados. Mas ressaltamos que quando o fizermos, teremos a intenção de mostrar a estrutura do pensamento contido de forma mais completa, minimizando o risco de perdermos seu contexto. Por último, para melhor orientação e informação dos que lerão esse trabalho, deixamos em anexo uma espécie de mapa da tese. Ele tem a função de informar quais são as finalidades dos textos e facilitar a localização do leitor no conjunto de ideias centrais de cada um deles.

2 O REFERENCIAL TEÓRICO-EPISTEMOLÓGICO DO TRABALHO

A função deste capítulo é a apresentação das bases epistemológicas de nosso trabalho por meio da exposição da epistemologia de Gaston Bachelard. Ao expormos a epistemologia bachelardiana apresentaremos as bases principais da epistemologia implícita ou explícita de nosso trabalho. Faremos essa apresentação no contexto de uma discussão mais básica da teoria do conhecimento com a finalidade de melhor sistematizar nosso pensamento às voltas da epistemologia de Bachelard. Nos utilizamos de algumas discussões de exemplos retirados da história da ciência para melhor compreendermos as questões epistemológicas que abordaremos.

Posteriormente, vamos abordar especificamente os obstáculos epistemológicos de Bachelard, buscando sua caracterização no contexto da epistemologia bachelardiana. É essa contextualização com o pensamento do filósofo que nos permitirá construir uma base para nossa compreensão dos obstáculos e do renascimento dos obstáculos nas apropriações interepistêmicas.

2.1 Os Alicerces Epistemológicos da Obra de Bachelard

É opinião corriqueira dentre os que estudam a natureza por meio das matemáticas que um modelo matemático expressa somente um sistema de forma amarrada e coerente, justamente porque a coerência e correção deste modelo se encontram naquela linguagem (PIETROCOLA, 2002). A garantia da correspondência do modelo com o recorte do real a que ele se propõe descrever e analisar está, portanto, afiançada pela própria estrutura matemática que o sustenta.

Poderíamos, partir dessa afirmação, realizar uma longa discussão a respeito da crença que existe subjacente à citada opinião, a de que o real físico pode ser descrito e regido pela matemática. Seria uma discussão interessante, e no meio dela teríamos vários motivos para afirmar que tal crença não inteiramente se sustenta; que o real não pode ser em sua totalidade matematizado. Entraríamos, como já estamos aqui, em campos do domínio de assuntos metafísicos nos quais os argumentos podem se tornar etéreos. Assim, numa tentativa de fugir do abstrato, um físico mais bem-avisado das questões da história de sua ciência argumentaria: a história da ciência moderna e contemporânea é a história do domínio do real físico pela matemática. Poderia afirmar que, historicamente, a natureza se *dobra* perante a força abstrata

da Matemática. Colocando tais argumentos, o participante não poria fim à discussão, posto que argumentos que recorrem à história não podem servir de pontos-finais às dissensões metafísicas. Contudo, não negaríamos que a posição tem grande peso, que parece sim existir algo na Matemática que a conecta com as regras do real. Seríamos forçados a refletir, portanto, acerca do valor da Matemática para a compreensão da natureza física e voltaríamos, por força dessa reflexão, à posição corriqueira dos que estudam a natureza por meio da Matemática. Em sessões posteriores, voltaremos às questões relativas à Matemática em sua atuação na constituição da Física contemporânea e proporemos uma troca de esforços: em vez de pensarmos o que é a Matemática, pensemos quais suas funções internas à Física.

No entanto, a divagação precedente serve de imagem justificativa para a atual parte do trabalho: o estudo dos pressupostos epistemológicos da obra de Bachelard e, conseqüentemente, de nosso trabalho. O paralelo se forma ao notarmos que, nos estudos das ciências em suas naturezas, as descrições e investigações epistemológicas se apresentam tal como os modelos matemáticos o fazem para as ciências naturais. Logicamente, temos a consciência que as modelizações epistemológicas da atividade científica são construtos filosóficos de forma geral e que obviamente carecem, no meio de seus estudiosos, do quase consenso absoluto das leis matemáticas. Porém, mesmo com esse aspecto de pluralidade de modelizações e de regras, os pressupostos filosóficos são as “leis matemáticas” para se compreender uma epistemologia, para compreender a ciência modelizada na epistemologia. As leis matemáticas se analogizam aos alicerces filosóficos das leituras epistemológicas.

Não é o caso de inferirmos dessas afirmações que seria impossível fazer ciência sem os instrumentos que a filosofia nos oferece. Qualquer um que afirmasse tal opinião ignoraria o fato de que existe um corpo epistemológico tacitamente construído, seja na prática ou na aprendizagem do cientista; ignoraria a filosofia espontânea nas práxis científica (ALTHUSSER, 1974). (Não queremos também menosprezar a importância da reflexão filosófica para se compreender a atividade da ciência. Em muitos aspectos a ciência convoca o pensamento filosófico para as discussões internas, e ele mostra que aquela discussão já teve lugar em seus debates). Mas podemos inferir que o epistemólogo investiga as regras internas da ciência, por meio de sua aritmética filosófica, num estreito paralelo com a atividade do físico ao modelar um sistema.

Queremos expressar que a necessidade desse estudo advém de compreendermos as posturas filosóficas de Bachelard quanto à forma de compreender a ciência, pois sem tal compreensão não é possível a leitura clara de sua obra e não é possível apreender a posição de sua ciência. No contexto de nosso trabalho, apreender e compreender as bases da obra

Bachelardiana é sinônimo de conhecer as próprias bases de nosso texto. Portanto, nossos estudos sobre a epistemologia de Bachelard têm duas funções específicas: compreender a visão de ciência que o autor nos traz e também preparar as bases de nosso pensamento epistemológico para o trabalho que ora se realiza. Naturalmente, tentaremos manter nossa coerência com essa filosofia já que ela é nosso referencial teórico e, de certa forma, nosso parâmetro metodológico.

Um fator que torna mais grave essa necessidade é o reconhecimento de que temos em mãos uma empreita essencialmente epistemológica, uma tese cunhando uma afirmação epistemológica. **O Ensino de Ciências e Matemática tem como um dos seus pilares a Filosofia da ciência, e é sobre esse pilar que pretendemos construir nosso trabalho** (CACHAPUZ *et al.*, 2005). Portanto, não poderíamos nos furtar a escrutinar o substrato de Bachelard na filosofia da ciência. Elucidar o seu pensamento epistemológico. Mas temos a consciência que o que faremos aqui é apenas uma pequena parcela do que pode ser feito nesse sentido e que, para fazer justiça a nosso autor, deveríamos nos ater bem mais ao tema. Mesmo assim, correríamos o risco de não dar conta de tal objeto em apenas um trabalho de doutorado. Contudo, nossa intenção aqui não é a de detalhar profundamente o pensamento de Bachelard. Nosso objetivo é de oferecer, de forma bastante geral, as principais teses bachelardianas e que terão impacto direto sobre nossas finalidades com esse trabalho. Essas mesmas teses serão nossas bases a medida em que poderemos nos debruçar sobre elas para compor nossas próprias teses. Elas serão nossas teses orientadoras.

A primeira tentativa de aproximação de nosso objetivo será guiada pelas categorias e sistematização existentes na teoria do conhecimento, mesmo que esse primeiro passo seja errôneo, dado a peculiaridade da obra de Bachelard. Pois, uma certeza que teremos ao final desse exercício, é da incontinência de sua filosofia da ciência nas paredes da formalidade filosófica. Essa metodologia que adotamos para investigar o pensamento de Bachelard é, antes de tudo, um exercício pessoal para posicionamento desse pensamento ante as categorias do sistema filosófico da teoria do conhecimento. Mas temos a certeza de que as formas filosóficas da teoria do conhecimento definem a epistemologia de Bachelard por suas extrapolações. Ou seja, é neste ponto que Bachelard contradiz as filosofias tradicionais da ciência que podemos apreender a sua novidade de pensamento sobre a ciência.

Creemos que essa comparação com as categorias e sistematizações existentes nessa disciplina filosófica possibilitará uma compreensão mais ampla dos argumentos de Bachelard no momento em que ele formula, em contraposição às correntes de sua época, sua forma de pensar o conhecimento científico. Posteriormente, empreenderemos correções em algumas outras aproximações, o que nos levará a compreender a originalidade de sua epistemologia. Ao

longo desse exercício nos acompanhará a obra de Henssen (1976), uma explanação com finalidades didáticas escrita inicialmente em 1925. A obra é escolha deliberada, posto que é mais contemporânea do próprio Bachelard, em uma tentativa de minimizar as distorções das ideias e suas interpretações num olhar temporalmente distanciado.

Para qualquer uma das perguntas que se possa fazer sobre o pensamento de Bachelard dentre as que são elencadas na Teoria do Conhecimento a resposta virá acompanhada do adjetivo “*crítico*”. Assim se dá quanto à possibilidade do conhecimento, quanto a questão colocada da forma: pode realmente o sujeito apreender o objeto? Pode a consciência cognoscente formar uma imagem correlata do objeto?

Numa posição intermediária, entre as posturas dogmáticas e céticas, Bachelard se põe criticamente. O dogmático goza da certeza plena do contato imediato entre consciência e objeto, não duvidando da possibilidade desse contato e crendo que tal contato não constitui de forma alguma uma relação mediada por outros elementos. Para ele, os objetos da percepção e os do pensamento são dados em sua corporeidade à consciência que os conhecem e os apreendem. Encerra-se no dogmatismo a ingenuidade do *dado*, que o conhecimento é uma impressão fiel que o objeto grava na consciência cognoscente. Portanto, é uma certeza muito forte sobre a possibilidade de conhecer o mundo que o dogmatismo tem. Ele não imagina que algo pode interromper esse caminho de formação do conhecimento que vai do objeto à mente.

Na oposição ao dogmatismo, o ceticismo negativista – ou absoluto – é certo de que o sujeito não pode apreender o objeto, que nenhuma imagem do objeto pode ser formada pela consciência, que não existe relação entre o objeto e o sujeito, numa negação completa da possibilidade de se conhecer. O ceticismo absoluto aparece já na antiguidade, nos escritos de Pirron de Elis (360-270 a.C.). Ao longo da história, o ceticismo passa a constituir vários sistemas de ideias que não levam o radicalismo do ceticismo de pirrônico (HESSEN, 1976, p. 40-46). O conhecimento, portanto, não se alcança de forma alguma e resta apenas a completa ignorância sobre o mundo.

Abstendo aqui das críticas possíveis ao ceticismo negativista e da demonstração de suas contradições internas, vale notar que a postura cética radical especializa suas negações, derivando as modalidades especiais de ceticismo. Essas especializações de ceticismo podem recair apenas sobre a possibilidade de um conhecimento da esfera do suprassensível, ou seja, sobre aquilo que está para além dos sentidos. Tal postura converte-se em um ceticismo metafísico que se atém apenas às informações da própria experiência:

O ceticismo metafísico é chamado habitualmente positivismo. Segundo esta posição, que remonta a Augusto Comte (1798 – 1857), devemos nos limitar ao positivamente dado, aos fatos imediatos da experiência, fugindo de toda especulação metafísica. Só há um conhecimento e um saber, aquele que é próprio das ciências especiais, mas não um saber e um conhecimento filosófico-metafísico. (HESSEN, 1976, p. 45).

A era moderna da ciência ficou marcada pela concepção de inacessibilidade de conhecimentos para além das possibilidades do que se põe como *positivo*. E parece que a interpretação das ciências anteriores ao século XX enquanto positivistas está longe de ser tema de controvérsias. Naturalmente, esquivando da polêmica sutil sobre o caráter das correntes positivistas nascidas no século XIX – a saber, se normativas ou descritivas – adotaremos uma linguagem ambígua ao afirmar que a epistemologia *interpretativa/normativa* dessas correntes valorizava o conhecimento daquilo que é evidente e baseado nos fatos e experiências em detrimento das *verdades* metafísicas e suprassensíveis; que a ciência *se constrói/se deve construir* por meio da apreensão do que há de positivo na realidade, caracterizando um ceticismo metafísico nos termos de Hessen (1976). O positivismo Comteano delega às ciências somente o poder de conhecer pela associação direta entre fatos, descrevendo as relações exatas entre eles (LIMA; MARINELLI, 2011).

A crítica de Bachelard sorve-se em suas bases do *criticismo* enquanto síntese do dogmatismo e do ceticismo. Posição intermédia que compartilha da certeza dogmática de que é possível uma verdade (juízos verdadeiros, afirmações baseadas na sua congruência com o ser), que a razão pode se aproximar do real. Porém, duvida do caráter imediato desse apreender, assim como o ceticismo o faz. Não crê que a razão dê conta do conhecimento sem possibilidades de erros, entende que entre a consciência e o objeto existem mediações que precisam ser criticadas e, portanto, está sempre examinando seus métodos numa crítica investigativa. Contudo, Bachelard (1968) se posiciona de forma mais contextualizada nos debates filosóficos de sua época ao perceber que as vertentes epistemológicas vigentes não correspondiam à ciência que nascia na virada do século. De forma alguma, na criação de seus elementos, a Física encarnava os dogmas positivistas porque não nasciam das aplicações de observações esquemáticas gerais, num suposto vetor positivista que vai do objeto para a teoria. Antes, o espaço de Einstein e o átomo de Bohr figuravam mais uma criação que não plantavam raízes no observável, parecendo afirmar coisas sobre a natureza na contramão das correntes positivistas. De fato, a Relatividade e a antiga Física quântica assumem um caminho epistemológico oposto, indo do metafísico para a correspondência com o físico.

Se soubéssemos, a propósito da psicologia do espírito científico, colocar-nos precisamente na fronteira do conhecimento científico, veríamos que é de uma verdadeira síntese de contradições metafísicas que se ocupa a ciência contemporânea. Todavia o sentido do vetor epistemológico parece-nos bem claro. Ele vai seguramente do racional ao real e de nenhum modo, ao contrário, da realidade ao geral como professavam todos os filósofos, desde Aristóteles até Bacon. Noutras palavras, a aplicação do pensamento científico parece-nos essencialmente realizante. Procuraremos, pois, mostrar no decurso dessa obra o que chamaremos a realização do racional ou mais geralmente a realização do matemático. (BACHELARD, 1968, p. 13).

Salientemos que é de uma ciência sendo produzida no início do século XX sobre a qual Bachelard se debruça em suas reflexões. Tenta, por meio disso, mostrar em que os pensamentos filosóficos tradicionais sobre as ciências falham ao serem aplicados aos desenvolvimentos dessa época. Portanto, é nessa fronteira do conhecimento sendo produzido, mais precisamente na gênese da Relatividade e a Quântica, que Bachelard se posiciona para apreciar o ato de criação racional da Física Contemporânea. E esse ato de criação não parece partir das evidências enfáticas de uma realidade do mundo natural, mas parece vir justamente da atividade da razão atuando sobre fatos novos e fenômenos conhecidos.

Entretanto, as posturas dogmáticas ainda subsistiam a época dessas reflexões. Não na simplicidade que expomos anteriormente, mas se apresentam nas bases do Espiritualismo francês do século XIX, que tinha como objetivo principal o combate ao materialismo iluminista. Os espiritualistas louvavam as capacidades espirituais humanas, a moralidade e a religiosidade, tidas por eles como ameaçadas pelo materialismo do pós-século XVIII. O ato de conhecer espiritualista se aproxima da concepção dogmática ao compreender que o acesso ao absoluto se dá pelo ato espontâneo da consciência; que o conhecimento pode surgir da relação direta entre o espírito e o mundo. Para Bachelard, o Espiritualismo erra ao se posicionar dessa forma, pois não leva em consideração os erros da experiência inicial do sujeito com seu objeto (BULCÃO, 2009). Em *A formação do espírito científico*, Bachelard (1996) indica que a experiência inicial, a primeira relação do espírito com o objeto, condensa as primeiras dificuldades do conhecer:

A primeira experiência ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. De fato, essa observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para ficar encantado. Parece que a compreendemos. (BACHELARD, 1996, p. 25).

É no processo de crítica desse erro inicial que nasce de fato os primeiros acertos relativos da atividade científica. Qualquer conhecimento anterior a isso seria uma ilusão de conhecimento. Uma ilusão que dever ser exorcizada para que essa primeira correção dê

possibilidades de abertura para novas afirmações não tão evidentes sobre o objeto. Verdadeiramente, toda descoberta é fascinante, toda relação com o novo é empolgante e gera na mente as mais dubitáveis ideias.

Em sua tese de doutoramento, *Ensaio sobre o conhecimento aproximado* (BACHELARD, 2004), seu criticismo é levado ao contexto que está ligada à essência do conhecimento científico. Cabe-nos, como fizemos para a questão da possibilidade de conhecimento, recorrer às conceituações existentes nos tratados de Teoria do Conhecimento para um melhor rigor de nossos termos. Ao se inquirir a respeito da essência do conhecimento, de forma geral, se assume que existe uma relação entre o sujeito cognoscente e o objeto na qual, ao menos em partes das respostas, o objeto determina o sujeito. Ou seja, o sujeito se direciona ao objeto de modo receptivo e espera, dentro dessa relação, que o objeto determine sua imagem correlata na consciência.

No entanto, podemos nos questionar sobre a justeza dessa concepção na relação de conhecimento: poderia, ao contrário, ser o sujeito a determinar o objeto? Essa elaboração problematizadora de cunho fenomenológico, como bem explicita Hessen (1976), abre caminhos a várias possibilidades de respostas. **Dentre elas, as soluções pré-metafísicas: Objetivismo e Subjetivismo; e as soluções metafísicas: Realismo e Idealismo.** Importa-nos, nessa passagem de nosso trabalho, explorar as soluções realistas, dado que é sobre sua crítica que Bachelard constrói sua epistemologia. O Idealismo enquanto pensamento filosófico – notemos que estamos aqui usando os termos das obras filosóficas – naturalmente não é polemizado nas obras de Bachelard, que partem dos pressupostos mais básicos de Realismo. Todavia, encontramos algumas passagens em que o autor desenvolve argumentos em torno do termo *idealismo*. Cabe-nos notar o alerta de Bulcão (2009) destacando que no contexto da obra bachelardiana, esse termo não tem o mesmo significado que tem para a teoria do conhecimento, que ele está mais intimamente ligado ao significado do termo *Racionalismo*, remontando às questões da natureza do conhecimento.

O Realismo é a posição epistemológica que aceita a existência de coisas reais, independentes da nossa consciência, externas a ela (HESSEN, 1976). Portanto, o conhecimento é o resultado da apreensão passiva das propriedades objetivas pela consciência, numa determinação do sujeito pelo objeto externo. Podemos ter a ingenuidade de não distinguir a *percepção do objeto* em si, crendo que as coisas são dadas em si mesmas, imediatamente na sua corporeidade. Não questionando o papel da percepção na relação sujeito-objeto, cremos que as sensações têm identidade com as propriedades dos objetos. Seríamos, assim, realistas ingênuos. O realista ingênuo entende que o amarelo e o adocicado do pequi são propriedades

deste e que nos chegam pelos órgãos do sentido. Porém, podemos criticar tal postura e romper com essa identidade entre percepção e propriedades objetivas, não acreditando que os conteúdos da consciência sejam retirados literalmente das coisas reais. As qualidades dos objetos surgem em nossa consciência quando os órgãos de nossos sentidos são estimulados e tal percepção depende obviamente da estrutura do órgão e da organização de nossa consciência. As percepções, dessa forma, não podem ter caráter objetivo. Contudo, temos que supor a existência de elementos objetivos que causem as percepções, elementos causais que atem as percepções às propriedades dos objetos. O realista crítico entende que o vermelho e a acidez que associamos ao cajuzinho são conteúdos de nossa percepção e não são propriedades dele, mas supõe que existam elementos causais que expliquem a existência desses conteúdos em nossa consciência.²

No entanto, ainda faremos um complemento dessas definições que ainda permanecem fora do contexto mais complexo de nossas discussões. O Realismo Ingênuo tal como foi exposto, quando levado para o quadro do pensamento da Física contemporânea, se converte numa outra crença mais específica. A crença de que os elementos da Física existem tal como ela nos apresenta. Ou seja, é a crença baseada no existencialismo dos elementos da Física Contemporânea. Para melhor entender tal realismo ingênuo que fundaremos, nos dedicaremos em sessões futuras, a uma definição mais aprofundada. Por sua vez, o Realismo Crítico também se encontra descontextualizado e quando transposto para o âmbito da Física contemporânea pode se assemelhar bastante à posição de Bachelard, porém, ainda carente do aspecto dialético da construção do conhecimento.

Não que nosso autor negue as noções realistas nas suas afirmações epistemológicas de que o conhecimento parte da relação sujeito-objeto. Mas problematiza a relação quando desconcretiza os objetos da Física Contemporânea, jogando-os para o campo dos construtos da própria ciência. Estamos agora fazendo uma transição entre as conceituações contidas nas reflexões filosóficas básicas e a aplicação do pensamento de Bachelard. Devemos notar aqui, adiantando elementos que exporemos mais detalhadamente, que a epistemologia de Bachelard é antes aplicada ao conhecimento produzido na ciência, é uma teoria do conhecimento científico e menos uma discussão sobre o conhecimento geral. Pois a descrição que fizemos do Realismo parece mais ligada às noções fundamentais do conhecimento humano que às questões das

² O cajuzinho-do-cerrado e o pequi se complexificam nos debates bachelardianos, assumindo seus lugares os objetos da ciência.

ciências. Daí, no âmbito de nosso esforço de analisar a crítica realista de Bachelard, surge a necessidade de analisar a tese criação do objeto científico.

A realidade do objeto das ciências contemporâneas para Bachelard, longe de ser apenas internalidades da consciência, como na postura idealista, e para além da externalidade ontológica problematizada no realismo crítico, é uma *realidade criada*. *Os objetos das ciências não são realidades dadas, são construtos*. Essa posição distancia sua epistemologia das noções realistas e positivistas já que o objeto não se apresenta ao sujeito, não é dado, mas são construídos dentro de uma dialética. Uma dialética entre o mundo e a teoria. Na Física contemporânea, elementos como o átomo de Rutherford não foram *descobertos* na natureza, sua estrutura planetária não se apresenta realisticamente ao cientista, mas é antes um processo de criação racional que tenta conectar, em um mesmo modelo, os fenômenos produzidos em um laboratório. A investigação histórica do nascimento do modelo quântico de átomo proposto por Bohr, na sequência dos trabalhos de Rutherford, nos indica como o próprio Niels Bohr toma a criação de seu antecessor como objeto para uma reformulação do modelo atômico. É nessa dialética entre teoria e laboratório que se constrói os objetos físicos. Novamente aqui, o átomo quântico não foi descoberto, não estava *velado* na natureza e não foi *desvelado* pelo cientista. Antes, ele foi novamente recriado por novas forças dos problemas internos à Física (ABDALLA, 2002).

Portanto, o átomo, na condição de objeto da ciência, não pode ter outro caráter que não o de ente *concreto-abstrato*, pois é resultado do esforço racional do criador em imaginar um esquema abstrato – diríamos matemático também – que acompanhe o concreto fenomênico das técnicas dos laboratórios em suas necessidades descritivas. Não há fenômeno fora do laboratório que dê pistas ao cientista contemporâneo sobre descobrir algo, das características de seu objeto. “A ciência de hoje, portanto, não descreve ou expressa a realidade que vemos, ela constrói seu objeto, empregando técnicas e métodos racionais que lhe garantem a objetividade” (BULCÃO, 2009, p. 90)

É neste sentido de realidade que a epistemologia bachelardiana vai para além das concepções realistas. O conhecimento, no sentido realista, se dá na apreensão do objeto que está no mundo real, uma ciência realista pressupõe a existência dos seus objetos. A ciência contemporânea não os pressupõe, ela os cria na técnica que produz os fenômenos. Aqui entra outra característica importante do pensamento quando ele afirma, ao contrário das propostas positivistas, que a ciência cria os seus objetos no contexto da técnica. O “dado” positivo requer uma capacidade espiritual de recebê-lo, de apreendê-lo por meio das sensações, o objeto da ciência é indicado pelo positivamente dado. Mas isso não se sustenta ao analisarmos a ciência

contemporânea, na qual os átomos, fótons e outros entes estão longe do que é dado, mas foram criados em técnicas teóricas e laboratoriais.

A concepção de construção dos objetos da ciência recai sobre a noção de fenômeno. Numa tentativa diplomática entre Realismo Crítico e Idealismo, Kant entende que existem coisas reais (se aproximando do Realismo), mas que nosso conhecimento sobre elas se limita ao que nos aparece, ao que na consciência nos é criado pelo real. Para ele, não nos é possível, portanto, conhecer a essência do real; apenas podemos afirmar que o real se “*apresenta como*”, nunca o “*que é*” (HESSEN, 1976, p. 111). As famosas proposições do fenomenalismo kantiano são três:

- 1 – *A coisa em si é incognoscível;*
- 2 – *Nosso conhecimento é limitado ao mundo fenomênico;*
- 3 – *O conhecimento surge em nossa consciência porque ordenamos e elaboramos o material sensível em relação às formas a priori da intuição e do entendimento.*

Concordamos com alguns estudiosos de Bachelard, tal como Bulcão (2009), quando eles afirmam que a chave para compreender Bachelard é o conceito de objeto científico construído. Aqui, mais uma vez, se nota o poder dessa chave ao perceber que a epistemologia bachelardiana se insurge contra o fenomenalismo justamente na noção de fenômeno. Para Kant, o fenômeno é a parte do real que salta aos sentidos, o percebido pelas funções sensitivas de nossa consciência. Porém, como podemos apontar a parte do real que salta aos sentidos nos casos da ciência contemporânea? *Qual parte do real fere os sentidos e nos indica a quantização da energia emitida pelo elétron do átomo de hidrogênio em suas transições orbitais? Qual o fenômeno que nos fornece o material sensível para formularmos a teoria da relatividade?*³

Não há uma negação do papel dos fenômenos nas obras de Bachelard, contudo, nela os fenômenos ganham um novo estatuto, o de fenômenos produzidos por meio das teorias e das técnicas. Na ciência contemporânea, o que instiga o conhecimento não é a realidade em sua dimensão fenomênica, no sentido kantiano do termo, em que o real é intermediado pelos sentidos e compreendido pela razão cognoscente. Antes, os fenômenos são criações que somente se realizam por meio das técnicas e das teorias. Um interessante exemplo dessa forma de orientar os estudos sobre a forma de pensar a ciência é visto no histórico experimento de Michelson-Morley. Com a intenção de detectar a presença do éter, elemento suporte para a

³ As perguntas tentam retornar os argumentos de Bachelard a suas questões contemporâneas.

propagação de ondas luminosas, os fenômenos produzidos pelo aparato experimental indicaram a sua inexistência e, conseqüentemente, a reformulação da mecânica newtoniana (EISBERG; RESNICK, 1979). Tomando os resultados desse experimento como fenômeno, não há como defender que existe um âmbito fenomênico na Física contemporânea, mas que há um fenomênico técnico e teórico. Não nos salta aos sentidos os padrões de interferência ondulatória de Young, antes eles são criados e determinados pela teoria e pelas técnicas.

Sobre as interações entre consciência e experiência, Bachelard se opõe de forma racionalista às concepções de Kant quando ele entende que o conhecimento se dá por meio da elaboração do material sensível na consciência, conforme categorias já existentes na mente. A ciência é, na contemporaneidade, antes de origem racional que fenomênica, antes construída que apreendida. Todavia, temos de ressaltar as diferenças entre o racionalismo bachelardiano com sua concepção na história da filosofia.

O racionalismo que se constitui na história da filosofia está inserido no contexto das questões sobre a natureza do conhecimento. De forma resumida, seguiremos o texto de Reale (1988), no qual ele inicia a análise do racionalismo afirmando que no embate entre as diferentes epistemologias não faz sentido pensar o racionalismo como a posição para qual o conhecimento se origina completamente do racional, da atividade do intelecto, mas que:

O racionalismo não significa, no entanto, o esquecimento de que os fatos contribuem para a formação do conhecimento. Um racionalismo que reduza todo o saber à razão, de maneira absoluta e abstrata, é de difícil configuração. Seria um racionalismo dogmático, vazio, sem expressão relevante no mundo da filosofia. (REALE, 1988, p. 60).

O racionalismo aceita a parcela empírica do conhecimento, entendendo que as experiências são importantes fontes dos conhecimentos iniciais, mas que as verdades empíricas têm estatutos diferentes das verdades da razão. As intuições empíricas não podem oferecer o caráter de certeza ao saber que delas advém, qualquer conhecimento que provenha desses caminhos tem, sobretudo, o caráter local e temporal. Não podem também oferecer a totalidade de conhecimentos. Reale (1988) afirma que é nesses pontos que Leibniz discorda de Locke. Para Locke, não há conhecimento que antes não tenha passado pelos sentidos, qualquer saber é oriundo da experiência sensorial, de origem empírica. Leibniz argumenta, retirando do empírico a origem total do conhecimento, que não apenas existem verdades de fato, mas existem também as verdades da razão. E sem dúvida que a inteligência ordena os dados do empírico e dela retira conhecimentos; porém, o processo dessa construção tem grande parte de seu percurso na razão. Pois o conhecimento não pode vir da experiência, pois ela carece de “necessidade” e de

“universalidade”. Porém, ele vem da razão, posto que a inteligência tenha valores e funções próprias que garantem os caracteres necessários e universais do conhecimento certo e correto.

O modelo máximo de forma de conhecimento que exemplifica o racionalismo é justamente um dos campos de Leibniz: a matemática. Ela prescinde de observações empíricas para seu desenvolvimento, se configura enquanto saber abstrato e dedutivo; a inteligência faz imperar suas regras de forma livre, formulando juízos que têm universalidade e necessidade lógica (HESSEN, 1976). A geometria euclidiana se desenvolve a partir de alguns pressuposto e conceitos que dão origem a um aglomerado de conhecimentos que não são oriundos da observação: não se confia na validade do Teorema de Pitágoras porque se conhece todos os triângulos retângulos possíveis. Essa certeza é mais de natureza racional – da inteligência em suas funções – que do mundo real – das induções observacionais. Quando o experimentador físico tem em mãos uma barra metálica, ele sabe que a medida de seu coeficiente de dilatação não depende do método que será utilizado para alteração da temperatura (se usará o bico de Bunsen ou um irradiador elétrico), ele sabe que essa variável não pode interferir na medida. Algo de racional interpõe-se entre o plano de ação do cientista e a hipótese de que qualquer variável deva ser considerada para a compreensão de um fenômeno. Interessante notar que, na história do conhecimento físico, apenas algumas variáveis são elencadas como relevantes para certos fenômenos. Daí surge questões intrigantes: o físico vai ao laboratório com um rascunho da teoria ou vai esperando que ela nasça ali? O que vem primeiro, a observação ou a teoria? Seria possível conhecer com a mente completamente vazia? A observação é ou não orientada por um conhecimento racional prévio? Não teremos a intenção de responder sistematicamente essas questões, mas cremos que as respostas delas nos levará a compreender que o conhecimento tem suas bases racionalistas, porém não absolutamente.

Paira sobre as interpretações racionalistas do conhecimento as características de universalidade, atemporalidade e evidência dos conhecimentos que surgem da atividade racional. A Matemática, com todos seus conceitos racionalmente formulados, que dá suporte a Física até sua modernidade, transfere para esta última o que ela tem de universal. Assim, a mecânica newtoniana, dentro de seus limites teóricos, é válida em todos os cantos do universo; é acrônica – pois não poderia pensar em temporalidade para as leis físicas; é evidente – já que esta descreve fabulosamente a mecânica do mundo por meio da evidência da linguagem matemática. O conhecimento de origem racional é afiançado pelas qualidades próprias da razão. Ao acompanharmos as dissensões na filosofia entre racionalismo e empirismo vemos que, grosso modo, elas podem ser vistas como acusações de continência, prescindibilidade lógica e perenidade dos conhecimentos oriundos do método empírico, numa polarização exaltadora das

possibilidades racionais de fugir a essas marcas qualitativas. Poderíamos aqui rever as posturas críticas apresentados pela história dessa discussão, mas a caracterização do racionalismo que fizemos até o momento nos prestará suficientemente para observarmos em que ponto Bachelard originaliza e em qual ele rompe com a discussão ao interpretar o conhecimento que está sendo produzido a partir do início do século XX.

Quando em sua epistemologia Bachelard revisa as questões da origem do conhecimento, ele o faz criticando o empirismo da forma como expomos anteriormente, mas também o faz com o racionalismo fechado. Nega, portanto, que o conhecimento da ciência contemporânea tenha origem em uma razão unitária, raiz de todas as formas de ciências. Não que ele negue a natureza do conhecimento científico enquanto racional, pelo contrário, o racionalismo da ciência contemporânea é tema de suas discussões. Ele o discute na intenção de reformular as interpretações quanto a origem dos conhecimentos dessas ciências. De forma esquemática, podemos percorrer as reinterpretações de Bachelard ao centrarmos nossas atenções nas teses de racionalismo aplicado da ciência contemporânea e na de aproximacionismo do conhecimento científico.

A dialética do espírito científico, característica da epistemologia de Bachelard, que é aclamada por muitos de seus comentadores, traduz exatamente sua incontinência nos parâmetros de uma filosofia conceitualmente fechada. Com ela, seus comentadores querem sublinhar que o novo espírito da ciência não se inscreve aos detalhes e normas das formas filosóficas, não se deixa enquadrar na normatividade da teoria do conhecimento. O Empirismo e o Racionalismo coexistem na ciência contemporânea de Bachelard, uma vez que é do real que se retira a certeza das ideias. Porém, é nas ideias que se lê o real:

Se pudéssemos então traduzir filosoficamente o duplo movimento que atualmente anima o pensamento científico, aperceber-nos-íamos de que a alternância do *a priori* e do *a posteriori* é obrigatória, que o empirismo e o racionalismo estão ligados, no pensamento científico, por um estranho laço, tão forte quanto o que une o prazer à dor. Com efeito, um deles triunfa dando razão ao outro: o empirismo precisa ser compreendido; o racionalismo precisa ser aplicado. Um empirismo sem leis claras, sem leis coordenadas, sem leis dedutivas não pode ser pensado nem ensinado; um racionalismo sem provas palpáveis, sem aplicação à realidade imediata não pode convencer plenamente. (BACHELARD, 1987, p. 9).

Antes de adotarmos uma postura única, é sobre a perspectiva de um diálogo que podemos observar o desenvolvimento da Física Contemporânea. É esse o sentido da dialética bachelardiana para a compreensão do desenrolar da Física. E esse diálogo ocorre entre o experimentador, dono das técnicas de inquisição sobre a matéria, e o teórico, que detém a arte de pensar racionalmente o mundo físico:

Acompanhando a atividade da Física contemporânea com atenção, ou melhor, com interesse apaixonado, vemos entabular-se um diálogo filosófico que tem o mérito de excepcional precisão: o diálogo entre o experimentador dotado de instrumentos rigorosos e o matemático que ambiciona informar de perto a experiência. Enquanto nas polêmicas filosóficas, no mais das vezes, o realista e o racionalista não conseguem falar da mesma coisa, tem-se a nítida consoladora impressão de que, no diálogo científico, os dois interlocutores falam do mesmo problema. (...) A Física, portanto, tem dois polos filosóficos. Ela é um verdadeiro campo de pensamento que se especializa na matemática e na experimentação, ganhando o máximo de vigor na conjunção de ambas. A Física determina uma mentalidade abstrato-concreta como notável síntese. (BACHELARD, 1977, p. 7)

Assim, a posição ideal de uma filosofia da ciência que se pretenda verossímil ante a atividade da Física contemporânea é a posição intermédia, entre o polo racional e o empírico. Assim, seria função dela a observação do constante fluxo do espírito entre tais extremos. Historicamente, argumenta Bachelard (1977), a ciência produzida não pode ser tomada como prova de nenhuma das propostas filosóficas, uma vez que ela se mantém sempre em constante pendular entre as diferentes epistemologias. Dizendo de outra forma, a ciência real não se pode fechar em sistemas filosóficos ideais e conceitualmente restritos.

Alguns dos epistemólogos posteriores à Bachelard retomam essa forma de pensar a ciência e suas questões epistemológicas. Feyerabend (2007) guia seus argumentos exatamente por esse viés quando defende a tese de que a história da ciência de forma geral não permite que aceitemos como adequadas qualquer forma de metodologia do trabalho e do desenvolvimento científico, que qualquer epistemologia é invariavelmente transgredida na história das ciências. Porém, o esforço de Feyerabend é demonstrar que epistemologias, sejam normativas ou descritivas, como as de Popper e de Kuhn, não se sustentam numa leitura histórica e todas elas têm seus cânones burlados na história do desenvolvimento da ciência. E demonstra que, para além da ideia de razão aberta de Bachelard, os atos não científicos, ou atos não metodológicos (irracionalidades), são partícipes da construção científica.

Posto que as diferentes posturas filosóficas apresentem suas soluções para as questões que expusemos até o momento, podemos manter, em nosso substrato do entendimento da discussão, uma certeza de que a razão científica é, portanto, uma constante. Queremos denotar algo que é conotado nas discussões tradicionais da história das ciências: a substancialidade da própria razão, sua constância. Sobre a natureza da própria razão nunca havia pairado as qualidades de sua mobilidade no tempo histórico e adaptabilidade aos problemas da própria ciência. É, de certa forma, essa certeza de razão substancialista que provê à Kant as bases para

criticá-la e analisá-la. Ou mesmo à Popper, quando legisla a atividade científica, buscando determinar a natureza dos reais juízos científicos.

É sobre o caráter imutável da arquitetura da geometria que Kant funda a arquitetônica da razão. Se a geometria se divide, o kantismo não pode ser salvo senão inscrevendo os princípios da divisão na própria razão, senão abrindo o *racionalismo*. (BACHELARD, 1968, p. 26).

Frente as novas criações da Física, Bachelard apresenta a não-substancialidade da razão. As novas formas matemáticas, a geometria que a Relatividade requer, os pressupostos de quantização das grandezas físicas como a energia, e as novas interpretações da matéria indicam a imprescindibilidade de uma razão móvel e adaptativa. Poderíamos discutir o significado da palavra razão e teríamos que recorrer, não apenas à filosofia, mas à história de forma geral. No entanto, podemos restringir o significado da palavra na obra de Bachelard quando ele se refere aos pressupostos inerentes aos diversos conhecimentos: à noção de energia contínua (opondo-se a quantização), ao espaço euclidiano, ao eletromagnetismo fora das equações de Maxwell, ao intervalo de tempo natural e absoluto, à clara separação entre corpúsculo e onda, ao determinismo newtoniano, etc. Os pressupostos íntimos desses constituintes da ciência pré-contemporânea são os traços da razão que impera até início do século XX e podem representar de forma mais concreta o significado da palavra.

Portanto, no contexto em que a razão perde o estatuto de substância, na conjuntura em que novos problemas internos da Física reivindicam a erosão do concreto moderno, a ciência ganha novas finalidades e revê seus ideais. Tendo seus objetos não da ordem do dado, mas do construído, *o ideal de cientificidade não é mais a descrição da realidade, e sim a coerência racional realizada* (BULCÃO, 2009, p. 53). Há nessa afirmação uma ruptura com os valores tradicionais que se atribui às afirmações científicas; especialmente, uma revalorização das imagens e dos modelos científico-matemáticos das ciências naturais. Eles se descondensam do realismo, perdem o valor de descrição do mundo físico, não servem mais como retrato ampliado do real. A ciência não tem outro ideal senão o de manter a coerência entre o real e estrutura racional.⁴

Terminaremos aqui, por ora, nosso panorama breve sobre as teses bachelardianas que mais nos importam. Voltaremos ainda a tocar nelas em momentos em que essas teses, ou serão

⁴ Ante a nova fase da Física contemporânea, vai exatamente à contramão ao que expusemos no texto o deixar-se impressionar com as características ondulatórias das partículas ou com a natureza relativa da simultaneidade, por exemplo. Essa impressão numinosa e pitoresca somente se justifica quando se toma a Física em seu valor descritivo da realidade material, e fará parte de nossas argumentações finais no corpo deste trabalho.

mais bem exemplificadas, ou serão aplicadas a nossos pensamentos sobre nosso objeto de estudo: as apropriações interepistêmicas. Não demos conta, logicamente, de todos os aspectos dessa epistemologia, mas não era essa exatamente nossa intenção com a construção desse texto. Tivemos apenas a finalidade de nos instrumentalizarmos para que possamos desenvolver nossos pensamentos de forma mais coerente com o espírito da Física Contemporânea. Contudo, queremos ainda tecer alguns comentários sobre a tese central de criação dos objetos da Física para que, com isso e com outras considerações que faremos no futuro, possamos dar mais sentido ao nosso trabalho.

Regressemos, portanto, ao caráter do objeto científico da Física enquanto objeto construído na epistemologia de Bachelard.

Existe, cremos e intuímos das nossas vivências acadêmicas e dos meios mais instruídos, um *frisson* relativo à noção de construção da ciência, à noção de ciência como algo que é histórico e humano. Perderemos as contas se tentarmos pesquisar na literatura das humanidades ou mesmo nas atividades acadêmicas o quanto a historicidade e a construtividade das ciências são invocadas para compor argumentos mais diversos. Esses argumentos parecem adquirir um caráter de resistência à própria racionalidade científica que vigora desde os trabalhos de Galileu e Newton: a racionalidade fundada nos pressupostos da realidade como juíza, na materialidade física como parâmetro. Posto que, afirmando a construtividade da ciência e de seus objetos, o cientista não mais poderá abonar sua obra na Natureza nem mais terá como argumento a interpretação da matéria. Sendo a ciência histórica e construída, o cientista não mais se distinguiria do artista.

De fato, não há distinção em seus atos criativos. No tocante à instância psicológica da criação o que mais nos aproxima de uma descrição fiel são as palavras *criatividade*, *imaginação*, *brilhanismo*, etc. Porém, podemos nos perguntar: o que há que não seja humano? O que há que não seja histórico? Diante das respostas, chegamos a questão que é uma das mais discutidas da academia: a perenidade do nosso conhecimento, pois é forçoso que ele venha da própria não-substancialidade do ser humano.

Contudo, assim como o artista é livre para criar o que quiser, o cientista em seu gabinete ou em seu laboratório também pode exercer essa criatividade. Porém, tal como as Artes apresentam suas circunstâncias históricas, seus problemas de percursos e seus critérios de relevância, novidade e importância – pelos quais as criações do artista ganham posição de destaque em sua história; a ciência também os apresenta. A criação do objeto científico, na postura epistemológica de Bachelard não abre a criação e a historicidade ao abismo das possibilidades. Ela é, sobretudo, delimitada pelos problemas vigentes e pelos recursos de que

se dispõe. Os casos históricos que apontamos, os quais Planck e Einstein criam os quanta e os fótons, condensam as circunstâncias de criação das ciências, mas mostram também que sua linguagem específica é a garantia que a criatividade das ciências não seja casual, mas sim, sistêmica. Tais características das produções dos elementos da Física serão analisadas e fundamentadas de modo mais aprofundado quando tratarmos do que chamaremos de âmbito epistêmico de criação desses elementos. É de uma criatividade guiada, de um interesse na resolução de um problema e de uma intervenção da Matemática que vive a produção da Física Contemporânea.

Passemos agora aos Obstáculos Epistemológicos de Bachelard que nos servirão de bases para pensarmos os problemas das apropriações interepistêmicas que são evocadas a partir da Física. Pretendemos mostrar, com isso, que os erros cometidos pelo espírito científico em seu esforço de constituição se repetirão no ato de apropriação dos elementos da Física contemporânea por outros campos de conhecimento.

2.2 Os Obstáculos Epistemológicos na Obra de Bachelard

Um elemento que é de interessante peculiaridade na obra de Bachelard, não apenas pela originalidade no contexto do pensamento epistemológico, mas por representar, em nosso entendimento, um condensado de suas principais teses: a noção de obstáculo epistemológico. Os estudos dos significados desse elemento, portanto, podem ser precedidos de uma investigação completa das ideias centrais da obra bachelardiana, suas teses e sua proposta para a existência da Filosofia das ciências. Compreenderemos as razões dos obstáculos, iremos do transcendente para o imanente num caminho de concretização de sua epistemologia. Parece-nos correto afirmar, entretanto, que podemos proceder inversamente, da noção de obstáculo para a amplitude da obra e de suas ideias. Neste caso, desvelaremos o espectro do pensamento diurno de Bachelard munidos dos casos pontuais exemplificativos, deslumbrando as raízes a partir dos frutos. Dessa mútua injunção, da interdeterminação desses elementos, podemos e devemos extrair uma conclusão: os obstáculos têm como limites delineativos a epistemologia de Bachelard. Em outros termos, a noção de obstáculos epistemológicos não pode ser criada prescindindo-se das teses do filósofo. Exageraremos se afirmarmos que eles são o pleonasma da epistemologia, mas a afirmação ainda vale como imagem para a explanação do que queremos expressar.

Neste ponto de nossos trabalhos queremos nos impor a seguinte questão de forma mais simplificada do que induziria a divagação anterior: o que são os obstáculos e qual o contexto deles nos discursos de Bachelard? Essa questão nos orientará ao longo do texto nas partes iniciais, quando nos será interessante respondê-la de forma mais aberta e panorâmica, buscando uma sistematização filosófica mais geral. Porém, nas partes posteriores do texto, nos derivaremos a uma especificação mais conveniente para nossas argumentações, que é a de ressaltar os obstáculos que mais se prestam a nossas análises e a nossa tese central. Assim, não temos a intenção de enumerar quais são os obstáculos epistemológicos existentes na obra de Bachelard, nem mesmo oferecer uma resposta fechada para a natureza deles. **Para longe dessa intencionalidade minuciosa, queremos abordar aquilo que nos aparenta como seus caracteres mais centrais: os obstáculos fundados nas imagens oriundas dos hábitos verbais e analogias das primeiras experiências e as tendências às generalizações. Esses três pontos levam à gênese dos obstáculos que, posteriormente, mostraremos renascer nas atividades interepistêmicas.**

Portanto, devemos proceder a uma sistematização do pensamento de Bachelard que posicione os obstáculos epistemológicos em certo ponto desse espectro. O caráter inédito dessa sistematização não se encontrará neste trabalho, mas achamos satisfatória aquela feita por Japiassú (1976). Para esse autor, três são as preocupações básicas do projeto filosófico de Bachelard:

1. usar a Física que nasce no século XX para pensar o modelo de Filosofia das Ciências que não seja idealista e que corresponda com a real atividade científica, procurando imunizar as ciências das deformações causadas pelas filosofias tradicionais; mostrar que a atividade das ciências segue as estruturas manifestas pela Física, ou seja, elas repousam num passado não continuado, mas reformado;
2. sensibilizar os filósofos para reconhecer que existe uma filosofia inerente a cada atividade das ciências e que o pensamento da filosofia deveria partir delas, e não do idealismo então corrente;
3. para dar cabo a essas tarefas, Bachelard desenvolve não apenas categorias fundamentais de seus pensamentos, mas também conceitos importantes e teses centrais de sua obra. (JAPIASSÚ, 1976, p. 49-50).

As categorias fundamentais que Japiassú (1976) indica são as de *Racionalismo Aplicado*, *Materialismo Técnico* e a de *Psicanálise do Conhecimento Objetivo*. É no íntimo dessa última que podemos encontrar quatro conceitos diretrizes: o de *Ruptura*, o de

Vigilância, o de Descontinuidade Histórica das Ciências e, finalmente, o conceito de Obstáculo Epistemológico⁵.

Diversamente do valor dos termos para a Psicanálise de Freud, que se orienta para organização subjetiva do indivíduo, do seu universo afetivo e emocional, psicanalisar o conhecimento dos objetos da ciência tem, sobretudo, o significado de encontrar as influências das estruturas subjetivas, tais como as crenças, as estruturas verbais, as imagens formadas na representação dos objetos e outros fatores que podem incrustar a compreensão do objeto na atividade dos cientistas. É uma psicanálise do universo da inteligência, da parte da mente que se põe a conhecer o mundo.

A noção de obstáculo é resultado da convicção bachelardiana oposta àquela que concebe o conhecimento do objeto como fruto da interação pura e imediata das primeiras experiências do sujeito. É o reconhecimento de que o saber que flui da interação primeira está à mercê dos encrustamentos de tais entes psicológicos. É na obra *A Formação do Espírito Científico*, publicada inicialmente em 1938, que Bachelard aborda mais intensamente e sistematicamente o tema, mostrando seus exemplos e organizando o que poderíamos reconhecer como as bases da psicanálise do conhecimento objetivo. Não que possamos recorrer a essa obra buscando encontrar nela um método de psicanalisar a mente científica, mas encontraremos o autor realizando a análise das passagens e escritos científicos, conceituando os seus obstáculos.

A conceituação dos obstáculos é parte central da tarefa da obra. E essa tarefa é a de identificar e enfrentar todos os elementos que podem comprometer o desenvolvimento do pensamento científico. Porque é contra a imposição dos primeiros conhecimentos imediatos que a experimento científico se põe. O saber da ciência é a contradição do saber comum na medida em que nega a vivência vulgar com a natureza. Para Bachelard, a vulgaridade do conhecimento, que surge da interação imediata, é fonte dos modos de pensar que travam o desenvolvimento das ciências. Desobstruir a ciência é obrigação do laboratório quando nega aquilo que é óbvio no pensamento do experimentador e deixa sem correspondências científicas as imagens criadas pelos primeiros contatos.

Dessa obra, baseadas no estudo da história do pensamento científico e das práticas das salas de aula, resultam algumas classificações dos obstáculos epistemológicos. Essa investigação foi realizada sobre a análise de casos elementares de problemas físicos, químicos

⁵ As outras categorias bachelardianas apresentam como conceitos diretrizes as de Epistemologia Histórica, Objetividade, Problemática, Método Científico e Aplicação para a categoria de *Racionalismo Aplicado*; e para a categoria de *Materialismo Técnico*, são as de Instrumento de precisão, Cidade Científica e as questões relacionadas ao Determinismo.

e sobre suas explicações pré-científicas. Isto possibilita que o leitor, possuindo conhecimentos históricos iniciais em ciências naturais, consiga acompanhar os desdobramentos das argumentações de Bachelard na construção de ideias gerais a respeito da formação da mente científica e de seus contratempos psicológicos, ou seja, os obstáculos epistemológicos. Para tal, é necessária uma lente histórica para se compreender os erros da razão e os obstáculos do pensamento científico. Ou seja, é somente pelo viés da história das ciências que podemos avaliar, sob a luz da razão corrente, os erros do passado. E o ofício do historiador das ciências fica atrelado ao conhecimento da ciência que ele se propõe historicizar, posto que:

Se o historiador de uma ciência deve ser juiz dos valores de verdade referente a essa ciência, onde deverá aprender ele o seu ofício? A resposta não comporta dúvida: o historiador das ciências, para bem julgar o passado, deve conhecer o presente; ele deve aprender de melhor modo possível a ciência cuja história ele se propõe a escrever.

Na proporção mesmo que o historiador das ciências seja instruído na modernidade das ciências, ele extrairá matizes cada vez mais numerosos, cada vez mais sutis na historicidade das ciências.

A partir das verdades que a ciência atual tornou mais claras e mais bem coordenadas, o passado de verdade aparece mais claramente progressivo na medida em que próprio passado. Parece que a clara história das ciências não possa ser inteiramente contemporânea de seu transcurso. O drama das grandes descobertas acompanhamos o seu desenrolar na história tão mais facilmente quanto assistimos ao quinto ato. (BACHELARD, 1977, p. 186 – grifo nosso).

A escrita da história das ciências será conformada ao conhecimento que o historiador possui da ciência em sua atualidade, do domínio que ele tem de seus últimos avanços. O conhecimento íntimo e técnico das ciências é o que permite o historiador avaliar e apontar, em sua reconstrução histórica, os entes que representaram os embaraços do pensamento científico. Passando a um exemplo de forte significado histórico no entorno dessa discussão, podemos dizer que é somente pela Teoria da Gravitação, no contexto de seus conceitos na linguagem de sua matemática, que encontramos nas concepções de Nicolau Copérnico os obstáculos pelos quais passou o pensamento astronômico. Os fatores subjetivos que fizeram com que Copérnico se atentasse para a *necessidade* de reforma da astronomia de sua época reinaram de forma sutil nos escritos da Revolução Copernicana. Thomas Kuhn (1957) demonstra algumas dessas crenças que se encontram subjacentes ao heliocentrismo. O primeiro desses fatores que influenciaram Copérnico foi a concepção de que os movimentos dos corpos celestes, incluindo a Terra, por serem esferas, deveriam ser circulares. Ele instituiu uma relação causal que recebe seus suportes das influências clássicas e, por força da própria obra de Copérnico ou da ainda intensa influência do pensamento aristotélico, funda-se o paradigma da circularidade das órbitas

planetárias. Portanto, a circularidade das órbitas planetárias em torno do sol seria antes uma *necessidade harmônica e estética* que uma imposição estritamente astronômica:

Em primeiro lugar, devemos observar que o universo é esférico. E isso porque é essa a figura mais perfeita, não sendo articulada, mas um todo completo em si próprio; ou porque é a mais espaçosa e, portanto, a que melhor se adapta para ter de conter e preservar todas as coisas [de todos os sólidos com uma dada superfície, a esfera é a que tem o maior volume]; ou ainda porque todas as suas partes perfeitas, nomeadamente o Sol, a Lua e as estrelas assim são formadas; ou porque todas as coisas tendem a assumir essa forma, como se vê no caso das gotas de água e corpos líquidos em geral, se formando livremente. Ninguém duvida de que tal forma tenha sido atribuída aos corpos celestes. (COPÉRNICO apud KUHN, 1957, p. 162).

O segundo fator é a certeza de Copérnico de que os movimentos celestes seriam muito mais harmônicos que os apresentados no sistema ptolomaico; a falta de centralidade única dos movimentos ptolomaicos dos astros incomodava Copérnico. A esfericidade dos corpos celestes exigiria a circularidade de seus movimentos, a causa das órbitas circulares são a esfericidade e a harmonia universal requerida. Os epiciclos de Ptolomeu introduziriam uma desarmonia estética no sistema planetário que passaria a contramão das crenças copernicanas. Para ele, Ptolomeu não conseguira representar corretamente os movimentos dos planetas e outros elementos celestes.

Reparamos agora que o movimento dos corpos celestes é circular. A rotação é natural numa esfera e a sua forma é expressa por esse mesmo ato. Pois aqui tratamos do mais simples tipo de corpo, em que não se distinguem nem o princípio nem o fim, nem, se rodarem sempre no mesmo local, se podem distinguir um do outro. (...) No entanto, apesar dessas irregularidades, devemos concluir que os movimentos desses corpos são sempre circulares ou composto de círculos. Porque as próprias irregularidades estão sempre sujeitas a uma lei definida e ocorrem em alturas determinadas, e isto não podia acontecer se os movimentos não fossem circulares, pois só um círculo pode repor assim o lugar de um corpo onde estava. (COPÉRNICO apud KUHN, 1957, p. 164).

O conteúdo que se esconde por trás desses argumentos destoa da imagem revolucionária e cientificamente progressista de Copérnico, construída pela história das ciências mais tradicionais e imediatas. Os argumentos copernicanos são mais tendenciosos e influenciados por suas preferências harmônicas – são mais escolásticos – que o status que a Revolução Copernicana tem outorgado ao próprio Copérnico (KUHN, 1957). Os astrônomos copernicanos e heliocentristas admitiram a validade dessa relação causal e empenharam em escrever um sistema planetário que a preservasse. É somente com Kepler que as órbitas deixam de ter a

necessidade de circularidade, mudança que foi acompanhada pelos dados astronômicos de Brahe.⁶ (MOURÃO, 2003).

Contudo, não podemos negar, caso façamos o exercício quase antropológico que exige a investigação das ideias históricas, que existe uma razoabilidade atrativa em pensar como Copérnico. Ele fez assentar seu paradigma em outro preexistente. O universo aristotélico era dominante na Astronomia e na Cosmologia ocidental. A estranheza dessas ideias que inauguraram a Revolução Copernicana, mesmo as que partiram de Kepler, surge no quinto ato do decorrer histórico da astronomia, quando os planetas e outros corpos celestes passam a obedecer a mesma física dos corpos sublunares: a mecânica newtoniana.

O heliocentrismo que se desenvolve após os trabalhos de Kepler, de uma evolução matemática e observacional da proposta de Copérnico, encontra toda sua justificativa e coerência quando Newton aplica as mesmas leis físicas válidas para objetos mundanos aos corpos celestes. É verdade que, anteriormente, ele estabelece algo que não havia sido feito antes, uma relação de força entre esses corpos. Mas essa força⁷, mesmo tendo o estatuto de uma ação à distância, fornece aos corpos celestes um movimento que se deixa equacionar pela mesma Física que descreve o movimento dos objetos cotidianos. É nela que vemos as relações entre energias e campo gravitacional que determinam os formatos das trajetórias dos corpos em órbita. No caso dos planetas que orbitam o Sol, podemos retirar das leis newtonianas as Leis de Kepler. Poderíamos ir mais além, mostrando que em certas condições físicas um satélite pode orbitar um corpo com trajetórias circulares e rapidez constante, tal como as propostas por Copérnico (YOUNG; FREEDMAN, 2003).

Com efeito, só podemos aquilatar o valor das concepções dos astrônomos copernicanos e o quanto elas ancoraram o desenvolvimento da astronomia quando temos a compreensão científica das órbitas de Newton, “porque é só com as luzes atuais que podemos julgar com plenitude os erros do passado espiritual” (BACHELARD, 1996, p 22). A circularidade não é vetada ao sistema planetário, mas pressupô-la como regra que emana das características dos corpos celestes foi um contra pensamento da astronomia. As formas das órbitas são resultados de relações físicas mais complexas.

⁶ Kepler se insere no pitagorismo ao pressupor que as regularidades orbitais se expressam em linguagem matemática e em formas geométricas, transitando por outras preferências metafísicas. Ao herdar de Tycho Brahe os dados de suas observações astronômicas, Kepler se vê com dados suficientes para formular matematicamente as leis dos movimentos planetários.

⁷ A famosa Lei da Gravitação de Newton pode ser expressa pela proporcionalidade entre a Força Gravitacional e o produto das massas dos corpos envolvidos; e a inversa proporcionalidade entre ela e o quadrado da distância que separa os corpos. Matematicamente, escrevemos $\mathbf{F} = [G m_1 * m_2] / D^2 * \mathbf{r}$.

Portanto, o trabalho de avaliação de uma ideia na história de uma ciência requer que tenhamos o conhecimento das soluções atuais para um dado problema. E o valor dessas soluções ficará ligado à comparação entre atualidade e passado. **É neste sentido que compreendemos que o historiador das ciências, para bem julgar o passado, deve conhecer o presente; ele deve aprender de melhor modo possível a ciência cuja história ele se propõe a escrever.**

É essa noção do vislumbre histórico das ciências que permite Bachelard colocar a questão das condições psicológicas do desenvolvimento científico, chegando a conclusão de que é em termos de obstáculos que esse problema deve ser tratado. **É conveniente notar que a noção de obstáculos epistemológicos para Bachelard pode ser encontrada em dois contextos diferentes e “(...) pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação”** (BACHELARD, 1996, p. 21). Nossa intenção, nesse trabalho, é de abordar de certa forma os dois contextos, porque ao indicarmos que as apropriações interepistêmicas dependem das traduções vulgares feitas a partir das teorias físicas estaremos nos posicionando no segundo contexto. Porém, ao olharmos para as ciências ou para os pensadores que realizam as apropriações, estaremos no local do pensamento das áreas científicas em desenvolvimento. Assim, para os propósitos desse trabalho, e considerando nossos objetos de investigação, atuaremos em ambos os contextos de existência e surgimento dos obstáculos epistemológicos.

Para que esta noção possa ser evidente e para que tais obstáculos sejam temas chaves para realizar o que Bachelard denomina *psicanálise do conhecimento científico*, este estudo deve buscar as condições psicológicas desse desenvolvimento. Somente com esse intuito que se começa a delinear os diferentes tipos de obstáculos, que se caracterizam por serem internos ao pensamento científico em construção. Portanto, o problema **das condições psicológicas do desenvolvimento do pensamento científico**, Bachelard (1996) afirma que:

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentsões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércias às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 1996, p. 17).

Eles são, assim, uma noção que se encontra na intersecção entre epistemologia e psicanálise, noção *construída* para salientar os problemas na produção do conhecimento

objetivo, como os “retardos” e “perturbações” (JAPIASSÚ, 1976). Há a necessidade aqui de destacarmos o significado da palavra “construída” para a passagem que acabamos de citar. E ela remete ao poder das conceituações na construção do conhecimento de qualquer área. Porque poderíamos pensar na existência em si de diversos conceitos aos quais recorrem às ciências, mesmo as ciências naturais: o de *calor*, para citar um de nosso domínio. Conceito historicamente reformado, que passa por um processo de reconstrução de seu significado ao longo da história da termodinâmica. Parte do substancialismo materialista presente no conceito de calórico – que foi paradigma das pesquisas de cientistas ao longo de séculos – para desembocar em uma abstração de segundo nível: *o fluxo de energia devido a um gradiente de temperatura*. Vejamos que essa conceituação atual de calor contém dois outros entes abstratos, temperatura e energia. E justamente por isso é um conceito de segundo nível de abstração.

Todavia, seria possível darmos resposta positiva ao questionamento sobre a existência do *calor* em si? A resposta positiva a essa questão nos remeteria aos níveis iniciais da história da termodinâmica, deixando para trás o significado atual de relação física abstrata entre conceitos. Contudo, seria pensável uma termodinâmica que prescindisse desse conceito? Essa termodinâmica equivaleria à que conhecemos? É imperativo, portanto, assumirmos que o pensamento termodinâmico se ergue sobre *o poder de um conceito*. Que é sobre a delimitação imposta por uma *definição* que se constrói a termodinâmica atual.

Cremos que somente se pensa no manuseio dos conceitos, sendo que as amarras dos pensamentos são as definições rigorosas do próprio daquilo que se pretende pensar. A realidade, seja ela das humanidades ou da natureza física das coisas, requer uma organização, uma ordenação, para ser pensada. Os conceitos não estão presentes nas coisas, na realidade externa ao investigador. São, antes de qualquer coisa, da ordem do construído, tal como toda a ciência.

É o conceito de obstáculo, construído no estudo histórico do pensamento das ciências e delimitado por Bachelard, que permite o que ele mesmo propõe: realizar um estudo das condições psicológicas do progresso científico. Por sua vez, para Bachelard, esses obstáculos têm sua realidade fundada na *opinião*, porque “a ciência, tanto por sua necessidade de coroamento como por princípio, opõe-se absolutamente à opinião. (...) A opinião pensa mal; não pensa: traduz necessidades em conhecimento” (BACHELARD, 1976, p.18). Em dois momentos podem surgir obstáculos ao desenvolvimento do Espírito Científico: no ato mesmo da criação, como uma miragem que toma a primeira visão da paisagem, ou como um contra pensamento posterior, em suas etapas ulteriores (JAPIASSÚ, 1976). Abordaremos nas partes finais de nosso trabalho o surgimento de obstáculos nos campos de conhecimentos em andamento, em etapas em que eles criam um contra pensamento.

Como antecipado nos momentos iniciais dessa seção, devemos deixar nossa sistematização panorâmica sobre nosso assunto e partir para as especificações que nos compete fazer devido às necessidades de nossas discussões. Tentaremos responder às questões sobre o que são os obstáculos, o que eles representam.

Agora, nos impomos naturalmente a mais concreta das questões: *quais são eles?*

Abordaremos o primeiro tema de Bachelard, o contato inicial do sujeito com o objeto, suas primeiras impressões no espírito científico em formação. O primeiro obstáculo, portanto, é análogo à primeira visão de uma paisagem distante, sujeita às marcas das miragens e das imaginações daquele que observa. Bachelard denomina esse primeiro momento de *experiência primeira*. É na experiência inicial com o objeto na qual surgem as mais diversas situações e por onde a razão se envereda pelos caminhos mais tortuosos para criar as explicações. Geralmente, é sobre as estruturas que já existem na mente que se formam as primeiras explicações dos fenômenos. Por isso, as primeiras teorias se valem das analogias com aquilo que já se conhece; se valem das metáforas para construir caminhos de explicações. No meio desse processo, a linguagem se encontra exercendo um papel primordial através do valor das palavras e de seu poder em induzir imagens e pensamentos. **O verbalismo é um dos pilares dos obstáculos epistemológicos.**

O combate de Bachelard às ideias produzidas pelas primeiras vivências empíricas é o principal dos obstáculos epistemológicos e que deve ser combatido. Essa diligência contra as primeiras intuições se alicerça na concepção de que o Espírito Científico se forma apesar do imediato que advém da vivência inicial, da lida direta, com o objeto. Portanto, não é possível conhecer de imediato numa primeira apreensão do objeto pela mente. Que esse primeiro contato é antes um conhecimento falso e que deve ser negado e suplantado. A tese é a de que: “(...) o espírito científico deve se formar contra a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da Natureza, contra o arrebatamento natural e o fato colorido e corriqueiro. O espírito científico deve formar-se enquanto se reforma.” (BACHELARD, 1996. p. 29).

A questão que surge daí é que, para Bachelard (1996), os conhecimentos das experiências primeiras vêm carregados de imagens e impregnados das fantasias utilizadas para complementar as primeiras tentativas de se conhecer os objetos. É a noção de descoberta que melhor explica essa fascinação. Quando se descobre algo, se descobre algo oculto e, portanto, ainda é tema da curiosidade. Quando algo se deixa desvelar, têm-se desnuda toda gama de seus segredos. E esses segredos não podem deixar de ser tema de interesse curioso, não pode deixar de causar algum fascínio. Quando a experiência inicial com o objeto é tomada como descoberta,

é o fascínio que primeiramente toca a razão. Mostraremos como esse tipo de fascínio pode levar às apropriações interepistêmicas a partir da Física Contemporânea.

Assim, para dar as satisfações iniciais ao intelecto, nesse primeiro momento fascinante, é conveniente valer-se de analogias e metáforas que ordenem e deem significados aos fenômenos. Bachelard alerta para esse mecanismo de criação de compreensões, para a automatização das explicações a partir daquilo que temos de mais concreto. **As imagens, elementos presentes nas primeiras analogias e metáforas, ocupam o espírito porque fornecem a sensação de compreensão.** Essa compreensão nem sempre se torna estéril, mas oferece o ensejo de propagação no pensamento. Pode, por vezes, se difundir e dar origem a outras deduções e inferências. Assim, “o perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem”. (BACHELARD, 1996, p. 101).

Parece inevitável, portanto, que, sem os trâmites possibilitados pela dialética entre o pensamento e a experiência, as primeiras experiências não resultem em racionalizações objetivas. Estas sempre se formam em cima de solos epistemológicos dubitáveis, carregadas das marcas analógicas e metafóricas.

Nessas primeiras descrições da experiência, a linguagem vulgar e cotidiana exerce um papel importante na constituição das ideias iniciais. Longe ainda da especificidade das linguagens das ciências atuais, as primeiras descrições usam das linguagens correntes e cotidianas para a expressão dos fenômenos. Isso leva os fenômenos ao nível do senso comum. Leva a ciência, destituída da especificidade necessária, à ciência de fácil absorção. A linguagem adotada, portanto, está marcada pelos usos corriqueiros e vulgares. Por consequência, a experiência primeira fala sempre diretamente ao senso comum, uma vez que impressiona os sentidos e requer uma apreensão dos fenômenos de forma instantânea. É na origem das imagens que as metáforas se fazem necessárias e as analogias se tornam argumentos e explicações. Posteriormente retornaremos à abordagem da questão das primeiras experiências e seus traços mais íntimos quando nos propusermos a tecer um paralelo entre elas e os impulsos das apropriações interepistêmicas. Nossa afirmação será a de que essas apropriações equivalem ao obstáculo, pois se firmam nas traduções analógicas e metafóricas das teorias da Física. Argumentaremos que, no caso da Física Contemporânea, é justamente na tentativa de sua tradução para a linguagem vulgar que vemos renascer as analogias e metáforas. Tentaremos mostrar que, quando se destitui a Matemática de seu lugar nas teorias da Física Contemporânea,

surgem novamente no seio da linguagem não especializada o verbalismo de forma crua e simples.

Outro aspecto que nos servirá de apoio em nossa pesquisa sobre o renascimento dos obstáculos epistemológicos é a tendência sempre presente nas atividades das ciências em desenvolvimento das *generalizações do conhecimento produzido em alguma área*. Essa tendência é baseada numa crença, situada na base epistemológica do pensamento, de que o conhecimento que vale para um conjunto de fenômenos também vale para quaisquer outros conjuntos. O que equivale dizer que existe uma crença na unidade da natureza que é tomada como sendo uma Natureza comum, englobando todos os temas e objetos das ciências. Essa crença não se expressa apenas na forma de supervalidação das teorias e conhecimentos de uma ciência, bem como pode ser mostrada também que existe uma cadeia de determinismos interruptos entre objetos distintos. Ou seja, um acontecimento teórico sobre um determinado objeto deve repercutir sem restrições entre os mais distintos conjuntos de objetos e fenômenos.

Para Bachelard, essa tendência é sempre um erro, pois as ciências se desenvolvem em racionalismos mais ou menos particulares, conforme seus estados de avanço frente a seus objetos. Contudo, não é incomum vermos os pesquisadores dessas áreas partindo da crença de que é possível descrever o mundo por meio de um conhecimento que seja único, de um conhecimento que se traduza na coerência e correspondência simples entre todas as coisas possíveis (BULCÃO, 2009). O desenvolvimento das ciências, em toda sua capacidade de abordar a realidade objetiva da natureza, depende da superação dessa crença na totalidade possível do conhecimento. Pois, no contexto da produção do conhecimento:

Para o espírito pré-científico, a unidade é um princípio sempre desejado, sempre realizado sem esforço. Para tal, basta uma maiúscula. As diversas atividades naturais tornam-se assim manifestações variadas de uma só e única Natureza. (BACHELARD, 1996, p. 107).

Dessa crença generalizante do conhecimento científico nasce um critério de validade próprio do conhecimento produzido. Não se pergunta sobre a validade dela, mas a toma como modo de teorizar. Neste caso, os conhecimentos produzidos em uma área ou anteriormente validados devem ser sempre pontos de partida para ampliação de si mesmos em outros campos. A atividade experimental ou a vivência empírica perdem, portanto, seus caracteres de polo dialético. Estas passam a ser julgadas pela crença, não mais são julgadoras dos conhecimentos produzidos. Pois, no nascimento do espírito científico:

Não é concebível que a experiência se contradiga, ou seja, compartimentada. O que é verdadeiro para o grande deve ser verdadeiro para o pequeno, e vice-versa. À mínima dualidade, desconfia-se de erro. Essa unidade traz uma multidão de falsos problemas. (BACHELARD, 1996, p. 107).

Claro, é em contraposição entre a ciência clássica e a contemporânea que Bachelard constrói seus pensamentos, mostrando que existiam os erros que tiveram de ser superados para que se estabelecesse o pensamento atual. E é no pensamento clássico que encontramos a antítese da noção de racionalidades regionais e da noção de objetos construídos. A cosmologia aristotélica, a que unia de forma coesa tanto os movimentos dos astros quanto os movimentos dos objetos terrestres em uma cadeia lógica de pensamento, é um paradigma fundador dessa crença. Fazendo a Terra e os astros obedecerem a um mesmo conjunto harmônico de leis, sendo que estas últimas seriam a tradução abstrata da percepção primitiva; a mundividência de Aristóteles dá conta dessa Unidade.

Sobre a dissensão histórica entre Galileu e as leis aristotélicas do movimento dos corpos, especificamente a que versa sobre a velocidade dos corpos em queda, Kuhn demonstra o quão forte é a coerência e a coesão da Física clássica. Para a ciência Moderna, os corpos caem juntos independentemente do peso de seu concorrente. Assim:

A ciência moderna, nesta interpretação dominante, começou quando Galileu rejeitou os textos em favor de experiências e observou que dois corpos de peso desigual, largados do topo da Torre de Pisa atingiam o chão simultaneamente. Hoje, qualquer miúdo da escola sabe que um corpo pesado e um corpo leve caem juntos. Mas o miúdo está errado, assim como esta história também está. No mundo de todos os dias, como Aristóteles viu, os corpos pesados caem mais depressa que os leves. Essa é a percepção primitiva. A lei de Galileu é mais útil para a ciência do que a de Aristóteles, não porque represente mais perfeitamente a experiência, mas porque vai para além da regularidade superficial revelada pelos sentidos, até a um aspecto do movimento, mais essencial, embora escondido. (...) O próprio Galileu não obteve a lei pela observação, pelo menos de novas observações, mas de encadeamento de argumentos lógicos (...). Provavelmente não fez a experiência na Torre de Pisa. Ela foi executada por um de seus críticos e o resultado apoiou Aristóteles. O corpo mais pesado chegou primeiro. (KUHN, 1957, p. 112).

Poderíamos dizer, portanto, que é na destruição dessa coerência que se constrói o que denominamos de ciência moderna. E por uma ruptura ainda mais intensa que se ergue a ciência contemporânea. Não existe na modernidade da Física – menos ainda na contemporaneidade – uma unidade ou uma visão generalizada que ligue os movimentos dos corpos com a geometria universal. Se os corpos mais pesados caem com a mesma rapidez que um mais leve – e isso nos é oferecido como argumento científico, pois é supostamente baseado na experiência – devemos notar cuidadosamente que isto é também uma *incoerência* com o unitarismo de Aristóteles que

advém da formação de um outro Espírito. Um espírito científico que rejeita a *Unidade* das coisas. **Denominaremos de *a crença numa natureza única e as tendências às generalizações* esse renascimento de tal obstáculo epistemológico nas apropriações interepistêmicas.** Tentaremos demonstrar que ela ainda subsiste no pensamento que leva às apropriações interepistêmicas.

Não faremos exposições mais exemplificativas neste tópico de nosso trabalho porque achamos que será de maior valia quando as fizermos em forma de paralelo com a análise das apropriações interepistêmicas, mostrando como os obstáculos renascem nessas atividades. Retomaremos essas explicações de forma mais aplicada a nossa tese, o que nos fará compreender melhor os obstáculos epistemológicos e seu renascimento nas produções interepistêmicas. Assim, argumentaremos que esses dois obstáculos epistemológicos ainda subsistem nas bases epistemológicas de algumas produções acadêmicas. Será nesse contexto que discutiremos exemplos não apenas das apropriações, mas também dos obstáculos que elas representam.

3 PREÂMBULO DA TESE: A CARACTERIZAÇÃO DE UM NOVO ASPECTO EPISTEMOLÓGICO DOS ELEMENTOS DA FÍSICA CONTEMPORÂNEA

Para melhor embasarmos nossas argumentações contra as concepções realistas a respeito dos elementos pertencentes à Física contemporânea, nessa parte de nosso trabalho, vamos tentar evidenciar um aspecto epistemológico desses elementos, um aspecto ligado a suas características formativas. Falaremos sobre uma criação guiada pela necessidade levantada por problemas específicos da Física e construída sobre os alicerces da Matemática. Essa caracterização será compilada por nós em torno do termo de *produção epistêmica* da Física Contemporânea. A intenção é a de que, ao evocarmos esse termo posteriormente em nossas argumentações, possamos nos referir a toda uma trama complexa do caráter formativo desses elementos e que isso possa se contrapor ao pensamento realista de forma mais massiva e concreta.

Vamos tratar da história do nascimento dos elementos da Física e argumentar que, antes de ser um pensamento direto sobre a realidade, eles são respostas a problemas formulados no seio da Física. A preocupação com a realidade no pensamento científico é trocada pela preocupação com a resolução dos problemas que permanecem abertos. Em seguida, notaremos como as produções da Física contemporânea são dependentes da Matemática para sua formação e argumentaremos que somente é possível captar o real e fiel significado dessas produções quando se compreende a linguagem matemática na qual elas são construídas. Isso se traduz em uma impossibilidade de tradução do matemático para a linguagem ordinária. Essa caracterização tentará mostrar que as produções da Física contemporânea não podem ser tomadas como uma fotografia da realidade física, tal como o realismo o faz.

3.1 O Âmbito Epistêmico de Criação dos Elementos da Física contemporânea e suas Faces: os Problemas Íntimos e a Matemática

Afirmar que os objetos da Física contemporânea são criações apenas ressalta aquilo que a afirmação encerra: que não se encontra objetivamente como dado aquilo que se tem como objetos físicos; ou seja, o objeto da Física não é exatamente o mundo, mas um mundo que a partir dele mesmo é criado. Eis a tese bachelardiana em postura conciliatória entre nossa forte

impressão de uma objetividade absoluta da Física e as estranhezas dos processos históricos de criação dos elementos da Física contemporânea em sua dialética com os fenômenos. Mas compreender a gênese desses elementos, como já afirmamos, é apenas a compreensão de sua origem. Dela podemos apenas refutar as noções de objeto dado, encontrado, e de descobertas no meio das atividades da Física Contemporânea.

Posto isso, poderíamos nos questionar quais são as condições de geração desses elementos, quais os contornos constitutivos dos elementos da Física Contemporânea, quais são suas causas e quais são suas características. A essas condições, causas e características de produção nominaremos de seu “*âmbito epistêmico de criação*”. É no processo de construirmos esse conceito que poderemos responder quais são as causas e características dos elementos constituídos no interior da Física contemporânea. É no exercício de criação dos objetos de nosso próprio trabalho que recairemos em uma quase intertextualidade com a história da Física: criaremos um elemento para mostrar como a Física lega as suas criações as particularidades que lhe pertence.

Adiantaremos, contudo, nossa intenção em criar tal “*âmbito*”: com ele poderemos argumentar mais enfaticamente a impropriedade das apropriações interepistêmicas a partir da Física; conseguiremos mostrar que elas se sustentam em elementos descontextualizados das necessidades de suas criações e da linguagem em que se expressam. Veremos, em passagens posteriores, que recorreremos aos argumentos de que as apropriações interepistêmicas desprezam o *âmbito epistêmico de criações* dos elementos da Física contemporânea e que, se assim procedem, não é por outra razão senão a de uma interpretação realista ingênua dos elementos da Física. Pois somente é possível uma interpretação tal como a do realista ingênuo, ou do realismo simplório, quando não se tem a consciência das vicissitudes dos processos de criação dos elementos da Física. A crença numa realidade literal desses elementos e de uma natureza única induz às ideias apropriacionistas. A consequência é justamente a tese que defendemos: um renascimento dos obstáculos epistemológicos bachelardianos no interior das apropriações.

Serão duas as faces que proporemos para o âmbito de criação desses elementos da Física: as problemáticas íntimas da Física – analisadas em seus momentos de vanguardas – e a atuação da Matemática que estrutura e orienta a investigação física, além de criar “novos” elementos. Delas já comentamos nas sessões anteriores, porém, queremos esmiuçar de forma mais razoável cada uma dessas faces mostrando quais são seus significados. Como a discussão é imprescindivelmente histórica não podemos desvincular dela a necessidade de nos imergirmos

nos problemas tais como formulados em suas épocas. Somente assim poderemos ter consciência do valor real de suas soluções.

Como estratégia de argumentação, analisaremos umas das passagens mais interessantes para se compreender o nascimento da antiga Física quântica, a transição entre o modelo de Rutherford para o de Bohr, com intuito de mostrar a natureza dos problemas íntimos da Física e de suas soluções. Para a face da Matemática nas construções físicas, nos guiaremos novamente pelos escritos de Bachelard, nos quais ele detalha o papel matemático na criação de um novo espírito da ciência contemporânea. Daremos nossa contribuição ao tema mostrando também os diversos papéis que, em nossa opinião, a Matemática pode realizar em sua atuação da Física.

Repetiremos: nossa intenção é de, ao observarmos esses dois aspectos da dinâmica criacionista da Física Contemporânea, possamos exorcizar de nossas mentes a convicção de que seus elementos são descrições da existência do mundo material. E esse exorcismo será por meio da compreensão dos papéis da Matemática e de seus reais significados no contexto de sua aplicação na Física e pela compreensão das soluções dadas aos problemas impostos pelo avanço das pesquisas físicas. É o exorcismo da postura de crer ingenuamente em uma existência literal dos elementos Físicos. Cremos que, diante dos argumentos relacionados aos problemas e as funções da Matemática, fica impossível a sustentação do realismo, pois se mostra mais facilmente que o compromisso da Física contemporânea é mais intensamente com eles que com uma *realidade física* pressuposta.

Passemos, portanto, após essa introdução, as nossas argumentações em busca desse exorcismo que pretendemos com essa parte de nosso trabalho. E de partida, já enfrentamos um problema. Pois insurge contra nosso pensamento uma dualidade que poderá causar dúvidas ou confusão em nossas argumentações posteriores: a diferença entre a concepção de existência de um mundo externo a mente – seja ela material ou não – e o realismo ingênuo dos elementos da Física. A primeira concepção (ao menos para os que não se encontram dentre aqueles que pensam um idealismo tal como o termo sugere literalmente) se difere da segunda por ter outra força bem diferente de uma crença: ela é uma concepção quase irrefutável a partir da vivência prática do mundo (e estamos aqui saltando toda uma dissensão filosófica sobre o tema em prol de uma simplicidade na diferenciação entre as duas posturas). Em nossa opinião, é a concepção mais primitiva do pensamento humano que jura e reitera que *as coisas existem*. Essa concepção tão primitiva pode ser questionada somente na história do pensamento filosófico por uma abstração colossal.

Portanto, é de uma simplicidade gigantesca o existencialismo físico em sua afirmação mais básica. E é dela mesma que a Física, em sua cultura, está prenha de forma inexorável.

Como poderia o físico questionar a existência das “coisas”? Como poderia a Física se basear na afirmação contrária? Para a cultura da Física, a sensação da existência de um mundo externo à mente daquele que pensa a matéria entranha-se da mesma forma que o personagem de Sartre se vê dominado pelo que ele mesmo nomeia de Náusea:

É então isto a Náusea, esta ofuscante evidência? As voltas que dei à cabeça. Tanto que escrevi acerca dela! Agora sei: existo – o mundo existe – e sei que o mundo existe. É tudo. Mas é-me indiferente. É estranho que tudo me seja indiferente: mete-me medo que assim seja. Foi a partir do célebre dia em que quis fazer ricochete com uma pedra na água. Ia lançá-la, olhei para ela, e foi então que tudo começou: senti que a pedra existia. (...)

(A existência) Perdera o seu aspecto inofensivo de categoria abstrata: era a própria massa das coisas; aquela raiz estava amassada em existência. Ou antes, a raiz, o gradeamento do jardim, o banco, a relva rala do tabuleiro, tudo se tinha evaporado: a diversidade das coisas, a sua individualidade, já não era mais que uma aparência, um verniz. Esse verniz derreteria-se; restavam massas monstruosas e moles, em desordem, nuas, numa medonha e obscena nudez. (SARTRE, 2016, p. 165-171).

Portanto, embora o físico esteja convicto da existência das coisas, ela não lhe causa uma sensação nauseante. Pelo contrário: é dela que haure as certezas necessárias ao seu pensamento, é dessa certeza que ele baseia seus questionamentos. É interessante notar como as “coisas”, no trabalho do físico, tornam-se essa *evidência ofuscante* – a que se refere Sartre – de uma existência, uma presença irrevogável ao lado da mente, perante a mente. A mais forte dessas evidências de sua existência é a própria resistência que as “coisas” oferecem ao seu conhecimento: é no próprio trabalho e dispêndio de energia na busca do conhecimento que o físico não se deixa questionar sobre a existência de um mundo externo. É a resistência que as coisas oferecem ao serem examinadas pelo pesquisador que garante tacitamente que o mundo não é, em sua totalidade, uma função da mente.

Sem dúvida, o mundo costuma resistir, o mundo resiste sempre, e é preciso que o esforço matematizante se corrija, se amolde, se retifique. Mas ele se retifica enrijecendo-se. De repente, a eficácia do esforço matematizante é tal que o real se cristaliza nos eixos oferecidos pelo pensamento humano: novos fenômenos se produzem. (BACHELARD, 1996, p. 305).

Se existe o esforço para o matematizar o mundo, na tentativa de vencer sua resistência a deixar-se conhecer, é porque o mundo *é* algo, ele *existe*. Qualquer tentativa de conhecer o mundo é, ao menos para a Física Contemporânea, um trabalho de penetração pela razão, pelo pensamento. Nunca é imediatamente pelos sentidos numa experiência inicial. A garantia dessa existência não poderia ser a imediata constatação dos sentidos, facilmente questionável por muitos argumentos.

Descartes (2011) considera, em seu método, mais difícil o alcance do conhecimento dos corpos que o conhecimento da alma, mostrando como a cera se torna para ele um símbolo da fugacidade das propriedades da matéria captadas pelos sentidos humanos:

Tomemos, por exemplo, este pedaço de cera que acaba de ser tirado da colméia: ele não perdeu ainda a doçura do mel que continha, retém ainda algo do odor das flores de que foi recolhido; sua cor, sua figura, sua grandeza, são patentes; é duro, é frio, tocamos-lo e, se nele batermos, produzirá algum som. Enfim, todas as coisas que podem distintamente fazer conhecer um corpo encontram-se neste. Mas eis que, enquanto falo, é aproximado do fogo: o que nele restava de sabor exala-se, o odor se esvai, sua cor se modifica, sua figura se altera, sua grandeza aumenta, ele torna-se líquido, esquenta-se, mal o podemos tocar e, embora nele batamos, nenhum som produzirá. A mesma cera permanece após essa modificação? Cumpre confessar que permanece: e ninguém o pode negar. O que é, pois, que se conhecia deste pedaço de cera com tanta distinção? Certamente não pode ser nada de tudo o que notei nela por intermédio dos sentidos, posto que todas as coisas que se apresentavam ao paladar, ao olfato, ou à visão, ou ao tato, ou à audição, encontram-se mudadas e, no entanto, a mesma cera permanece. (DESCARTES, 2011, p. 49-50).

A existência da cera não é aqui posta em questão mesmo que suas propriedades materiais sejam mutáveis. É posto em questão o fundamento da certeza da identidade da cera apesar da volatilidade da leitura dos sentidos: o cartesianismo encontra na razão essas raízes. Contudo, a ciência contemporânea é pressupostamente existencialista no sentido que o Físico *sente* a existência dos corpos na sua lida com a construção do conhecimento. No processo de objetivação da cera cartesiana, no processo de construção do conhecimento, uma luta intelectual é o pedágio a ser pago:

Vejam, portanto a ciência contemporânea na sua tarefa de objetivação progressiva. O físico não toma a cera que acaba de ser trazida da colméia, mas numa cera tão pura quanto possível, quimicamente bem definida, isolada ao termo de uma longa série de manipulações metódicas. A cera escolhida é, pois, de algum modo um momento preciso do método de objetivação. Nada reteve do odor das flores de que foi recolhida, mas traz em si a prova dos cuidados que a depuraram. Ela é, por assim dizer, realizada pela experiência artificial. Sem a experiência artificial, uma tal cera - sob a sua forma pura que não é a sua forma natural - não viria à existência. (...)
Para estudar a superfície da cera, dirige-se sobre a gota um feixe de raios X bem monocromáticos, seguindo também aqui uma técnica muito precisa e deixando evidentemente de lado todo o recurso à luz branca natural que as idades pré-científicas apresentavam como natureza simples (...) (BACHELARD, 1968, p. 144-145).

A arte se antecipa ao pensamento filosófico mais hermético, traduzindo em diálogos sertanejos o caminho que segue a via epistemológica do conhecimento humano: *a existência das coisas precede ao conhecimento que sobre elas é construído*. Embora a construção do conhecimento não se dê de forma reta ao longo desse caminho epistemológico, posto que seja um caminho dialético tortuoso, a lição que podemos tirar é justamente a de que o objeto que a

mão toca, simplesmente, existe. E se é a respeito de coisas existentes que o conhecimento fala, então é a mão que ensina a cabeça:

Aliás, sabe o porquê que o homem pensa? Hum?! Pensa porque tem mãos! Que o moço acha disso? Se ocê usasse melhor suas mãos, saberia que isso é verdade. As mãos, quando trabalham bem, moço, fazem coisas que desafiam nossas cabeças. Entende? Olhe, desde menino, só de olhar uma máquina, era capaz de fazer outra iguar, peça por peça, mesmo sem saber como ela funcionava. Como que eu fazia isso? Quer saber como que eu fazia? Eu ia montando... e as mãos iam sentido os encaixe, adivinhando os ajuste, e ensinava a cabeça o segredo de seu funcionamento. Ouviu? Entendeu agora? (KENOMA, 1998).

Não é, portanto, de uma dúvida da existência das coisas que parte o trabalho do físico, não é função dele o descobrir a existência das coisas. Mas ele parte de um pressuposto inicial da existência de um mundo material fora da mente que pensa. Aliás, nem pretendemos aqui esgotar um assunto tão profundo quanto o embate entre a existência ou não das coisas e a versão de um idealismo restrito. Estamos apenas nos posicionando e mostrando como, para nós, a cultura da Física se inicia na crença quase irrefutável da existência do mundo, embora isso não constitua argumento definitivo e com valor de prova para nossa posição. Estamos aqui escrevendo essas páginas por uma exigência formal de mostrar nossas bases de pensamento, mas também para indicar a diferença entre a noção de existência das coisas e a concepção de um realismo literal e ingênuo dos elementos construídos pela Física Contemporânea.

Passemos, então, à definição do que estamos chamando de realismo ingênuo para que possamos diferenciá-lo do pressuposto existencialista do mundo.

O realismo ingênuo e literal em torno dos elementos da Física contemporânea é uma crença historicamente cega de que esses elementos existem tais como se apresentam através dos próprios elementos. De que os elementos são uma descrição do existente, de que há uma correlação entre elementos físicos e coisas existentes. E que essa correlação é um espelhamento direto. Por isso mesmo, um realismo ingênuo representa, em nosso contexto, a crença na existência dos elementos da Física Contemporânea. Para tal realismo, os modelos Físicos perdem o caráter de modelo e ganham o estatuto de *fotografia* realística. As teorias se tornam não apenas válidas para aplicação a seus objetos, mas também a qualquer outro dado que ela expressa a dinâmica das coisas que existem.⁸ O realista ingênuo, portanto, é crédulo no poder

⁸ Posteriormente, mostraremos como o realismo ingênuo somado à crença de uma única Natureza das coisas causa o renascimento dos obstáculos epistemológicos nas apropriações interepistêmicas.

de *fotografar* que a Física possui e não leva em consideração o que já expusemos, a saber, que a Física formula seus elementos a partir de um objeto que é criado.

Mas não nos apressemos em pensar o realista ingênuo como um ser ingênuo e descapacitado. O realismo ingênuo nasce graças ao desenvolvimento excepcional da ciência, e não apesar dela. Aliás, é contra todo esse imponente castelo de evidências de que os elementos da ciência existem que impomos uma concepção que não tem suas bases realistas. Quando, em nossa sociedade, olhamos para as coisas e para os construtos da ciência, não podemos negar que eles são tão firmemente correlatos entre si, tão coerentes, a ponto de nos fazer pensar que seria loucura negar a existência do que a ciência relata como seus elementos. Isto é, o sucesso que a ciência obteve ao pensar o existente é tão grande, as coisas do mundo são tão bem descritas, controladas e previstas pelas coisas das ciências, que quando pensamos na justeza dessa relação, o nosso primeiro ímpeto é de atribuir realidade às coisas produzidas pelo espírito humano. É interessante pensar que, ao menos no caso da Física, a alma da ciência se constitui numa relação íntima entre a ciência e as coisas existentes a que ela representa. A alma da ciência é o resultado da atividade racional da construção do conhecimento científico que, por via de regra racional, determina que o sucesso da teoria será a sua estreita relação com o existente, com os fenômenos. Assim, quando se mira o mundo, quando se olha as coisas do mundo, a mente que conhece as ciências se vê fortemente e logicamente tentada a procurar em todos os cantos as evidências do sucesso das ciências. E ela as encontra em abundância.

Não é exercício fácil negar a realidade dos elementos das ciências quando se observa este mesmo mundo que cabe exatamente nos quadros pintados pela alma das ciências. É nesse sentido que podemos falar de uma tendência quase inegável ao realismo desses elementos da Física e das ciências de forma geral. E é no ensejo dessa relação tão apertada entre os produtos das ciências e o mundo a qual eles se aplicam que a alma racional do conhecimento científico encontra lugar para encarnar no mundo; é nesse ensejo de ver o mundo por meio do sucesso das ciências que o abstrato das ideias científicas se concretiza na matéria, trazendo a vívida noção de uma existência dos abstratos construtos da ciência:

Procuro nas coisas vagas ciência
 Eu movo dezenas de músculos para sorrir
 Nos poros a contrair, nas pétalas do jasmim
 Com a brisa que vem roçar da outra margem do mar

Procuro na paisagem cadência
 Os átomos coreografam a grama do chão
 Na pele, braile pra ler na superfície de mim
 Milímetros de prazer, quilômetros de paixão

Vem pra esse mundo, Deus quer nascer
 Há algo invisível e encantado entre eu e você
 Vem pra esse mundo, Deus quer nascer
 Há algo invisível e encantado entre eu e você

E a alma aproveita pra ser a matéria e viver
 E a alma aproveita pra ser a matéria e viver
 (Alma e Matéria – Marisa Monte, 2002).

É interessante notar como a distinção entre as noções de existências das coisas e o realismo estrito dos elementos das ciências pode ser evidenciado pelo papel de uma representação geométrica simples em relação com o que Antoine Roquetin classifica como o *absurdo* da existência das coisas. No contexto específico, o absurdo da existência de uma raiz de árvore:

Evidentemente eu não sabia tudo, não assistira à germinação nem ao crescimento da árvore. Mas diante daquela grande pata rugosa, nem a ignorância nem o saber importavam: o mundo das explicações e das razões não é o da existência. Um círculo não é um absurdo, é perfeitamente explicável pela rotação de um segmento de reta em torno de uma de suas extremidades. Mas também um círculo não existe. A raiz ao contrário existia na medida em que eu não podia explicá-la. (SARTRE, 2016, p. 174).

Aqui a crença realista se expressa de outra forma. Enquanto Roquetin conclui que um círculo não é um absurdo à medida que se pode explicar, a raiz o é à medida que não pode ser explicada: *ela é o absurdo da existência*. Mesmo que tenhamos todas as teorias e modelos biológicos para o desenvolvimento da raiz, tais não existem, não pertencem, portanto ao universo das coisas existentes e absurdas. O realista ingênuo crê que os elementos da Física, especialmente os da Física contemporânea, existem e que fazem parte do universo absoluto das coisas existentes.

Essa crença a respeito da existência dos elementos da ciência não é algo inócuo, mas apresenta um risco para a mais correta compreensão da atividade da ciência. O realismo ingênuo é umas das noções que se apresentam como algo que deve ser revisto e excluído das noções de base de qualquer epistemologia. No entanto, não se pode trocar a noção de um realismo ingênuo, que se aferra à existência dos elementos científicos, por uma noção de que a ciência nada tem de ligação com o mundo, de que nada tem de objetivo e de comprometimento com o universo material. Mas antes, há de se fazer uma reflexão sobre qual o valor epistemológico da relação entre teoria (ciência) e o universo existente (realidade).

O segundo ponto é que a ingênua ideia de que o conhecimento científico é um puro reflexo do real precisa ser completamente destruída: ele é uma atividade construída com todos os ingredientes da atividade humana. Todavia, apesar disso comporta uma

dimensão objetiva fundamental. O que isso significa? Isso quer dizer que a realidade pesquisada pela ciência não é uma realidade trivial, não são verdades evidentes sobre as quais podemos chegar a um acordo num bar. O real é surpreendente. É por isso que Popper tem razão quando diz: uma boa teoria científica é teoria bem audaciosa, ou seja, uma teoria estupefaciente. (MORIN, 2005, p. 58).

Contudo, como toda ingenuidade não resiste ao estudo histórico, é sob a luz da história da Física que devemos criar condições para, definitivamente, desconvertermos o realista ingênuo de sua posição. É na história que a distinção entre o papel da Física e o realismo ingênuo se mostra com mais facilidade. Enquanto o pensamento científico, ao longo de sua história, não se prende as suas criações tais como um descobridor de terras estranhas o faria, imaginando assim as maravilhas ali escondidas, o realismo ingênuo se afeta aos elementos da Física, pois crê que neles se encontram os segredos do existente: ele crê que descobriu terras promissoras. O pensamento científico, em sua extensão histórica, não permite que qualquer elemento seja tomado como existente, pois equivaleria a uma validade absoluta desse elemento. Tomar como existente os elementos da Física, crer que neles a existência está descrita é, antes de tudo, fechar os olhos para todo o desenvolvimento histórico da Física, que nada tem de valorização absoluta de suas criações. Podemos contar a história da Física em termos dos descartes mais ou menos resistentes de modelos teorias e outros elementos.

Em outros termos, poderíamos argumentar que o problema do pensar o existente material e o problema do que ele é em si são problemas distintos e que não podemos prejudicar afoitamente que há uma identidade entre o pensamento do existente e sua existência efetiva. Ou, para tomar os termos de outro autor que disserta sobre o mesmo problema, não podemos confundir a questão do pensamento do real com o real em si, há a necessidade de que tenhamos essa consciência quando queremos entremear pelos meandros da epistemologia. Tomando o pensamento sobre o existente como representação do real:

(...) nada indica que essa representação, por mais profunda que seja em relação às conexões do real, seja um reflexo dele, no sentido de que seria regida por correspondência termo a termo com elementos da realidade que poderíamos supor existirem em si mesmos. (PATY, 1995, p. 30).

O realismo ingênuo já toma como existente qualquer termo de um elemento da ciência, e assim ele se define, deixando de levar em consideração toda a complexidade e embricamento dessa relação entre pensamento e realidade. Pressupondo que todo e qualquer elemento das ciências tem sua existência (ou seja, corresponda a um reflexo da realidade no pensamento), ele recai ainda na desatenção ao processo histórico de produção da ciência, especialmente da construção histórica da Física:

É, ao contrário, mais plausível conceber que aquilo que supomos ser correspondência termo a termo, designando pelos elementos da representação os do real, é, no máximo, apenas uma tentativa aproximada; e sabemos muito bem que as modificações do saber, as revoluções científicas, as revisões de nossa teoria e de nossas concepções, que nos são propostas periodicamente, resultam numa caducidade, num determinado momento, dos termos provisórios da representação, que nos são simplesmente afinados pelo progresso do conhecimento, mas modificados na definição e na configuração que os distinguem. Tais modificações são exatamente o sinal de que a correspondência de que dispúnhamos não designava de maneira absoluta as determinações do real, e que esses termos não eram distintos dessa maneira a não ser para nós. (PATY, 1995, p. 30).

Olhando para essa mesma dinâmica histórica, para a história da construção dos elementos da Física, podemos afirmar que o que temos hoje como conhecimento atual, como o que se impõe como verdade da Física em nossos dias, é a verdade? Ou que podemos contar com esses conhecimentos de forma perpétua? Uma afirmativa para essas questões equivale a enterrar o desenvolvimento da Física, é assumir que o que hoje é válido terá validade eterna, estancando o fluxo do desenvolvimento. Para evoluir, o que se sabe hoje não poderá ter o mesmo valor de conhecimento amanhã. E a alternativa acumulacionista não é a solução para o realismo, pois ele mesmo não se sustenta perante as mais populares investigações sobre o desenrolar da Física, tal como demonstra Kuhn (2009). Existe, portanto, uma diferença entre a valorização dos elementos da Física como realidade, numa correlação com o existente, e a consciência histórica da produção da Física, principalmente na produção contemporânea da Física:

Por qual presciência de nossos destinos espirituais esforçamo-nos em *sublimar* nossas noções realistas? Por que temos a necessidade de mudar o real de lugar? A função realista deveria ter mais do que qualquer outra estabilidade; a explicação substancialista deveria preservar a permanência. De fato, a função realista é cada vez mais móvel. Nunca a ciência teve um tamanho desdém pelos seres que cria. Ela os abandona à menor dificuldade. (BACHELARD, 1968, p. 117).

Iremos, portanto, analisar um desses desdém causadores dos descartes das criações Físicas. Faremos isso como argumento para mostrar que a Física contemporânea versa sobre o existente sim, mas que seus elementos não o representam realisticamente.

Ao defendermos a necessidade de um afastamento das noções realistas estamos, de forma bem sutil, dicotomizando a relação entre a Física e a Filosofia. Se o pensar os elementos da Física enquanto elementos reais é o mesmo que fundir a epistemologia com a própria Física, negar a realidade desses mesmos elementos fora dos contextos semânticos da Física é, por sua vez, a separação entre elas. Porque, embora, quando se fale de epistemologia científica se queira referir a uma atividade da Filosofia, em suma, está-se referindo a uma epistemologia da Física: o pensamento epistemológico pós os anos mil e novecentos recaem, por meio de seus diversos

autores – Kuhn, Popper, Lakatos, Bachelard, Feyerabend, etc. – no pensamento da Física. Contudo: “Os cientistas argumentam hoje, com certa razão, que a Física Quântica nada mais fez que sequestrar a epistemologia, saqueando assim a Filosofia. O ponto inevitável, no entanto, permanece: ciência e Filosofia não são o mesmo.” (STRATHERN, 1999, p. 84).

Exatamente por não serem as mesmas coisas que porem nossos pensamentos epistemológicos na história da Física e em seus problemas e criações. E é nela mesmo que surgem, após o sucesso de Rutherford em modelar o átomo através das conclusões experimentais, dois problemas que permaneciam insolúveis: a questão da estabilidade do átomo e a origem atômica das linhas espectrais. Aliás, há no modelo de Rutherford um peso gigantesco de realismo, pois ele se assemelha demasiadamente à própria estrutura planetária, coisa já estabelecida há séculos com sucesso por Copérnico e seus seguidores. Era de grande fascínio que o átomo repetisse em sua estrutura algo que era constatado no mundo da astronomia. Mas esse fascínio não apenas se encerrava como algo admirável, mas trazia latente uma sedução ao pensamento realista: a realidade da astronomia, coisa já estabelecida e concretizada, era a evidência mais certa de que o modelo de Rutherford estava detalhando, numa descrição literal, a existência do próprio átomo. Ou seja, o peso da realidade da astronomia passa ao modelo atômico e os problemas passam a ser pensados em termos desse quadro realístico.

Rutherford constrói seu modelo por meio das análises do espalhamento de partículas α por átomos. A primeira conclusão dessas análises é justamente a inadequação do modelo anterior, o de Thompson, que previa uma distribuição uniforme de cargas positivas ao longo de todo átomo, povoado de cargas negativas. No experimento, a existência de uma probabilidade pequena, mas não nula, de espalhamento de partículas a grandes ângulos não poderia ser conciliado com o modelo de Thompson, que previa um espalhamento em pequenos ângulos para muitas das partículas. Portanto, os resultados experimentais de Rutherford constroem a ideia necessária de que essa distribuição de cargas positivas fosse mais concentrada que propriamente uma distribuição: uma concentração quase que pontual de cargas positivas que ficou conhecido como o núcleo atômico. Tais condições garantiriam a possibilidade de espalhamentos em grandes ângulos, em consonância com os resultados dos laboratórios. No entanto, como seria a situação das cargas negativas, a situação dos próprios elétrons? Não se pode imaginar uma distribuição estática inicial de elétrons em torno desse núcleo positivo, pois nada impediria que a atração coulombiana causasse a queda desses elétrons no núcleo, remetendo a um átomo com raio igual ao raio nuclear. Um raio atômico da ordem do raio nuclear seria discrepante com os vários resultados experimentais. Tal instabilidade mecânica do átomo de Rutherford pode ser resolvida com a hipótese de uma movimentação dos elétrons

em torno do núcleo, que a atração coulombiana seria a responsável pela produção da componente centrípeta da força (EISBERG; RESNICK, 1979). Colocar os elétrons em movimento em torno de um núcleo é, portanto, uma solução mecânica para a questão da distribuição dos elétrons no átomo.

Aqui temos que fazer nossa primeira observação sobre a criação dos elementos da Física em seu âmbito. Podemos nos encantar com o paralelo entre o micro e o macro da organização universal quando notamos que o átomo de Rutherford tem a mesma organização dos planetas em torno do Sol. Esse paralelo organizacional é fonte de grandes devaneios filosóficos e de conversas apaixonadas entre os mais entusiasmados com assuntos das ciências. Sobre essa analogia entre sistemas planetários e átomos podemos levantar muitos discursos em busca de uma verdade que fundasse a harmonia do universo, tal como o microcosmo repetindo o macrocosmo. Facilmente podemos nos excitar na construção de teorias sobre a unidade do mundo, tal como mostraremos em sessões posteriores. Contudo, não podemos deixar de notar que o fascínio pela estrutura atômica proposta por Rutherford, como já afirmamos, tem seu peso realista justamente por se basear numa impressão da descoberta de um segredo oculto pela natureza: a de que o existente macroscópico se repete no existente atômico. O realismo ingênuo vê nisso a prova de que o modelo está correto e se apaixonou por ele porque tem o mesmo peso da realidade tão íntima das coisas já conhecidas: nada melhor que descobrir no desconhecido uma estrutura que nos é familiar, isso conforta a mente e aplaca a curiosidade.

Daí em diante, para o realismo ingênuo, o átomo de Rutherford *existe* tal como o próprio modelo descreve: estabelece-se uma correlação entre existência e o que se modela. Nesse sentido, quando o pensamento é tomado pelo realismo, tudo que se tem é o peso de uma descoberta, pois somente o existente pode ser descoberto, pode ser desvelado dos fatores que o mantinham oculto. A concepção de que os elementos da Física são descobertas, de que são a parcela do existente físico que é desvelada, é, em suma, uma crença que despreza as necessidades íntimas da criação desses elementos.

No caso, despreza-se a conjuntura dos problemas envolvidos no contexto de sua criação: o modelo de Thompson apresenta previsões discrepantes demais dos resultados experimentais. Uma distribuição uniforme de massa positiva ao longo do átomo prevê um espalhamento de partículas α bem diferente que os dados experimentais. Os dados dos experimentos mostram espalhamentos muito pequenos para a maioria das partículas e uma pequena quantidade com ângulos enormes. Diante desses dados – e de outras considerações mais herméticas que resolvemos suprimir de nossas discussões – Rutherford *cria* (*repetiremos: cria, jamais descobre.*) seu modelo pela força mesmo dos próprios dados e do problema a ser resolvido, a

saber a distribuição angular do espalhamento das partículas α . O peso do realismo ingênuo somente recai sobre as criações da Física quando não compreendemos as forças que obrigam tais criações. E as forças são os dados evidentes dos experimentos, são os problemas formulados nos contextos técnicos e íntimos da Física. Desprezar as forças de criação desses elementos, as necessidades íntimas, e acreditar na existência da própria criação é a essência do realismo ingênuo:

Com efeito, o que é a crença na realidade, o que é a idéia de realidade, qual a função metafísica primordial do real? É essencialmente a convicção de que uma entidade ultrapassa seu dado imediato, ou para falar mais claramente, é a convicção de que se encontrará mais no real oculto do que no dado evidente. (BACHELARD, 1968, p. 33).

Poderíamos aqui nos dar ao trabalho de discutir o que é o dado ou um fato para a cultura da Física e demonstrar que eles mesmos podem ser relativos, dependente de vários fatores, inclusive do próprio conjunto de conhecimentos e da visão pessoal de cada pesquisador, tal como Feyerabend (2007) o fez. Contudo isso não mudaria nosso curso argumentativo de que um elemento da Física se baseia em problemas e em dados para ser criado, ele é uma tentativa de resolução de um problema entre dados e ideias. A diferença é sutil, mas essencial: enquanto o realista ingênuo pensa “*ver*” o existente nas criações Físicas, a história das criações não permite ter outra concepção senão de que é no esforço de “*como se pode pensar o existente coerentemente*” ou “*como pensar o existente de modo a resolver o problema*” que saem os mais diversos elementos da Física. O realista ingênuo crê *constatar* o existente, a Física *racionaliza* o existente. Com esse significado afirmamos que o realismo ingênuo gera a paixão pelas descobertas, em contraposição com a consciência sóbria da criação.

E por uma necessidade epistêmica íntima de conciliar os elétrons nas imediações do núcleo com a força elétrica coulombiana que não se pode pensá-los de forma estática, mas deve-se colocá-los em movimento. Assim, de uma necessidade de resolver um problema Físico inerente ao pensamento sobre o existente, cria-se um pensamento, um modelo, que se assemelha aos sistemas planetários. O sistema planetário se repete no átomo de Rutherford por um efeito colateral da resolução de um problema, não por força de uma harmonia universal, não por uma providência metafísica de um designer inteligente. Imaginar pequenos planetas constituindo a matéria é fantástico e devaneante, mas a verdade é que esse fascínio não sobrevive à investigação epistêmica das origens dos elementos da Física. Nesse sentido, as criações Físicas não se prestam ao pensamento filosófico que buscam uma harmonia das coisas existentes.

As crenças realistas ingênuas ainda não podem resistir às discrepâncias entre o existente que ele supõe existir e o existente que já é estabelecido em outros âmbitos. Tais discrepâncias, para o processo de racionalização da Física, são problemas a serem resolvidos. O realismo não enxerga aí nenhuma evidência de que o conhecimento do noumeno ainda não foi atingido. Aliás, o realismo não critica sua própria crença de que o noumeno não se pode apresentar através das criações das físicas. Assim, o átomo de Rutherford apresentava duas discrepâncias com a Física e que foram as causas de uma reformulação necessária do modelo atômico por Bohr.

O primeiro problema consistia numa inadequação entre o modelo atômico de Rutherford e as previsões do eletromagnetismo clássico. Como o modelo planetário de átomo exigia que os elétrons estivessem em movimento acelerado, numa aceleração centrípeta, por razões que remetem ao eletromagnetismo, esses mesmos elétrons deveriam emitir radiação em um espectro contínuo. Essa emissão de radiação, portanto, deveria “consumir” a energia cinética dos elétrons, fazendo com que o elétron do átomo de hidrogênio, por exemplo, colapsasse no núcleo atômico num tempo de 10^{-12} segundo. Isso levaria o átomo a ter seu raio da ordem das dimensões dos raios nucleares – coisa em contradição experimental. O segundo problema é que a emissão de radiação por átomos em estado gasoso não se dá de forma contínua, mas de forma discreta, em um conjunto de frequências específicas. Esse conjunto de frequências depende do elemento que emite a radiação e cada elemento possui um conjunto específico dessas radiações. As técnicas de espectroscopia determinavam as linhas características de radiação que cada elemento emitia – e que ficaram conhecidas como linhas espectrais dos elementos. Contudo, nem o modelo de Thompson ou de Rutherford abriam espaço para explicações dessas linhas espectrais: o modelo de átomo de Rutherford, tal como fora criado, não abarcava o fenômeno das linhas espectrais e não garantia a estabilidade atômica (EISBERG; RESNICK, 1979). É sobre essa problemática íntima, interna às discussões da Física, que Bohr constrói uma solução.

Aqui podemos ver com que desdém a Física trata suas criações. O modelo de Rutherford mal havia sido criado e já nascera destinado ao descarte. Não há maior argumento para o desmonte das noções realistas ingênuas que essa observação: quando um problema interno da Física exige, elementos são trocados por outros sem o apego de que o anterior era uma descoberta. Em outras palavras, não há nos elementos da Física uma âncora que possa prendê-los à noção de sua efetiva existência. Vejamos com que artificialidade, bem distante de uma descoberta natural, Bohr resolve essas discrepâncias. Não é por meio de novas informações que ele consegue dar um passo a mais, é de uma *criatividade* científica que surge a solução do problema. No entanto, não é por meio de uma criatividade artificial desvinculada das

necessidades científicas que se criam os elementos físicos. Antes, é de uma artificialidade guiada pelos problemas a serem resolvidos que surge uma impreterível forma de conciliação.

Há algo mais antagônico à descoberta que o postulado? Pois é pela força de postulados que Bohr solve as questões íntimas da estabilidade atômica e a explicação das linhas espectrais. Foram quatro postulados que permitiram a criação do modelo de Bohr e a resolução das problemáticas referente ao átomo:

Primeiro postulado – Um elétron em um átomo se move em uma órbita circular em torno do núcleo sob a influência da atração coulombiana entre o elétron e o núcleo, obedecendo às leis da mecânica clássica.

Segundo postulado – Em vez de uma infinidade de órbitas que seriam possíveis segundo a mecânica clássica, um elétron só pode se mover em uma órbita no qual seu momento angular L é um múltiplo inteiro de $h/2\pi$.

Terceiro postulado – Apesar de estar constantemente acelerado, um elétron que se move em uma dessas órbitas possíveis não emite radiação eletromagnética. Portanto sua energia total permanece constante.

Quarto postulado – É emitida radiação eletromagnética se um elétron, que se move inicialmente sobre uma órbita de energia total E_i , muda seu movimento descontinuamente de forma a se mover em uma órbita de energia total E_f (...) (EISBERG; RESNICK, 1979, p. 138).

Ora, o primeiro postulado nada mais é que uma obstinação, uma teima, em manter intocada a relação entre o modelo planetário de Rutherford e a mecânica clássica. Em outras palavras, o primeiro postulado afirma diplomaticamente que não há necessidade de uma ruptura tão profunda com o modelo precedente, que se pode reformar a ideia anterior por meio de outros decretos subsequentes. Um trabalho mais detalhado sob a ótica das inevitáveis tendências realistas nas mentes dos cientistas poderia indicar com qual peso psicológico Bohr resolve manter inicialmente a mecânica clássica planetária ainda reinante em seu átomo.

Mesmo que uma auréola de fantasia e mágica cubra a Física contemporânea, como veremos em sessões posteriores, o segundo e o quarto postulados mostram como ela surge de forma bem mais secular e artificial: não é exatamente uma descoberta fantástica, mas é uma resolução de um problema. É uma interpolação lógica que vai do polo problemático das linhas espectrais, em seus registros de radiação de forma discreta, ao polo referente às órbitas eletrônicas. A quantização do movimento dos elétrons é uma racionalização das linhas espectrais dos elementos químicos, coisa que já era batida e naturalizada no meio da Física: não era algo de novo ou entusiástico, antes era algo bem mais enfadonho e íntimo do contexto da Física. Se as linhas espectrais são quantizadas, as transições energéticas dos átomos e suas correspondentes órbitas eletrônicas também devem ser. Eis um dos caminhos no qual surge a Física Quântica: da solução de um problema da intimidade da Física, as linhas espectrais. É

justamente essa uma das marcas características do que estamos denominando de âmbito epistêmico de criação dos elementos da Física, ou seja, os problemas íntimos da atividade dos físicos. São elas, as problemáticas, que dão sentido aos elementos que vão sendo criados. Podemos até mesmo escrever isso de forma diferente para ressaltar o valor específico dessas criações: os problemas exigem, em suas soluções, a criação de determinados elementos. Assim, esses elementos somente têm valor nos contextos de criação, se referindo às problemáticas internas à Física.

O terceiro postulado é uma negação do eletromagnetismo clássico. Mais especificamente, uma negação de umas das leis que regem o movimento de cargas elétricas. O modelo de Bohr exige para si uma ruptura com a Física corrente, se reveste do poder de ser uma exceção das leis da Física. O que é importante aquilatar nessa passagem é o peso desse postulado no afrente das leis que já estavam estabelecidas: é de uma desrealização completa e de tal vigor de abstração muito interessantes e bastante comuns dentro das revolucionárias ideias das ciências. É um postulado que rompe com a realidade das coisas em torno de si. Para compreendermos isso, basta imaginarmos o contexto de produtividade do eletromagnetismo clássico nas primeiras décadas do século XX. O surgimento das primeiras tecnologias elétricas, dos primeiros aparelhos elétricos, como aplicação concreta das leis de Maxwell. O advento das telecomunicações após dominação das ondas eletromagnéticas, a literal fabricação de sinais de rádio em antenas, etc.; todas essas novas tecnologias afirmavam que cargas elétricas em aceleração emitem radiação. Em tal contexto de vivência direta dos resultados do eletromagnetismo clássico, negar sua validade na aplicação a um modelo em construção é justamente a prova mais certa de que tal modelo não pertence à categoria a qual pertencem às coisas existentes das tecnologias então nascentes. É também da negação do eletromagnetismo que podemos concluir o caráter diverso da criação do átomo de Bohr: *não é exatamente uma exceção à regra das coisas existentes, é uma negação de sua existência*. O átomo de Bohr é um produto racional, jamais uma descoberta no reino do existente.

Não nos deixemos levar pela tendência depreciativa em concluir que os elementos são “*apenas criações*” e que, portanto, não devam ser levados a sério em seus contextos. Mesmo as criações mais efêmeras na história da Física tiveram seu valor investigativo e esclarecedor para o momento de determinada pesquisa. Uma dessas criações efêmeras foi justamente o modelo de Bohr, que logo foi suplantado por outras conjecturas teóricas mais promissoras. No entanto, o modelo tinha sim um caráter explicativo e permitia a formulação de previsões e apresentava uma coerência satisfatória com os resultados experimentais. O que queremos afirmar quando estamos caracterizando o âmbito de criação dos elementos da Física contemporânea é que, fora

desse mesmo âmbito, destituídos do valor que esse contexto lhe outorga, esses mesmos elementos perdem sua correlação com os objetos aos quais se referem. Não há, portanto, uma existência desses elementos como a imaginada pelo realismo ingênuo. As tendências depreciativas estariam se baseando na ignorância em relação a essas sutis características da atividade da Física e poderiam ocorrer no erro de desprezar o valor dos elementos em seus âmbitos de criação em nome da valorização exacerbada do realismo.

Mas ainda nos falta uma nuance desse âmbito de criação dos elementos da Física contemporânea para analisar e que, sob nosso olhar, representa um argumento irrefutável contra as noções realistas: o fato de que, em determinados instantes históricos, o mesmo objeto pode ser tratado por visões teóricas distintas. É nessa encruzilhada, não raramente presente na história da Física, que o realismo deve ser forçado a criticar suas noções, deve reconhecer que elas são, antes de tudo, uma crença que está sendo refutada.

Quando duas formas de pensar um problema nos apresentam dois elementos físicos distintos, a questão que versa sobre qual deles de fato existe perde o sentido: a relação entre elemento e a existência se desfaz. A regra de quantização – o segundo postulado de Bohr – para o átomo de hidrogênio é um desses casos. Enquanto o postulado determinava uma quantização através do momento angular, em 1924 de Broglie reinterpreta essa quantização por meio de uma noção que não guarda nenhuma semelhança com a mecânica clássica: a onda de matéria. A conclusão a que ele chega é que “as órbitas possíveis são aquelas nas quais a circunferência da órbita pode conter exatamente um número inteiro de comprimento de onda de de Broglie.” (EISBERG; RESNICK, 1979, p. 154). Ou seja, temos uma interpretação de quantização que se utiliza de um conceito mecânico, o momento angular, e outra que se utiliza de um conceito ondulatório. Grosso modo, temos um átomo com um elétron mecânico e outro reinado por uma onda de matéria. Ambas as formas de pensar o problema do átomo de hidrogênio apresentavam coerência e razoabilidade.

Aqui o pensamento realista paralisa e a questão de o que exatamente existe perde seu sentido: qual elemento tem sua correspondência no existente? E não é o caso de buscar critérios para a escolha, mas é de perceber que, na história das criações dos elementos da Física, muitos problemas íntimos foram satisfeitos por mais de uma solução. É interessante notar como que, por vezes, um problema bem formulado se solve por mais de uma proposta. Ao contrário do problema mal formulado que não se deixa solver por nenhuma.

Para concluir essa parte de nossas reflexões devemos repetir: para aquilatar o real valor dos elementos da Física deve-se ter a certeza não realista de que tais são elementos criados, de que são produtos das atividades racionalista da Física. Além disso, é somente compreendendo

a intimidade dos problemas envolvidos que podemos compreender o valor semântico das soluções. Não se compreende a resposta se não se tem clareza da pergunta que a origina.

Entremos agora no outro aspecto do âmbito epistêmico de criação dos elementos da Física contemporânea e que nos tem acompanhado silenciosamente até aqui. Muito embora venhamos argumentar seu papel descritivo, não é apenas uma forma de expressão, uma linguagem, mas parece ser algo além. A Matemática que se incorpora e produz os elementos da Física é, ao mesmo tempo, viés de expressão descritiva, ferramenta de investigação e adota, no contexto íntimo da Física Contemporânea, uma dimensão de criação de seus elementos. É nesse último aspecto da atividade da Matemática interna às produções físicas contemporâneas que localizamos o outro aspecto do âmbito de criação dos elementos da Física.

E a criação matemática de um elemento tem outro valor epistemológico que o valor de uma descoberta por meio de uma observação. Nesse sentido, os elementos da Física contemporânea que nascem da fecundidade da Matemática em suas aplicações aos estudos físicos contemporâneos são elementos híbridos, pois apresentam as marcas dos problemas físicos dos laboratórios e trazem o espírito etéreo das atividades puramente racionais dos gabinetes do matemático. O problema da experimentação em confluência com as soluções matemáticas causa a gênese dos elementos da Física contemporânea.

Existe uma preocupação, um esforço, em definir exatamente o que é a Matemática, quais suas qualidades essenciais. Se é uma linguagem estruturante, se é uma ciência particularizada por meio de sua natureza racional ou qualquer outra variedade de classificação. Ora, se existe uma resposta a esses questionamentos, a única possível, pensamos, é a de que ela é mais uma criação humana e não pode ser outra coisa. Não seria um contrassenso investigar as essências da Matemática tal como em outrora se fazia com as substâncias da química, numa busca de algo intrínseco? Um contrassenso, posto que a Matemática não exista numa realidade desvinculada da atividade humana? Enquanto criação humana é uma criação voltada ao conhecimento do mundo, das coisas existentes. Novamente, voltemos à sistematização de nossas ideias que preside a presente parte de nosso trabalho: a separação entre coisas que existem no mundo físico e aquelas que pertencem ao mundo das criações intelectuais da humanidade. Pelo menos para nós, não é possível negar que as coisas preexistam ao conhecimento delas. Assim, a Matemática enquanto conhecimento tem seu pertencimento nas criações racionais. Sobrelevado racional que paira sobre as coisas existentes e organiza, no plano do pensamento, suas existências. Elas deixam de ter apenas uma existência bruta e se sofisticam ao ganhar as dimensões das quantidades, se enriquece ao ter agregado a si as relações coerentes da Matemática. Essa é precisamente a função geral dessa criação humana.

Tal é a razão de uma troca de esforço que pretendemos exercer nessa parte de nosso trabalho: não seguiremos o viés da procura das essências da Matemática; mas pretendemos o revés, a procura do delineamento de seus papéis. Cremos que é na compreensão da utilidade da atividade matemática que se apreende a própria Matemática.

Já com a intenção de suplantar a postura de aceite de uma Matemática meramente descritiva, mas não com a intenção de negar tal papel matemático, devemos nos colocar a afirmação mais básica que pode concernir as suas serventias: *ela descreve o mundo*. Cremos que não há como negar tal papel matemático de descrição, dado que o mundo está aí expresso nas existências de seus vários constituintes. E sobre essa existência podemos pensar em termos de qualidades e de quantidades, nos níveis mais simples dos termos. Não sabemos por que critérios da razão humana a categoria da qualidade se difere da categoria da quantidade. Contudo, a descrição do mundo comporta justamente essas duas categorias, mesmo que nem sempre simultaneamente. O reino das descrições qualitativas nos apresenta uma nuance necessária do mundo: um coletor de uma sociedade dos primórdios da humanidade soubera avaliar os melhores frutos para comunidade por aspectos que saltam aos olhos, ao tato e ao olfato. São as qualidades desses frutos que afirmarão ao coletor a conformidade ou não para o consumo. Mas eis que diante de uma árvore com frutos adequados o coletor se deparara com a necessidade de saber se existia o suficiente para todos: além da qualidade, o coletor precisou ter conhecimento de outra nuance da realidade de seu mundo naquele momento. A quantidade é descritiva no sentido que traz ao coletor a informação de que o encontro daquela árvore é (ou não) a solução do problema da comunidade.

Tal digressão pode nos parecer primária demais, mas é que ela é apenas chave argumentativa do papel descritivo da Matemática. E é justamente em busca de uma descrição da realidade de um Estado que um governo recorre às pesquisas guiadas pela estatística quando deve prever a quantidade de suprimentos que importará no ano seguinte: uma descrição eminentemente matemática das circunstâncias. É a nuance quantitativa que permite, tanto ao coletor quanto ao governo, a tomada das decisões adequadas.

Mas as descrições da Matemática podem ainda ser mais sofisticadas, indo além das estatísticas, e se incorporando na história das ciências de forma bastante sólida. Não é a busca da descrição dos céus o intento das astronomias ptolomaicas e copernicanas? Não é justamente em torno da questão de qual geometria dos movimentos astronômicos deve ser tomada como a verdadeira que giram as dissensões? (Obviamente, estamos recortando um nível epistemológico para realizar a pergunta, não querendo negar as importantes repercussões dessa escolha). Não é a necessidade de se descrever corretamente os movimentos planetários e do Sol, de dar

harmonia matemática aos movimentos dos astros, que move Copérnico? A Revolução Copernicana não se inicia tendo a intenção de ser uma revolução, mas apenas uma reformulação das descrições matemáticas dos céus:

Porque os matemáticos estão tão incertos sobre o movimento do Sol e da Lua que nem sequer podem explicar ou observar a duração constante do ano sazonal. Em segundo lugar, ao determinar os movimentos destes e dos outros cinco planetas, eles não usam nem mesmo os mesmos princípios de hipóteses, nem as mesmas demonstrações dos movimentos aparentes e das revoluções. (COPÉRNICO apud KUHN, 1957, p. 155).

É apenas percebendo Copérnico reclamar das descrições matemáticas da astronomia de sua época que podemos ter noção do que realmente fomenta a revolução na astronomia: o problema das descrições dos céus, o problema do cálculo das posições planetárias, o problema de uma descrição harmônica dos céus. Ao menos na visão kuhniana, não existe uma vontade de revolucionar o cosmos em Copérnico, mas apenas de dar uma nova descrição matemática que se tornasse mais útil aos problemas astronômicos da época.

Na obra de Copérnico, a concepção revolucionária do movimento da Terra é inicialmente um subproduto anômalo de uma tentativa hábil e dedicada dos astrônomos para reformarem as técnicas empregues nos cálculos das posições planetárias. Essa é a primeira incongruência significativa do *De Revolutionibus*: a desproporção do objetivo que motivou a inovação de Copérnico e a própria inovação. (KUHN, 1957, p. 154).

Portanto, há um caráter descritivo na atividade da Matemática. Parece-nos inegável que as informações do mundo que vêm em formas matemáticas descrevam, com propriedades distintas das categorias das qualidades, o próprio mundo de forma acurada no reino das quantidades. Logicamente, afirmar isso não significa encerrar todos os papéis da Matemática na atividade descritiva, mesmo porque, quando se descreve com maestria, abrem-se as portas para as outras funções. A descrição é o primeiro passo de uma atividade mais ampla, ela se mostra com mais facetas após a descrição matemática rigorosa.

Pensar dessa forma pode-nos abrir espaço para afirmarmos que, logo, a Matemática é um tipo de linguagem específica e especial, posto que as descrições e a linguagem estejam intimamente conectadas. Mas preferimos analisar a Matemática em sua atuação perante o mundo da Física em termos de *papéis*. Assim, nos soa mais adequado afirmarmos que ela pode exercer um papel de linguagem específica.

No entanto, qual o diferencial dessa linguagem especial? Qual a dimensão de especialidade que ela oferece? Adotando a sistematização anterior, de dividir as descrições do

mundo em qualitativas e em quantitativas, podemos nos questionar sobre a eficácia da linguagem ordinária em dar conta das nuances descritivas do mundo das quantidades. O mundo das quantidades poderia ser transcrito pela mesma linguagem que dá conta das qualidades? Um *sim* a esta última questão nos levaria à equivalência das duas nuances do mundo, ou seja, à identidade entre qualidades e quantidades.

Podemos ensaiar uma resposta a essas questões ao observarmos que a Matemática realiza um trabalho: o de romper o conhecimento físico com o conhecimento comum, negando que a linguagem ordinária dê conta das especificidades das construções racionais da Física. Um conceito físico-matemático não pode ser expresso por outra forma de linguagem sem ser truncado e distorcido, restrito à herança pesada das imagens a que se refere. Ou seja, o que temos é uma impossibilidade de traduzir pela linguagem ordinária as ideias que nascem no reino das quantidades, pelos aspectos do mundo que a elas concernem.

Sigamos os exemplos para destacar melhor a materialidade do que estamos tentando afirmar. Traduzir a passagem das órbitas planetárias copernicanas para elipses de Kepler – como se faz comumente em sala de aula – usando a analogia do achatamento das primeiras, resulta inevitavelmente numa distorção do próprio conceito, numa redução da matemática a uma imagem. As órbitas keplerianas não podem ser traduzidas de outras formas senão pela equação da elipse. As elipses são as figuras formadas pelo conjunto de pontos que obedecem a uma equação, que satisfazem uma relação matemática. A noção de achatamento não se aplica às figuras geométricas, menos ainda às relações estabelecidas por uma equação. Achatar um círculo feito de arame forma uma figura diferente do achatamento de uma figura feita de massa de modelar: ambos os resultados *não são* elipses, são qualquer outra coisa. A relação qualitativa que afirma que as elipses são círculos achatados faz parte de uma descrição que não atende às necessidades descritivas do conjunto de pontos de uma figura geométrica.

Outras reduções são comumente feitas, como a de corrente elétrica a um movimento de partículas carregadas. A ideia de pequenos corpos eletrizados se movendo parece ser apenas uma miragem que esconde o real significado de dq/dt . O que importa no fenômeno da corrente elétrica não é o movimento de partículas carregadas, não são as características relacionadas a esses movimentos. As dimensões reais que podem ter as cargas se movimentando não são alcançáveis à ideia de corrente elétrica, mas somente uma variação de uma grandeza física – especificamente, a carga elétrica – é o que importa ao conceito de corrente. Quando se propõe a construção da noção de corrente elétrica por meio da imagem de cargas se movimentando em um fio condutor, troca-se a definição matemática por uma imagem. O fio passa a ser a tubulação de movimento das partículas carregadas, as partículas tornam-se pequenas bolinhas se movendo

em canos com maior ou menor velocidade. Quando se forma essa imagem relativa à noção de corrente elétrica, teremos a dificuldade de compreender correntes elétricas em fluídos condutores, como a água salinizada. Ou teremos mais complicações para compreender a carga de um capacitor, sabendo que deve existir, conforme a própria imagem sugere, um limite de partículas que possa “*caber*” dentro de suas placas. As tentativas de traduzir o conceito matemático de dq/dt servem mais como introdução que como finalização. Após a iniciação ao tema deve-se confrontar as imagens às situações nas quais elas não se efetivam até que reste apenas a noção matemática de corrente.

A noção humana e macroscópica de localização de um objeto não pode ser aplicada ao tentar traduzir o conceito matemático de regiões de probabilidade de um elétron em torno de um núcleo sem que exista a perda de significados. Dizer que os elétrons não estão nem aqui ou ali, mas que podem estar em vários locais ao mesmo tempo não é justo à ideia matemática rigorosa de densidade de probabilidade em uma determinada região do espaço. O fantástico dessa interpretação de várias posições simultâneas de uma coisa que é pensada como uma bolinha de gude está muito longe do que a equação de Schrödinger propõe. Na tentativa de tradução do conceito é a oportunidade em que reina a fantasia e o fantástico. No conceito em si reina a possibilidade de uma previsão experimental: se um experimento for realizado tantas vezes com a finalidade de se encontrar o elétron em um determinado lugar, certa e prevista quantidade de experimentos dará uma resposta positiva. O primeiro incita ao devaneio; o segundo, provoca a reflexão matemática. Aqui temos um exemplo de como as tentativas tradutivas dos elementos da Física contemporânea podem sugerir uma realidade mágica e desnaturalizada, podem estimular uma comparação nada justa entre a Física e a realidade cotidiana.

Portanto, mesmo apresentando breves exemplos, devemos nos aperceber a impropriedade do uso da linguagem ordinária nas tentativas de traduzir os significados dos elementos da Matemática, especialmente aqueles que se integram à Física Contemporânea. E a questão não é apenas de uma falta de rigor da linguagem corriqueira, mas de uma pertença distinta: o domínio das quantidades não pode ser justamente descrito fora das ideias matemáticas.

Há, portanto, uma mudança de concepção sobre a Matemática desde a antiguidade até nossos dias. Ao mesmo tempo que vemos a Matemática como linguagem especial, que é usada para descrever o existente numa construção da realidade científica, podemos vislumbrar que não é mais apenas isso desde os trabalhos de Galileu. Enquanto linguagem, a Matemática acaba

circunscrevendo idealmente o real, dando formas ideais aos contornos do real, com Galileu ela passa a ter um papel profundo:

No pensamento dos antigos, tratava-se essencialmente de analogia, de referencia a formas ou a estruturas ideais; com Galileu, essa relação é uma verdadeira implicação, no sentido de que a matemática intervém, não por intermédio de um simples revestimento de uma forma ideal sobre os fatos de observação, mas é retomado pelo próprio pensamento da Física na construção de uma forma teórica. Todavia, a matemática era concebida como um conhecimento que permitia uma leitura direta da natureza, da qual, precisamente, era a língua. (PATY, 1995, p. 234).

Esta retomada da matemática como forma de constituição das formas teóricas, como constituição de uma forma de pensar da Física, desemboca em um tipo de precisão não antes conhecido. A precisão da linguagem matemática em descrever as coisas do mundo é a marca que permite a construção dos aspectos teóricos da Física por meio dela, ou seja, dá-se a impressão de um “pitagorismo essencial” quando se reflete sobre esse ajustamento entre a descrição e implicação matemáticas e a realidade física. No entanto, não podemos aqui pensar em serem os números as essencialidades das coisas, mas podemos refletir em que medida essa mesma Matemática é a essencial das coisas da Física:

Outro traço notável do uso da matemática é que sua fecundidade parece crescer com o grau de generalização e de obstrução. Estamos inclinados então a concluir por um pitagorismo essencial, se considerarmos, com d’Espagnat, que “as únicas entidades suficientemente estáveis para que a Física possa aceitar encará-las como fundamentais são números, funções ou outros seres matemáticos de aparência ainda mais abstratas”. Nem por isso é dito algo sobre a natureza profunda da matematização: não é, certamente, evidente que o número seja a “essência” da realidade material, no máximo, poderia tratar-se de uma “essência” da abordagem abstrata do pensamento conceitual. (PATY, 1995, p. 235).

Contemplemos em que sentido a Matemática não é apenas descritiva no contexto da Física. Daqui, entramos na importância e no papel das linguagens especiais e específicas de cada ciência para Bachelard. A estrutura racional das ciências da natureza exige, no novo pendular entre o racional e o empirismo técnico, que a construção por meio da função de linguagem matemática não tenha mais o caráter apenas descritivo, pois:

A cooperação filosófica dos dois aspectos da Ciência Física – aspecto racional e aspecto técnico – pode resumir-se nessa dupla questão: em que condições se pode *dar razão* de um fenômeno *rigoroso*? A palavra ‘*rigoroso*’ é, aliás, essencial, porque é pelo vigor que a *razão* envereda. E que condições se pode trazer provas *reais* da validade de uma organização matemática da experiência física? Já passou o tempo da epistemologia que considerava as Matemáticas como simples meio de expressão das leis físicas. As matemáticas da Física são mais “comprometidas” (BACHELARD, 1977, p. 9).

Em que consiste, portanto, o comprometimento da Matemática com a Física? Em que sentido ela vai além da descrição da natureza? A resposta se abre em dois aspectos da Física contemporânea: o aspecto instrumental e criacionista – como já antecipamos. O papel descritivo da Matemática em sua aplicação ao mundo ainda existe, mas devemos notar que de todas suas funções esta é justamente a que mais faz sentido no início das construções das ciências da natureza:

Repetiu-se constantemente que as matemáticas eram uma linguagem, um simples meio de expressão. Tornou-se hábito considerá-las como utensílios à disposição de uma razão consciente de si mesma, senhora de ideias puras dotadas de uma clareza ante-matemática. Uma tal segmentação poderia ter um sentido na origem do espírito científico, quando as imagens primeiras da intuição tinham uma força sugestiva e ajudavam a teoria a se constituir. (...) Mas nas novas doutrinas, afastando-se das imagens ingênuas, o espírito científico se tornou de alguma maneira mais homogêneo: de hoje em diante ele está inteiramente presente em seu esforço matemático. Ou ainda, para melhor dizer, é o esforço matemático que forma o eixo da descoberta, é a expressão matemática que, sozinha, permite pensar o fenômeno. (BACHELARD, 1968, p. 52).

Há tempos, em aulas como as que são ministradas em cursos de graduação em ciências exatas, professores tentam repassar essa cultura da matematização e esse necessário distanciamento da linguagem corriqueira quando, modelando qualquer sistema, recorrem às teorias convenientes e vetam as descrições qualitativas. É que somente assim o papel de instrumento de investigação e de resolução de problemas da Matemática pode atuar. Quando se tem um problema rigorosamente descrito pela Matemática, não se tem apenas uma descrição, mas tem-se um instrumento de investigação. Aliás, instrumento mais acurado que apenas a intuição do físico. É sobre esse detalhamento matemático de um sistema que é possível prever suas inúmeras variações, mesmo sem ter a necessidade de um teste experimental. É como se o pensamento do físico fosse alongado pelas extensões que o cálculo pode oferecer e a investigação pudesse ocorrer antes no gabinete que no laboratório. É isso a que denominamos de papel investigativo da Matemática na Física.

Nesse sentido, sigamos novamente a exemplos que possam esclarecer nosso pensamento. Em estudos de sistemas mecânicos oscilantes, nos referimos às vibrações não por palavras, mas por funções harmônicas e suas superposições. Não procuramos descrever as vibrações por meio de suas qualidades em linguagem ordinária, mas sim, para isso, preferimos o reino das quantidades. Essa troca é operante, já que apenas por ela é possível seguir analisando o sistema em seus comportamentos físicos em todas as suas variações. Podemos investigar quais as relações entre as grandezas pela análise das próprias funções que as relacionam. Assim, o

sentido investigativo é possibilitado pela Matemática, por exemplo, para determinar condições de ressonância de um sistema oscilante. Queremos dizer, citando um exemplo mais concreto, que sistemas mecânicos oscilantes como a suspensão de nossos automóveis não podem ser fruto apenas do pensamento produzido pela linguagem vulgar. Quando o engenheiro mecânico projeta o sistema de amortecimento de um automóvel, não basta a ele a intuição experimental de se fazer os testes, não basta a intuição vaga que pode ser expressa na linguagem corriqueira. Há a necessidade de determinar com exatidão as grandezas físicas como a dureza da mola de suspensão e o coeficiente de amortecimento dos amortecedores. Uma vez estabelecidas as relações matemáticas entre as grandezas, é possível, portanto, a investigação das condições de maiores vibrações do sistema (SYMON, 1996). Essa exatidão é de natureza numérica e matemática. Caso a matemática não se torne específica ao problema, corremos o risco de ver o próprio sistema não oferecendo estabilidade necessária.

O que constitui o segundo aspecto da resposta é a capacidade de ir além de uma linguagem específica com a finalidade expressiva. Ela se torna uma ferramenta de investigação ativa, adquire qualidade investigativa autônoma. A investigação que a Matemática interna às produções da Física organiza é da ordem do pensar o mundo por meio de um método de pensamento. Em suma, o que se tem propriamente é um método matemático de pesquisa do mundo físico, e não apenas um método de expressão matemática. A construção de uma Física por meio da Matemática é possível porque a matematização das coisas gera um instrumento de investigação, de pesquisa e de descoberta de certas faces da natureza física que não poderiam ser demonstradas facilmente de outras formas. Pode-se pensar que ela constrói seus elementos de modo a abrir a investigação por meio de caminhos indutivos e dedutivos, que permitem um livre transitar da razão em um determinado objeto físico.

Uma vez delimitado no formalismo da teoria física para delimitar um objeto, ou um elemento do universo físico, um algoritmo dado o circunscreve e o “explora” da maneira que lhe é própria. (...) Essa fecundidade resulta, certamente, da função unificadora própria da matemática, que ilumina não apenas as múltiplas faces do mesmo objeto, mas permite com frequência compreender igualmente um conceito matemático por outro, enquanto o simples pensamento intuitivo jamais poderia ter suspeitado a existência dessa ligação. (PATY, 1995, p. 237).

Quando Popper discursa sobre o poder de previsão das teorias, ele se refere, de certa forma, à possibilidade aberta pela matematização de indicar novos aspectos da realidade, novas faces, que antes se ocultavam. Aborda esse primeiro traço do novo papel da matemática dentro da Física. Os critérios de previsibilidade não apenas são bases de análises da qualidade e promissividade das teorias, mas são também evidências fortes de suas validades. A

previsibilidade de uma teoria é de certa forma uma medida da correção entre ela e a própria realidade na qual ela se debruça. Quando as previsões de uma proposta teórica se confirmam pelo caminho da experimentação ou da observação, temos uma situação de confirmação ao menos parcial da proposta. A questão é que, no contexto das produções da Física Contemporânea, tais previsões não podem deixar de ter um caráter matemático.

O planeta Netuno se torna parte da realidade científica em um contexto que exemplifica nossa argumentação. Descoberto em 1846, sua existência é indicada pelas distorções da órbita de Urano, que se afastava das órbitas teóricas inferidas pela teoria da gravitação. Não havia motivações claras dessas distorções, uma vez que elas não poderiam ser explicadas a partir das condições de Urano. Contudo, uma hipótese ainda se inseria no campo da gravitação: a de que outro corpo seria a fonte das distorções orbitais. Teria sido uma decisão mais drástica a de jogar fora toda a validade da teoria da Gravitação apenas por uma anomalia observacional. Por esse motivo, cabia uma proposta explicativa que estivesse de acordo com a Gravitação. Por meio da própria matematização da teoria gravitacional foi possível calcular a região exata do céu onde possivelmente estaria o novo astro. Galle, na França, investiga o céu na região determinada e avista pela primeira vez Netuno em 23 de setembro daquele ano. (CHALMERS, 1993, p. 82). Portanto, é mais um exemplo do poder de investigação e de previsão de uma abordagem matemática. Bem que Netuno pudesse ser descoberto por um acidente observacional, ou por qualquer outra razão. Contudo, o fato de a Matemática ter sido operante no papel de indicar até mesmo o local correto da observação demonstra mais uma vez o poder da Matemática como instrumento de investigação em sua atuação na Física.

A questão da predizibilidade é, portanto, uma forma de manifestação da promissividade da matemática na constituição da Física. A matemática se manifesta como parte da natureza das construções da Física por meio de seus resultados em apontar novos elementos. Uma teoria que se matematiza é mais rica quando apresenta, nesse contexto matematizado, possibilidades de previsão e de investigação instrumentalizada pelo pensamento matemático. Uma leitura matematizada de uma parcela do mundo físico é mais reveladora que apenas uma representação de um conjunto de fenômenos. Até mesmo nas coisas mais simples, como a dedução do ponto exato de queda de um projétil por meio de uma matemática elementar, se percebe que a matematização ultrapassa as simples descrições com a precisão dos números. Esta possibilidade de previsão de “quantidades” dos fenômenos é a abertura mais eficiente para a refutação poperiana de uma teoria; é ela quem pode mais rapidamente dizer se uma teoria é correta ou não. Se num sentido ela assegura a possibilidade de determinar o fracasso de uma proposta teórica, em outro sentido, ela pode igualmente determinar seu sucesso, ao menos

provisoriamente e em condições específicas, pois a promessa de determinar com exatidão numérica é também a via mais adequada para uma possível refutação:

É precisamente a predizibilidade que assegura o movimento de conquista da teoria, que fundamenta sua pretensão de englobar campos novos de fenômenos, que ela mesma, aliás, revela com muita frequência e conduz ao conhecimento. Dela resulta, a cada passo, a refutabilidade, pois quem diz predição diz evidentemente refutação possível. (PATY, 1995, p.259).

No entanto, ainda nos falta analisar o que consideramos o papel mais sofisticado que a Matemática pode realizar nas pesquisas físicas da contemporaneidade. Bulcão (2009, p. 102) indica que, para Bachelard, a indução da ciência contemporânea decorre do papel da matemática no seu desenvolvimento. O poder de invenção da Física decorre da sua matematização, é a natureza física pensada matematicamente que cria o real. Eis aqui uma palavra que nos é cara em nosso esforço de enumerar primariamente os papéis da Matemática no contexto das produções da Física: *criação*. Ou seja, temos uma dimensão da Matemática bem diferente da que é esperada pela visão realista ingênua de ciência que, por vezes, impera na epistemologia. A ideia de uma criação puramente matemática é contrária às noções de que a ciência, no total de sua atividade, investiga uma realidade que é dada e inquestionavelmente existente no mundo. Eis aqui uma tonalidade do pensamento epistemológico que se discrepa notavelmente das noções de um realismo ingênuo enquanto postura natural das epistemologias iniciais.

Com efeito, parecer-nos ser muito mais adequado dizer que se inventa um real físico ao aplicar uma matemática específica à Física contemporânea do que afirmar que se descobre algo de novo no mundo das coisas existentes. Diferentemente dos exemplos anteriores, nos quais mostramos a Matemática sendo usada para investigar o mundo, cumprindo a função ferramental de descoberta das coisas existentes ou de novos fenômenos das coisas que já se sabe da existência, temos agora a função de criação. Os elementos que da atividade da Matemática cria para a Física, especialmente para a contemporânea, não podem ser feitos de outra forma, não podem ser descobertos ou induzidos por outros caminhos. Isso porque tais elementos não se entregam à razão humana no primeiro passo do conhecimento, ou seja, não se deixam conhecer no pressentimento que nos afeta diante do mundo existente. Mas é no segundo passo, quando acontece a construção do conhecimento, é nesse segundo momento da razão, que se constrói os elementos. Dotado de uma matemática íntima ao problema, de uma linguagem racionalizada, depurada e coerente com as dimensões das quantidades, o físico contemporâneo permite que a

Matemática lhe ofereça uma invenção estilizada e personalizada: metaforicamente, é de um estilo de alta-costura que acontece a criação dos elementos da Física Contemporânea.

É nessa função criacionista que podemos ver a Matemática inventando os mais estranhos elementos para a Física contemporânea. Não poderia ser diferente posto que os próprios problemas da Física sejam estranhos. E reafirmaremos aqui o que argumentamos em algumas páginas anteriores: essas criações são tentativas de soluções de problemas específicos. São elementos criados para se encaixar na solução de um problema específico. Portanto, somente têm significados quando associados aos contextos de sua criação. Os problemas existentes na Física impuseram suas próprias soluções e, fazendo parte da constituição delas, a Matemática apresentou seus elementos para a solução. É nesse sentido que afirmamos que eles são elementos matemáticos de valores estritamente epistêmicos. Assim, estamos considerando que são *criações epistêmicas*.

Os problemas iniciais da interpretação quantizada da energia podem exemplificar essa acepção de criação matemática. A inconsistência teórica do eletromagnetismo clássico com os resultados experimentais da radiação emitida por um *corpo negro* (Irradiação térmica) que ficou conhecida como *Colapso do Ultravioleta* exige, para sua correção, um novo tratamento matemático no qual a energia não poderia ser tida como grandeza contínua. Planck, no esforço de tentar corrigir as discrepâncias entre as previsões clássicas de Rayleigh-Jeans para a radiação do corpo negro, propõe a interpretação matemática da energia dos elétrons de um corpo como uma grandeza discreta, em que os valores possíveis seriam indicados pela famosa expressão $E = nhf$. Ele não identifica ou percebe essa quantização da energia numa relação fenomênica com a natureza, e também não a evidencia numa relação empírica dentro do laboratório. O nascimento das quantidades quantizadas de energia se dá na Matemática, pois o que ele percebe é que a problemática seria resolvida caso considerasse matematicamente distinta os pressupostos das equações. As afirmações de Planck se tornaram mais gerais que a que expomos aqui, embora não inicialmente. Elas passaram a afirmar que qualquer ente físico que possuir graus de liberdades descritas por funções senoidais do tempo, inclusive a radiação eletromagnética, pode possuir somente energias totais dados por $E=nhf$, onde $n = 0, 1, 2...$ (EISBERG; RESNICK, 1979).

Posteriormente, Albert Einstein se refere ao problema do efeito fotoelétrico com elementos matemáticos análogos aos usados para resolver as questões da radiação térmica. O efeito de emissão eletrônica com a incidência da luz e suas especificidades também não poderia ser explicado pelos argumentos clássicos, mas foram explicados pela suposição matemática de que a energia eletromagnética fosse discreta. Há de se dizer que, entre o caso de Planck e o de

Einstein, uma diferença de valores dos artifícios surge na história dessas invenções científicas. Enquanto Planck apenas procurava *salvar as aparências dos fenômenos*, não crendo que o recurso ao qual recorreu tivesse raiz na realidade física, Einstein já fez incidir a quantização sobre a natureza da radiação. Contudo, tanto Einstein como Planck não *descobrem* (desvelam) os quanta no olhar para a realidade física, eles os *criam, constroem matematicamente*. O que os possibilita a ter essa nova interpretação não é outra coisa senão a junção entre fenomenotécnica – pois, corpos negros e efeito fotoelétrico não se distinguem em outros ambientes além do laboratório – e a especificidade da linguagem na qual as questões são expressas. É neste sentido que podemos afirmar que o fóton é evocado à realidade por meio da matemática. O fóton também se realiza matematicamente.

Mas podemos ir um pouco mais além e pensar mesmo na criação de fenômenos que antes não existiam, de fenômenos que foram literalmente criados por meio da atuação da Matemática na evolução da Física. Parece ser um pouco ousado falar em criação de fenômenos com esse tom que estamos dando ao tema. Contudo, nos parece ser a única alternativa quando pensamos historicamente o decurso do desenvolvimento de determinados elementos da Física contemporânea.

Mas tenhamos aqui o cuidado em fazer uma importante ressalva e que se não for feita pode levar nosso pensamento às proximidades de outro tipo de pensamento mais místico, de um misticismo que considera o mundo existente como sendo criação da mente humana. Quando afirmamos a criação de fenômenos não é o mesmo que afirmar a criação de coisas que antes não existiam, mas é que o fenômeno de natureza matemática pode ser uma interpretação de segundo plano da realidade construída pela teoria. Nesse sentido, uma teoria pode abrir espaços para a criação de fenômenos que não existiam em outra interpretação teórica do mundo; pode abrir possibilidade para reinterpretar o mundo e ver nele, por meio da lente teórica, fenômenos de caráter matemático que antes não se apresentavam. Aliás, efetemos um aperfeiçoamento dessa ideia: é na certeza de que o mundo existente precede ao seu conhecimento matemático que podemos falar numa criação explicativa de *fenômenos matemáticos*.

O fenômeno do tunelamento quântico nos parece ser um desses fenômenos criados e que pode figurar como exemplo de nosso pensamento. A questão é bem íntima do desenvolvimento da Física contemporânea e, por isso, não é possível o tratamento com total clareza nesse texto. Porém, podemos resumir as questões envolvidas e dizer que a novidade reside na troca do determinismo corpuscular newtoniano por uma interpretação ondulatória probabilística da equação de Schrödinger. No lugar de falar em posições estritamente definidas e conhecidas de partículas, se fala em possibilidades de se encontrar uma partícula quântica em um determinado

lugar e em um dado instante descritos por uma equação de onda. A troca operante é dupla: de partícula para onda, de determinação de posição para densidade de probabilidades regidas por uma equação de onda. Estamos aqui enfrentando o mesmo problema que descrevemos anteriormente, estamos tentando traduzir em linguagem ordinária uma novidade que é essencialmente matemática. Portanto, já estamos cientes do truncamento que estamos realizando ao tratar dessas ideias. No entanto, ainda podemos seguir pedindo que aceitemos as conclusões que não serão demonstradas aqui, mas que podem ser conferidas nos manuais específicos de Física.

O problema, como já expomos, é bem específico e íntimo, mas podemos imaginar uma situação simplificada e sistematizada que o exemplificará. Imaginemos uma partícula que tem determinada energia menor que a energia necessária para atravessar uma barreira. Essa partícula está indo em direção a essa barreira. A Física newtoniana prevê para essa situação uma reflexão da partícula para as regiões de onde ela veio, sem que exista a possibilidade de que ela ultrapasse a barreira. Para nossos termos cotidianos, para as nossas vivências naturalizadas em um mundo macroscópico e newtoniano, nada é mais natural e esperado. Mas se nos deslocarmos para as condições do mundo microscópico, a Física contemporânea realiza outra previsão bem diferente. Se a energia da partícula não for muito menor que a energia necessária para atravessar a barreira, mas ainda se mantendo menor, a previsão é de que existe uma probabilidade de que ela atravesse a barreira. De fato, isso nos parece nada aceitável e tem um caráter de fantástico. Metaforicamente, é como se a partícula transpusesse a barreira por meio de um túnel. Daí a sugestão do nome desse fenômeno de *tunelamento quântico* (EISBERG; RESNICK, 1979).

Mas como surgiu essa previsão? Por qual caminho teórico se realiza a explicação desse fenômeno de tunelamento? Porque de fato não podemos considerar que esse fenômeno figure no rol dos eventos possíveis quando apenas olhamos a realidade física no primeiro momento. Munidos de uma física que descreve essa realidade em termos newtonianos, não podemos inventar ou descobrir o tunelamento. São necessárias outras vias teóricas para que se produza a explicação e a previsão de tal efeito. E essa via vem justamente da atuação da Matemática no contexto da Física Contemporânea. É sobre a possibilidade aberta pelo tratamento matemático da equação de Schrödinger que se descobre o “fluxo de probabilidade” que transpõe uma barreira. É somente na manipulação das equações que representam as densidades de probabilidades que se visualiza a explicação matemática da possibilidade de existência da mesma partícula do nosso exemplo em regiões newtonianamente proibidas. Apenas a título de figura de argumentação, vamos aqui citar uma pequena passagem de um dos manuais de Física contemporânea no qual o tema é tratado:

Estas equações fazem uma previsão que, do ponto de vista da mecânica clássica, é bem notável. Elas dizem que uma partícula de massa m e energia total E , incidente sobre uma barreira de potencial de altura V_0 maior que E e largura finita a tem na realidade uma certa probabilidade T de penetrar na barreira e aparecer do outro lado. (EISNBERG, 1979, p. 261).

É interessante notar que a expressão usada pelo autor é justamente a que indica a responsabilidade de criação dessa previsão: as equações permitem a via para a previsão. A Matemática cria o fenômeno à medida que dá a ele um significado compreendido pela própria razão matemática interna à Física Contemporânea. É nesse sentido que a Matemática cria o tunelamento quântico.

Vejamos, no entanto, que podemos cair num estilo de pensamento em que nossas ideias tomam um sentido diferente do que queremos expor. Não queremos aqui defender a ideia ingênua de que uma parcela do mundo é criada com a manipulação das equações de Schrödinger. Não somos partidários do criacionismo material da mente humana ou do poder da mente sobre a matéria. Antes, pensamos que esse mundo em suas manifestações já existia no contexto da Física anterior aos trabalhos desse pesquisador. Um exemplo de que esse mundo já existia é que o fenômeno de tunelamento é usado para explicar a continuidade de corrente elétrica em ligações elétricas domésticas com fios de alumínio. A camada de óxido de alumínio entre os fios que são juntados em uma instalação elétrica é uma barreira de potencial grande para os elétrons da banda de condução. No entanto, a corrente tem sua continuidade apesar dessa barreira de óxido de alumínio porque os elétrons conseguem transpô-la por tunelamento. Outro exemplo é a explicação de um paradoxo relativo à emissão de partículas alfa por decaimento de núcleos radioativos. Tanto esses como outros exemplos que foram captados pela explicação oferecida pela matemática do tunelamento já existiam. Nada mais comum que ligações elétricas e correntes elétricas em nossas casas, nada mais corriqueiro, para o cientista, que o decaimento de núcleos radioativos. Tudo isso já existia e era de certa forma conhecido, mesmo que lhes faltasse uma explicação coerente com o conhecimento físico de até então.

O que não existia – e que foi criado pela Matemática por meio das manipulações da equação de Schrödinger – foi o tunelamento enquanto a passagem de partículas por barreiras energéticas maiores que a energia da própria partícula. O tunelamento não foi um fenômeno que se deu de imediato ao olhar do cientista na investigação do mundo físico. Não se depara fenomenologicamente com o tunelamento numa relação direta com o mundo material: não é o olhar sobre um fio elétrico – nem mesmo sobre a emissão de radiação corpuscular – que se abre porta para a descoberta do tunelamento. Também não é por dedução, a partir de Newton que se conclui o tunelamento. Mas é somente se apossando da matemática da equação de Schrödinger

que se reconhece um novo fenômeno de valor estritamente matemático. É o calcular o “fluxo de probabilidade através da barreira” que oportuniza o reconhecimento de uma gradação explicativa que leva a partícula ao local classicamente proibido. Sem essa criação matemática seria ingenuidade acreditar que se descobriria o tunelamento apenas por meio da observação dos decaimentos radioativos ou pela observação de correntes elétricas em fio de alumínio. Pensamos que, sem a inserção do tunelamento pela Matemática, esses fenômenos ou ficariam sem explicações ou ganhariam outras oriundas de visões teóricas diferentes. A metáfora é esclarecedora: a Matemática constrói a lente que permite o reconhecimento de um novo fenômeno. O reconhecimento no mundo de um fenômeno que apenas tem sentido em seus próprios termos. É nesse exato sentido que ela cria fenômenos.

Não podemos negar, logicamente, o papel de previsão que esse fenômeno criado pode desenvolver. Ele mostra onde mais ele se repete e em quais condições isso ocorre. Uma vez a Matemática tendo realizado seu papel criacionista dentro da Física contemporânea e dado a luz ao fenômeno antes inexistente, é possível então prever demais instâncias do mesmo caso. Como é o que acontece com uma aplicação tecnológica contemporânea, o microscópio de tunelamento. Não entraremos nesta seara, pois ela envolve relações complexas entre ciência e tecnologia. Contudo, o que queremos indicar é a interessante eficácia que o pensamento matemático criacionista tem de permear a natureza da matéria, resultando até mesmo em aplicações tecnológicas.

Por vezes, quando nos deparamos com essas explicações matemáticas, com as contas desenvolvidas para se dar sentido aos fenômenos, nos esquecemos que a própria Matemática não existe no mundo. Deixamo-nos levar pelas imagens sugeridas pelas próprias equações, seduzidos pela imaginação que realiza na mente a existências de coisas tão estranhas e exóticas às nossas vivências cotidianas. O cálculo do fluxo de probabilidade, para falar de nosso caso, se concretiza em uma realidade imaginada e toma o sentido de transposição concreta. Nesse paralelo mental entre as equações e as equações *existindo*, se impõe o fantástico dessas criações, tema que trataremos em outra sessão de nosso trabalho. Mas podemos adiantar que esse fantástico apenas existe quando não se leva em consideração o âmbito epistêmico, o contexto íntimo de criação desses elementos: as criações da Matemática em sua atuação na Física contemporânea podem somente ser entendidas quando tomamos, sem a sede de fantasia, o próprio decurso da resolução do problema matemático.

Para concluir essa sessão, voltemos ao objetivo inicial de nosso texto que é o de caracterizar, detalhar de forma contextualizada e histórica, o que denominamos de âmbito epistêmico de criação dos elementos da Física Contemporânea. Nossa intenção foi a de criar

argumentos para combater o realismo ingênuo por meio da própria atividade da Física em sua história e em sua especificidade. Podemos ser surpreendidos com a afirmação de que tal exercício é prescindível porque as noções realistas já caíram em desuso no pensamento epistemológico. Concordamos com essa afirmação de forma irrestrita. De fato, é um tanto raro encontrarmos dentre os que pensam a epistemologia quem declare ser realista e adepto a sua forma mais simplória. No entanto, temos duas objeções que fazem com que nossos esforços não sejam inúteis.

Primeira objeção: não é apenas com os que pensam a epistemologia que queremos estabelecer o diálogo, mas também com aqueles que se encontram fora desse círculo específico de pensamento. É justamente longe dos especializados em Física e em Filosofia que encontramos ainda as noções realistas. Temos que dizer, à vista disso, que os argumentos filosóficos que constituem oposição ao realismo ingênuo não se mostram satisfatórios, nesses círculos de pesquisadores, sem um tratamento histórico e epistêmico que trouxemos nessa parte de nosso trabalho. Cremos que não basta apenas apresentar outras vertentes epistemológicas para amordaçar nas mentes não especializadas as noções realistas ingênuas. Ela é muito mais presente do que podemos pensar, pois ela nasce de uma crença de difícil desconvertimento: a de que a ciência desvela as coisas.

Segunda objeção: temos aqui nossas dúvidas de que se as noções realistas ingênuas de fato caíram em desuso até mesmo entre os epistemólogos mais sofisticados. Mostraremos como as apropriações intepistêmicas têm como solo epistemológico as noções, quase que inconscientes, do realismo mais simples e ingênuo. Dessas noções originam-se as mais intrigantes formas de pensar as áreas de conhecimento humano e o mundo. Porém, para que essa objeção faça sentido e se prove legítima, devemos seguir em nossos estudos por meio das outras partes de nosso trabalho.

Tendo visto as duas faces do movimento de criação dos elementos da Física Contemporânea, os problemas específicos e a atuação da Matemática, queremos demonstrar que, diante delas, as teses realistas simples não podem se sustentar. Como elas poderiam se sustentar diante dos argumentos de que a Física contemporânea, antes de qualquer coisa, é uma empreita de solução de problemas em um contexto experimental e teórico? Como elas poderiam resistir aos argumentos de uma criação de elementos personalizados a partir da Matemática? A realidade dos elementos da Física contemporânea é uma realidade mais criada que descoberta, ela é muito mais específica e epistêmica do que geral e holística. Em outras palavras – e elas soarão como redundantes: a *Física contemporânea é uma criação epistêmica*. E essa criação ocorre no âmbito que procuramos descrever e caracterizar nessa parte de nosso trabalho.

Veremos agora como o contemptamento por esse caráter epistêmico e por esse âmbito de criação da Física pode levar o realista ingênuo da fantasia e do devaneio aos movimentos de apropriação interepistêmica com a Física contemporânea. **Argumentaremos posteriormente que esses movimentos apropriacionistas, por se basearem em uma epistemologia realista e ingênua, de um nível primário, fazem renascer dois dos obstáculos epistemológicos de Bachelard: a crença numa natureza única, juntamente com as tendências às generalizações, e o Verbalismo.**

4 O PROCESSO HISTÓRICO DA VALORIZAÇÃO DA FÍSICA MODERNA, O FANTÁSTICO DA FÍSICA CONTEMPORÂNEA E O RENASCIMENTO DOS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Neste capítulo queremos analisar as apropriações interepistêmicas nas produções acadêmicas e demonstrar que elas se convertem em obstáculos epistemológicos ao desenvolvimento das áreas de conhecimentos que as realizam. Ou seja, queremos demonstrar, por meio da verificação nessas apropriações, que os obstáculos epistemológicos de Bachelard renascem e que se baseiam nas concepções realistas dos elementos da Física contemporânea. Essa noção realista ingênua abre portas para as mais diversas utilizações desses elementos em outros campos. Pretendemos com essa parte de nosso trabalho materializar o pensamento que temos preparado até aqui. Cremos que construímos as condições de pensamento necessárias para que possamos de fato realizar a denúncia a que nos propomos no início de nosso ato de escrita e pesquisa.

No subcapítulo 4.1 vamos tecer uma análise de como a Física se valoriza enquanto forma de produção de conhecimento na virada da era medieval para a era moderna. Propomos que essa valorização que a Física goza enquanto ciência a ponto de ter sido – e de ainda ser – referência para outros campos do saber ter ligação com as condições humanas de existência nos séculos anteriores e com a resolução dos problemas ligados a essas condições existenciais. Vamos mais além em nossa análise e adentramos no argumento de que essa valorização histórica da Física moderna se dá também devido ao seu envolvimento com as questões mais específicas das ciências numa tentativa de resolução de problemas mais etéreos e apartados de uma ligação direta com o cotidiano. Especificamente para esse argumento, nos utilizamos da Revolução Copernicana e da atuação de Galileu para mostrar como a Física se incorpora no debate astronômico. Assim, nossa conclusão é de que, historicamente, a Física adquire status de ciência modelo por meio desse processo, se tornando uma das grandes tradições de construção de conhecimento desde a era moderna.

Uma vez cientes desse processo de valorização da Física ao longo de sua história de construção, no **subcapítulo 4.2, proporemos uma causa que explique a tendência às apropriações interepistêmicas a partir da Física contemporânea.** Essas tendências, uma vez fundamentadas no valor histórico da Física, estão ligadas ao aspecto fantástico da Física criada no início do século XX e, por isso, traz um tumulto de impressões e devaneios que fomentam as apropriações. Ligaremos esse fantástico da Física contemporânea a uma representação

mágica, surreal e onírica das interpretações realistas ingênuas da Física. Usaremos a história das artes para nos dar bases para a construção do sentido desse fantástico da Física. É essa interpretação fantástica da Física contemporânea ligada a sua valorização histórica que indicamos como a causa das tendências às apropriações interepistêmicas a partir da Física contemporânea.

Posteriormente, em 4.3, vamos analisar como as noções realistas conjugadas com a crença pré-científica indicada por Bachelard de uma crença de natureza única para as coisas pode trazer de volta **as tendências às generalizações** dos conhecimentos de uma ciência em particular, no caso, a Física. Essas tendências são traduzidas em apropriações interepistêmicas a partir da Física contemporânea

Na terceira quarta, no **subcapítulo 4.4, o verbalismo é nosso foco de estudo: os elementos da Física contemporânea sendo interpretados sem o uso da linguagem específica da Física e sem o uso da Matemática.** Essa interpretação leva os significados desses elementos para longe dos significados epistêmicos, se fechando nos significados que a utilização corriqueira da linguagem ordinária pode oferecer. Assim, as palavras reinam como guia de pensamento e provocam o renascimento do Verbalismo nas apropriações interepistêmicas.

4.1 O Processo Histórico da Valorização da Física Moderna

Parece-nos ser inegável que a Física, desde o início da modernidade, tenha se apresentado e sido considerada como uma atividade singular de produção de conhecimento. Seja pelo grande esclarecimento sobre o mundo, sobre as coisas dos céus e da Terra, seja por ter possibilitado a criação de tantas parafernálias tecnológicas que reorganizaram a vida, a rainha das ciências modernas se vê dentre as atividades mais visadas e acompanhadas, tanto pelo público erudito – tal como as controvérsias galiléicas, como pelo vulgar urbano – como foi o caso quase circense da eletricidade nas atuações de Nicolas Tesla. E nem é muito necessário dizer que essa valorização tem uma razão histórica que deve ser analisada minimamente para que possamos compreender como as apropriações interepistêmicas chegam à Física contemporânea. Tal valorização deve ser compreendida como umas das causas dessas apropriações, especificamente, uma causa histórica.

A intenção desta sessão é mostrar as vias históricas da valorização da Física, assim como de quase todas as ciências naturais, a partir da era moderna. Isso nos preparará para compreendermos as apropriações interepistêmicas em seu contexto epistemológico. Para isso, utilizaremos de uma tentativa de ambientação de questões históricas para que possamos argumentar com mais clareza toda as causas dessa valorização nos atos em que a Física se dedica à resolução das questões do conhecimento e do cotidiano. Essa parte de nosso trabalho será completada com o texto que se encontra no tópico 4.2, momento em que abordaremos uma peculiaridade da Física contemporânea e a indicaremos como mais uma das causas.

Essa singularidade, em realidade, pode ser compreendida por três vias: a primeira, que diz respeito a natural divisão do conhecimento que ocorreu na era moderna, fazendo com que as atuais áreas de conhecimento – especialmente as ciências naturais – se decalcassem definitivamente da Filosofia, tomando corpo próprio no conjunto dos conhecimentos humanos; a segunda via foram as aplicações práticas dos conhecimentos físicos na busca de melhorias de condições de existência material; e a terceira via, resultado do grande embate dos pensadores físicos, compreendidos entre Galileu e Newton, com o grande sistema de ideias aristotélicas que resultou na reformulação das ideias de mundo. Por meio dessas três vias queremos aqui delinear o processo de produção histórica da valorização da Física a fim de compreendermos a imponente dessa ciência sobre as outras formas de produção de conhecimento e entendermos que os processos de apropriações interepistêmicas – o que definiremos logo adiante – ocorrem tendo como uma das causas justamente essa valorização.

A primeira dessas vias não traz nada de demasiadamente oculto para aqueles que estudam a história do pensamento científico ocidental. O tronco comum das ciências modernas, e por isso também das ciências contemporâneas, é o corpo filosófico primordial do ocidente. Esse tronco comum de várias ciências pode ser apreciado em toda gama de pensamento de Aristóteles, por exemplo, no qual podemos encontrar os germes das ciências modernas, como a Biologia, Química e a Física. E é justamente com o rebuliço do pensamento humano na renascença que podemos ver esse tronco comum se ramificando e esses campos de saber se especializando cada vez mais, dando consistência aos campos científicos que temos na atualidade.

A segunda dessas vias históricas que deve ser analisada diz respeito, portanto, às condições materiais de vida que circundavam o homem ainda no início da era moderna. Cremos que, tendo uma mente e percebendo nelas as potências promissoras para o desenvolvimento de suas próprias condições de vida, o ser humano não poderia deixar que seu conhecimento não se

engajassem em tal empreita. Não devemos nos deixar cair no grande erro de interpretação de classificar as épocas medievais como a “noite de mil anos”, marcada pela ausência de produção intelectual, mas devemos salientar que essa produção intelectual tinha outros compromissos que não os relacionados com as condições pragmáticas de vida. Portanto, existia uma grande produtividade intelectual, porém, desapegada das questões diretas das condições de vida, mas compromissada em dar uma interpretação do mundo que estivesse em consonância com as coisas da fé. Assim, impulsionado pela necessidade de a Igreja de se estabelecer enquanto detentora do poder intelectual e do poder de produção artística, o pensamento filosófico se centra no modo de atuar que ficou conhecido como o escolasticismo, que surge nas universidades no século IX e vai até o final da idade média. Essa imprescindibilidade de produção de uma forma de pensar as coisas vem justamente da necessidade de conciliar a fé, tão necessária às bases da Igreja, à razão. Todo o conhecimento passa a ser constituído em um ato que mescla a razão e a crença da Igreja. A interpretação do mundo, sua organização em ideias, é englobada por um sentido dogmático. Dessa forma, o conhecimento sobre o homem e sobre a natureza é da categoria da revelação divina, não se categorizava como um conhecimento inteligível. O conhecimento tinha a função de produzir uma interpretação do mundo de forma que, para onde se mirasse, encontrasse Deus.

Assim, o que marca todo pensamento escolástico é restritamente o esforço de casamento desses dois polos. E essa problemática é algo que se refere essencialmente às coisas espirituais, coisas que estão em outro plano que não o nível cotidiano dos homens medievais. Nas universidades – nas Escolas – se ensina, então, sete disciplinas divididas em dois grupos: *Trivium* (gramática, retórica e lógica), e o *Quadrivium* (aritmética, geometria, astronomia e música). Os problemas que despertam a atenção são aqueles relacionados à relação entre o homem e Deus, à alma, ao céu e ao inferno. Não há, portanto, espaço para as investigações daqueles problemas do nível cotidiano, mesmo que fossem do nobre ou do servo. E ambos, sofrendores dos problemas diários, estavam marginalizados das produções intelectuais: a Igreja detinha esse campo como seu monopólio.

A era moderna traz outras preocupações para a produção de conhecimento. Deixando para trás a necessidade de conciliar a fé e razão, o pensamento deixa de mirar Deus e suas coisas e se volta para o homem e seus elementos. Esse estorvo de pensamento em direção às coisas seculares fez com que as produções intelectuais, especialmente as ciências, viessem a ter as características antropocêntricas e passassem a ter a condição humana como umas das questões pertinentes. Em contraposição ao conhecimento contemplativo e voltado para as coisas etéreas do mundo espiritual que marcou a era anterior, o homem moderno vê a necessidade de que a

atividade de produção de conhecimento se faça valer no contexto dos resultados práticos, no contexto da produção de condições mais favoráveis de vida. Portanto, o empirismo nasce nos meios acadêmicos como maneira de se chegar ao conhecimento do mundo. Agora, o mundo não tem mais aquele valor de uma manifestação divina e o conhecimento sobre ele passa a ter um caráter inteligível. A burguesia surge, a reforma protestante e toda sua lógica diferenciada da lógica católica acontece na Europa; assim, o homem, suas necessidades e seus desejos passam a ser o centro das atenções das ciências que então nasciam.

E essa convocação das forças mentais dos homens para um novo tipo de missão aparece já nas palavras de Francis Bacon, na transição entre os séculos XVI e XVII. Ela é construída como uma convocação à dominação do ser humano sobre a natureza, da mente humana sobre suas condições materiais de vida. Esse domínio não é o sadismo exploratório que temos atualmente, em que não apenas conseguimos relativamente dominar a natureza, mas em muitos aspectos, nós a exploramos nos mais altos níveis. É antes um domínio em busca da defesa das intempéries e da sobrevivência individual e coletiva; um domínio que buscasse, nos recursos próprios da natureza, as condições de maior conforto.

Bacon (1973) se apressa em dizer, em *Nova Organum*, sobre a necessidade de deixar o conhecimento livresco e etéreo, compromissado mais com a elegância e com a autoridade tradicionalista que com a realidade, em prol de adentrarmos ao interior da natureza para daí fazer dela meio de correção dos desconfortos de nossas condições materiais:

Mas aqueles dentre os mortais, mais animados e interessados, não no uso presente das descobertas já feitas, mas em ir mais além; que estejam preocupados, não com a vitória sobre os adversários por meio de argumentos, mas na vitória sobre a natureza, pela ação; não em emitir opiniões elegantes e prováveis, mas em conhecer a verdade de forma clara e manifesta; esses, como verdadeiros filhos da ciência, que se juntem a nós, para, deixando para trás os vestibulos das ciências, por tantos palmilhados sem resultado, penetrarmos em seus recônditos domínios. (BACON, 1973, p. 5).

Fica claro que para Bacon o conhecimento sobre a natureza é a chave para o seu controle, o que contrasta com passividade do pensamento do homem medieval, cujo único instrumento de intervenção na natureza era, em geral, a própria intervenção divina. Essa certeza na possibilidade de uma postura mais ativa do homem na relação com a natureza material conta com a ciência como o meio de efetivar essa atividade, de colocar para valer aquilo que a mente produz face à aridez da natureza. Ele reclama das tradições dos embates intelectuais, nos quais a prioridade era manter a superioridade intelectual sobre o adversário, mas que em nada resultava para a resolução dos problemas humanos. Ainda expressa uma impressão que o assalta, de que a verdadeira ciência que deveria ser feita ainda não havia sido inaugurada, mas

que apenas suas superfícies haviam sido arranhadas, sem nenhum grande resultado. Isso é, portanto, bem distinto daquilo se tinha como ideal de produção do conhecimento na idade média.

O quadro expresso por Bacon nessa passagem não é, cremos, fruto apenas de suas tendências filosóficas, mas por certo é mais o próprio resultado do então estado das coisas e da ciência que era vigente. Ou seja, o que impelia o pensamento baconiano era justamente a premência de uma correção de rumos entre a vida e o pensamento, entre o pensamento e os problemas a serem resolvidos: ele quer que o pensamento seja útil para pensar soluções.

De fato, por estarmos tão rodeados de elementos que nos facilitam a vida nos mais variados aspectos – elementos concretos e abstratos – não podemos aquilatar o que era estar nas mesmas condições de vida reinantes em épocas mais distantes da nossa. No entanto, esse exercício não é algo inexecutável, mas pode ser atingido com um retrospecto histórico que mostre, em seus fins, pontos de grandes diferenças entre o que temos hoje e o existia de condições do passado. Queremos, assim, construir aqui argumentos que possam nos oferecer um quadro geral daquilo que estamos falando, queremos nos transportar, pelos artifícios dos detalhamentos históricos do cotidiano do homem pré-moderno e moderno, às condições materiais que antes imperavam. Essa transposição terá a função de nos mostrar o real contextos de falas e ideias como as de Bacon, mas também é um dos meios de se compreender como a Física e outras ciências naturais se tornam as vedetes da idade moderna. **Essas ciências, além de outras atividades às quais se dedicaram, empenharam-se na investigação de solução para os grandes problemas que afligiam a humanidade.** Portanto, passemos às considerações de algumas dessas condicionantes de vida para que, posteriormente, essas análises possam nos patrocinar em nossa compreensão da valorização historicamente circunstanciada da Física.

Não podemos ter exatamente a noção das condições existenciais do homem nos séculos anteriores à nossa era, mas nos parece que o último século nos legou um desenvolvimento escandaloso quando comparado com aqueles que existiram nos séculos anteriores. De forma que, quando comparado aos dias atuais, os séculos passados parecem homogêneos em termos de condições materiais de vida, seja no sentido individual ou coletivo. Portanto, o século XV guarda pouca diferença em relação ao século XVIII; no entanto, este mesmo período está abismalmente distante do século XX. Não queremos com isso defender a ideia de que não ocorreram desenvolvimentos importantes e essenciais nesses períodos, mas queremos indicar que, quando comparados aos que ocorreram nos séculos XX, os antecessores se planificam pelo peso dessa comparação. Assim, quando passamos a imaginar, com as nossas intenções de fazer

uma análise das condições científicas e técnicas de épocas anteriores, podemos e devemos esperar as imagens exóticas que as produções literárias são mais capazes de transmitir do que até mesmo os documentos históricos:

Na época a que nos referimos dominava nas cidades um fedor dificilmente imaginável para o homem dos tempos modernos. As ruas tresandavam a lixo, os saguões tresandavam a urina, as escadas das casas tresandavam a madeira bolorenta e a caganitas de rato e as cozinhas a couve podre e a gordura de carneiro; as divisões mal arejadas tresandavam a mofo, os quartos de dormir tresandavam a reposteiros gordurosos, as colchas bafientas e ao cheiro acre dos bacios. As chaminés cuspiam fedor a enxofre, as fábricas de curtumes cuspiam o fedor dos seus banhos corrosivos e os matadouros o fedor a sangue coalhado. As pessoas tresandavam a suor e a roupa por lavar; as bocas tresandavam a dentes podres, os estômagos tresandavam a cebola e os corpos, ao perderem a juventude, tresandavam a queijo rançoso, leite azedo e tumores em evolução. Os rios tresandavam, as praças tresandavam, as igrejas tresandavam e o mesmo acontecia debaixo das pontes e nos palácios. O camponês cheirava tão mal como o padre, o operário como a mulher do mestre artesão, a nobreza tresandava em todas as suas camadas, o próprio rei cheirava tão mal como um animal selvagem e a rainha como uma cabra velha, quer de Verão quer de Inverno. Isto porque neste século XVIII a atividade destrutiva das bactérias ainda não encontrara fronteiras e não existia, assim, qualquer atividade humana, quer fosse construtiva ou destrutiva, qualquer manifestação da vida em germe ou em declínio, que estivesse isenta da companhia do fedor. (SUSKIND, 1985, p.10).

E a atividade das bactérias somente encontraria fronteiras quando de fato fossem conhecidas suas características e essências, quando se compreendesse, por meio dos esclarecimentos da ciência que nascia, os efeitos de sua atuação sobre a matéria, viva ou não. A atividade espiritual do homem, pelos vieses da ciência, precisaria recair sobre o problema das bactérias para então o mundo tomasse cheiro de outras coisas. O fator objetivo que tangia um dos sentidos humanos somente seria alterado pela investigação ativa. Mas se a passagem é artística demais para que possamos sobre ela levantar argumentos para nosso trabalho, guardemos então apenas a impressão que elas nos causa, pois essa mesma ocorre quando nos debruçamos sobre o problema das doenças e de seus tratamentos até o início da idade moderna.

“Sangrai e purgai-o e se morrer, enterrai-o”. O ditado é indicado por Santos (2005) como um dos adágios que descrevia os tratamentos dispensando pelos médicos de Lisboa dos séculos XVI e XVII e que consistiam exatamente nos procedimentos de sangria dos enfermos e dos acidentados. A sangria – ou flebotomia – era, portanto, o sangramento do enfermo em pontos específicos do corpo conforme a sua enfermidade e era aplicado por sangradores especializados na técnica que havia sido construída desde os tempos mais remotos. À época, a sangria não era, como podemos pensar, um tratamento periférico e mal feito por pessoas ignorantes, mas era um procedimento oficial e aplicado por doutos conhecedores dos assuntos de saúde. A base teórica de sua existência remete aos escritos de Hipócrates e a toda medicina antiga. Essa base indicava

que tanto a matéria inanimada quanto o corpo vivo eram constituídos de uma combinação de diferentes proporções dos quatro elementos primordiais: terra, água, fogo e ar. E esses quatro elementos, em misturas próprias, produziam quatro humores distintos no corpo humano: o sangue, a bÍlis amarela (produzida no fÍgado), a fleuma (produzida no cÉrebro) e a atrabÍlis (produzida no baço). Assim, considerava-se as doenças como um desequilÍbrio desses humores, eles se localizavam demasiadamente em alguma parte do corpo. Esses humores maléficÓs que se achavam acumulados poderiam ser expelidos de forma natural pelo corpo. Dessa forma, as secreções do corpo eram interpretadas como a saÍda desses humores em excesso: a fleuma, expelida pelo nariz nos resfriados; a bÍlis amarela, no vÔmito nos problemas estomacais; a atrabÍlis, expelidas nas fezes nos casos de problemas intestinais; e o sangue era expulso pelas feridas e pelos pulmões nos casos de doenças pulmonares (SANTOS, 2005).

Vejam que nÃO estamos aqui falando de algo que nÃO tenha base teÓrica, desprendido dos estudos especÍficos da Área da saúde. O procedimento de sangria era justamente o que se tinha de ciÊncia, de conhecimento sobre o tratamento de doenças. A medicina hipocrática era justamente a base teÓrica desse tratamento. E ela era usada para tratar qualquer mal, era considerada a soluçÃo para todos os males de saúde que iam desde dores musculares aos tumores e dores na coluna. E cada local produzia um efeito quando sangrado:

Compreender o intrincado mapa do sistema venoso era mesmo tarefa difÍcil. Segundo o cirurgião, podia-se sangrar quarenta e duas veias: dezoito na cabeça, doze nos braços e doze nos pés. De acordo com suas recomendações, sangrava-se atrÁS das orelhas (veias parÓtidas) para combater catarros antigos e as chagas de cabeça; na testa (veias temporais) para curar oftalmias; no canto dos olhos (veias “aspicientes”) para sanar enfermidades na face e vermelhidÃo na vista, debaixo da lÍngua (veias “leonicas”) para livrar o doente das dores de garganta. E ainda dentro e fora do nariz e nos lÁbios. Apenas o “sovaco” deveria ser poupado de incisões. (SANTOS, 2005, p. 54).

Para reforçar ainda mais o que pretendemos formular em nossas mentes, temos que dizer que as tÉcnicas de sangria contavam com a ajuda de vermes sugadores que faziam as vezes das lancetas e das ventosas. Eles eram usados em casos nos quais o paciente estava tÃo debilitado com a doença e com a terapia que nÃO seria mais capaz de suportar os cortes e as hemorragias:

As sanguessugas eram recomendÁveis nos casos em que o doente jÁ estava muito debilitado e nÃO suportava mais os cortes. Para que os vermes cumprissem o papel de sugar o sangue, o certo era deixÁ-los de molho em Água limpa desde a véspera para que deitassem fora qualquer excrescência e ficassem com “o ventre vazio”. Na hora da aplicaçÃo, friccionava-se a pele atÉ provocar vermelhidÃo, ou untava-se a regiÃo com sangue de galinha ou de qualquer outro animal, para que os bichos cedessem ao seu apetite natural. (SANTOS, 2005, p. 56).

A inquestionável base teórica, alicerçada na autoridade dos médicos antigos, permanece por toda idade média e consegue chegar aos médicos modernos. Ou seja, a sangria é a representação da constância do pensamento do homem ocidental quando pensava seus males diários:

Derivada dos incipientes conhecimentos do saber médico antigo, a arte de sangrar popularizou-se no medievo e adentrou incólume os Tempos Modernos. A aversão ao experimento, o apego aos tabus do corpo, traduzidos na censura imposta à dissecação de cadáveres pela Igreja Medieval, inibiram qualquer reavaliação do sistema hipocrático-galênico, transformando-o numa tradição. Nem mesmo a suspensão das sanções pontifícias aos estudos anatômicos, motivada pela pandemia que ceifou milhares de almas, às portas da Época Moderna, foram suficientes para destroná-lo. (SANTOS, 2005, p. 46).

E essa mesma técnica não foi questionada em momento algum a partir de seus resultados; não se chega a questionar o seu valor mesmo com os problemas mais patentes que aconteciam. Em alguns casos, o valor das sangrias era questionado por alguns praticantes da medicina, mesmo assim não chega a ser algo generalizado. Os seus praticantes, os barbeiros sangradores, se davam a outros trabalhos, como a retirada de dentes. Essas tarefas também não tinham eficiência garantida assim como a própria sangria e nunca tinha um final feliz:

Em novembro de 1643, Margarida Vaz sofreu na carne a imperícia do barbeiro Valentim Ferreira, que lhe extraiu um dos dentes e deixou as raízes retidas em seu maxilar. Como a detenta se contorcia em dores após o atendimento, o barbeiro foi chamado novamente aos cárceres para concluir a extração. Valentim, no entanto, foi incapaz de corrigir o malfeito, alegando que não tinha os “ferros” necessários. Diante do imponderável, o alcaide dos cárceres apelou para a ajuda de um saca-molas estrangeiro, residente em Lisboa, para realizar o trabalho. Margarida foi conduzida pelo guarda José da Silva até à casa do próprio alcaide e lá o profissional resolveu o problema. (SANTOS, 2005, p. 58).

Somente com a descoberta da circulação sanguínea e com o esclarecimento da natureza das diversas doenças foi que a sangria passou a ter o aspecto de uma prática bizarra e sem eficiência. Não é necessário dizer que, caso ela tivesse alguma eficiência comprovada diretamente, teria sobrevivido na medicina atual.

Ademais, as mazelas do homem ocidental até início da era moderna não se limitam ao campo da saúde. Nos gabamos do quanto podemos nos comunicar e nos locomover com agilidade hoje em dia. No entanto, nos lembramos que isso nunca foi realidade fora de nosso século, mesmo para as classes mais ricas e privilegiadas e que essa agilidade veio com o desenvolvimento progressivo do conhecimento sobre a natureza física das coisas. Por isso, nos casos mais rápidos, na idade média, as viagens cobriam distância ao longo de um dia, o que

cobriríamos atualmente em uma hora com os automóveis mais modestos. Não dizemos isso a fim de demonstrar a superioridade atual de nosso desenvolvimento tecnológico, mas sim com a finalidade de evidenciar as condições anteriores ao desenvolvimento das ciências modernas. Em um artigo, uma viagem realizada por uma caravana diplomática através da península Ibérica é analisada. A conclusão é que não se tem como explicar a agilidade do comboio que conseguia cobrir, ao longo de um dia de jornada, distâncias próximas de 100 km “Saíram de Estella a 26 de maio, tendo chegado a Sevilha a 9 de junho de manhã. Aí permaneceram durante todo um mês e a 8 de julho iniciaram o caminho de regresso, caminho que viria terminar em Pamplona, a 24 do mesmo mês.” (GONÇALVES, 1980, p. 124).

Figura 3 - Viagem pela Península Ibérica na Idade Média

Data	LOCAIS DE PARAGEM			Distância aproximada entre as povoações (Km)
	Começo da jornada	Paragem para jantar	Local de dormida	
26 de Maio	Estella	Los Arcos	Viana	19 + 19 = 38
27 » »	Viana	Nájera	Belorado	36 + 42 = 78
28 » »	Belorado	Zalduendo	Burgos	27 + 22 = 49
29 » »	Burgos	Palenzuela	Dueñas	43 + 40 = 83
30 » »	Dueñas	Valladolid	Medina del Campo	31 + 42 = 73
31 » »	Medina del Campo	Madrigal	Zapardiel	24 + 80 = 104
1 de Junho	Zapardiel	Barco de Ávila	Cabezuela	26 + 36 = 62
2 » »	Cabezuela	Plazencia	Cancres	33 + 67 = 100
3 » »	Cancres	Rio de Molinos	Merida	36 + 37 = 73
4 » »	Merida	Almendraejo	Fuente del Maestre	29 + 17 = 46
5 » »	Fuente del Maestre	Zafra	Fuente de Cantos	14 + 24 = 38
6 » »	Fuente de Cantos	Monesterio	Castel Gallart	20 + 10 = 30
7 » »	Castel Gallart	Realejo	Almadén	15 + 13 = 28
8 » »	Almadén	Castiblanco	Alcalá del Rio	27 + 17 = 44
9 » »	Alcalá del Rio	Sevilha	—	10 — 10

Fonte: (GONÇALVES, 1980, p. 127).

Disponível em: https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/562/1/IriaGoncalves_p119-142.pdf

Viajando de povoado em povoado, o comboio segue jornadas de até 100 km por dia, distância que o autor do artigo não consegue explicar com certeza, uma vez que, em parte, o grupo seria formado por homens que andariam a pé (os peões). Essa distância seria relativamente aceitável quando todo o grupo estivesse montado, no entanto, não parece ser esse o caso. Mas os problemas de uma viagem como essa não são restritos à demora ou à velocidade que se conseguia desenvolver. Outros elementos também complicavam a situação: alimentação, doenças, hospedagens e os riscos de assaltos e de perdas no meio do caminho. Os registros de despesas da viagem contam com itens de medicamentos e pagamento a barbeiros sangradores por serviços prestados tanto aos animais como as pessoas. No total, a viagem demorou 15 dias aproximadamente para ser realizada, uma distância de aproximadamente 856 quilômetros. A

mesma distância seria percorrida pelas primeiras locomotivas em cerca de 30 horas no período pós-industrialização, ainda no século XIX.

Esses horrores cotidianos de outros tempos não nos afligem mais – hoje temos outras aflições bem maiores – porém, existiram e permearam a vida humana até os desenvolvimentos mais recentes. Estando numa condição imposta pelo próprio desenvolvimento e estado de avanço dos conjuntos de conhecimentos e das técnicas, o homem pré-moderno, mesmo sofrendo esses horrores, ainda não invocava as forças intelectuais para a tarefa de construção ativa de uma melhor condição de vida. É interessante notar que serão as forças intelectuais a retirarem de cena esses – e muitos outros – problemas de que tratamos apenas de modo exemplificativo. Eles eram ainda subjugados por essas condições extremamente objetivas de vida e de existência, condições bastante áridas.

É lógico que estamos, em todo tempo de nossa história, criticamente dormentes quanto a nossa situação de desenvolvimento e não podemos ter, ao certo, a noção de qual são nossos horrores. Sabemos de nossos problemas mais pungentes, aqueles que nos atingem diretamente de forma notória, mas uma gama de outros nos passa batido sem que possamos ao menos ter o vislumbre que ele existe e que terá solução no futuro mais ou menos próximo. Por acaso o homem medieval considerava uma jornada de cem quilômetros por dia uma condição de penúria, ou considerava um grande alívio para uma viagem de oitocentos? Portanto, é assim que podemos afirmar que aceitamos as misérias de nossa condição de existência com toda passividade que a falta de conhecimento dos futuros estágios de desenvolvimento humano nos lega – e seria diferente se tivéssemos acesso ao que está por vir. No entanto, é olhando para trás, tendo como base o presente, que podemos avaliar os horrores cotidianos do passado e construir a noção do quanto o conhecimento da matéria e do mundo nos guiou à extirpação de nossos horrores. Podemos compreender nosso atual estado apenas com a lembrança dos estados passados. Nos parece, diante desse quadro, que a lida direta com a matéria desconhecida, com o mundo ainda por desvendar, nos tortura de maneira silenciosa e taciturnamente e nos obriga a avançar: a medida de nossos tormentos é a contramedida de nossos desconhecimentos.

Todavia, parece que alguns pressentem as dormentes dores inerentes aos estágios de desenvolvimento do pensamento científico e se apressam em nos alertar. É assim que Bacon resolve estabelecer de forma sentenciosa a nova finalidade dos esforços intelectuais humanos e da ciência. Resolve, portanto, se rebelar contra as tradições de construção de pensamento e de sistemas de ideias, que nada tinham de compromisso com os problemas relacionados à natureza, e estabelecer que a função humana mais sublime é justamente compreender a natureza para então dominá-la:

Mas se alguém se dispõe a instaurar e estender o poder e o domínio do gênero humano sobre o universo, a sua ambição (se assim pode ser chamada) seria, sem dúvida, a mais sábia e a mais nobre de todas. Pois bem, o império do homem sobre as coisas se apoia unicamente nas artes e nas ciências. A natureza não se domina, senão obedecendo-lhe. (BACON, 1973, p. 82).

O império do homem sobre as coisas inverte a condição imposta até então: a da sujeição do homem às condições objetivas de sua vida pré-moderna. E esse império é fundado pela razão. As artes e as ciências têm agora a função de investigação do mundo e essa investigação se presta a dominação da natureza. Para Bacon, a ciência deve procurar, antes de qualquer coisa, a melhoria da condição humana; deve buscar a solução dos problemas e dos sofrimentos cotidianos. O conhecimento agora deve ser construído para o ser humano, para as coisas que lhe pertencem e deve, portanto, ser útil em sua última instância. Mas não é uma dominação mágica de que Bacon fala, em que a dominação vem de poderes sobrenaturais oriundos de Deus. Ao contrário, é de uma dominação que advém do conhecimento íntimo da natureza, de um conhecimento natural, pois é somente conhecendo que se pode compreender as leis do mundo material.

O conhecimento não é mais o fruto da revelação e nem mesmo a ciência busca encontrar no mundo a imagem divina. Ao contrário, ela olha a matéria como uma incógnita a ser decifrada para reverter o devorar cotidiano do homem pelas condições reinantes. O homem não tem a vantagem de ser interpelado de antemão pela Esfinge, ela o obriga a decifrá-la sob pena de continuar devorado. Podemos até dizer que é justamente nesse período que nasce o que mais à frente em nosso trabalho denominaremos de noções primitivas de ciência e de cientista. Contudo, não devemos esquecer que essa classificação de ingenuidade parece ser mais adequada ao contexto científico mais avançado e que as noções de descobertas e de cientistas descobrindo as coisas do mundo são suficientes aos contextos de Bacon. Entramos na era das descobertas em si, no qual o nível epistemológico de que a ciência descobre as coisas da natureza dá conta de transmitir a ideia corrente de que é função dela o desvelar das coisas ocultas. E Bacon (1973) nota isso quando deixa claro que:

Em primeiro lugar, parece-nos que a introdução de notáveis descobertas ocupa de longe o mais alto posto entre as ações humanas. Esse foi também o juízo dos antigos. Os antigos, com efeito, tributavam honras divinas aos inventores, enquanto que concediam aos que se distinguiam em cometimentos públicos, como os fundadores de cidades e impérios, os legisladores, os libertadores da pátria de males repetidos, os debeladores das tiranias, etc., simplesmente honras de heróis. E, em verdade, a quem estabelecer entre ambas as coisas um confronto correto, parecerá justo o juízo daqueles tempos remotos. Pois, de fato, os benefícios dos inventos podem estender-

se a todo o gênero humano, e os benefícios civis alcançam apenas algumas comunidades e estes duram poucas idades, enquanto que aqueles podem durar para sempre. Por outro lado, a reforma de um Estado dificilmente se cumpre sem violência e perturbação, mas os inventos trazem venturas e os seus benefícios a ninguém prejudicam ou amarguram. Além disso, os inventos são como criações e imitações das obras divinas, como bem cantou o poeta (...) (BACON, 1973, p. 80).

E assim, na obediência subversiva a essas leis, as próprias potências da matéria são usadas para a resolução dos horrores seculares. Os fenômenos são analisados, decifrados e o que os produz é, por sua vez, catalogado na lista das descobertas. De Bacon em diante, veremos *Teslas* dominando os selvagens fenômenos da eletricidade, até então repentinos e imprevisíveis nos raios, e usando-os para iluminar cidades e construir linhas de bondes elétricos; ou veremos *Flemings* colonizando fungos e retirando deles a cura para a tuberculose e outros males, juntamente de *Harveys* que estabelece a circulação sanguínea; ou veremos as primeiras descobertas da termodinâmica e de suas máquinas que levaram aos primeiros congeladores. Compreende-se a matéria, buscando nela as condições de seu uso e de sua utilidade. A luz, a cura, a velocidade e a refrigeração como fruto da atuação da razão sobre o mundo: é nesse sentido que a ideia de Bacon de que “*a natureza não se domina, senão obedecendo-lhe*” ganha sentido e se concretiza.

Desse modo, não nos parece exagero quando afirmamos que a maior das descobertas da idade moderna no campo das ciências não é nenhuma outra coisa senão a descoberta de que o ser humano pode *descobrir* as coisas do mundo, de que o mundo é inteligível quando ativamente investigado. Não apenas de descobertas acidentais e eventuais, mas de uma descoberta ativa. Isso, portanto, exigia um método de investigação de descoberta. E Bacon entrevê que esse método é baseado em duas coisas: na observação do mundo para dele tirar suas constâncias e de que essas constâncias podem ser interpretadas como leis naturais. Dos casos particulares da observação podemos deduzir as leis gerais da natureza, essa é a ideia principal do inducionismo baconiano. A intuição pura e simples que vem das observações, sem método e sem critérios de investigação, deve ser descartada e somente deve ser retomada caso a observação seriada e a conclusão inducionista a confirme num momento posterior. A lida da mente é direta com as coisas da natureza:

Resta-nos um único e simples método, para alcançar os nossos intentos: levar os homens aos próprios fatos particulares e às suas séries e ordens, a fim de que eles, por si mesmos, se sintam obrigados a renunciar às suas noções e comecem a habituar-se ao trato direto das coisas. (BACON, 1973, p. 12).

É o trato direto das coisas que podemos compreender como uma posição empírica que pode garantir que o conhecimento seja construído em bases sólidas diante do mundo, não mais o conhecimento deve ser construído sobre bases da intuição ou da revelação. Quando a construção do conhecimento se entrega às noções desvinculadas da observação das coisas do mundo que o empiricismo requer, esse conhecimento pode ser um devaneio errôneo. Essa entrega é um dos ídolos baconiano, elementos que se encrustam na construção do conhecimento e que atrapalham sua eficiência e sua utilidade. Era justamente a crítica lançada por ele a Aristóteles e a seus seguidores escolásticos:

Aristóteles estabelecia antes as conclusões, não consultava devidamente a experiência para estabelecimento de suas resoluções e axiomas. E tendo, ao seu arbítrio, assim decidido, submetia a experiência como a uma escrava para conformá-la às suas opiniões. Eis por que está a merecer mais censuras que os seus seguidores modernos, os filósofos escolásticos, que abandonaram totalmente a experiência. (BACON, 1973, p. 25).

Assim, podemos compreender a ciência moderna como uma reação a forma escolástica de construção de conhecimento e de interpretação de mundo. Mas podemos compreendê-la também como uma necessidade instigada pelas condições de vida pré-modernas. E a ciência baconiana requer justamente uma relação metódica com a natureza em favor de uma construção de conhecimento que seja útil para a resolução das mazelas que ainda assolavam o homem. Ainda não faremos nossas considerações sobre como a Física moderna se modela como ciência e, de certa forma um pouco discutível, assume os preceitos baconianos para a construção do conhecimento. Passemos a analisar a terceira via em que essa consolidação de valorização enquanto ciência ocorre para depois, com mais argumentos, possamos demonstrar tais processos.

E essa terceira via de valorização histórica da Física enquanto ciência ocorre concomitantemente com todos os outros processos que temos comentado. No entanto, essa via histórica de valorização já não mais se encontra no nível da resolução das adversidades seculares do homem, mas perpassa por problemas dos céus e das ideias. Ou seja, a ciência moderna, para além de atuar no nível das coisas cotidianas, atua também no contexto da solução das problemáticas mais etéreas que afligiam as estruturas de pensamentos do homem na transição para a era moderna. Portanto, podemos dizer que ela tem a restrita ambição de se fazer valer desde as coisas do chão as coisas dos céus.

Aqui não podemos nos precipitar em dizer que essa terceira via de atuação da ciência moderna é algo de inovador nas tradições de pensamento do conhecimento ocidental, tal como

tentamos demonstrar a novidade na atuação com relação aos problemas ordinários. Essa precipitação negaria que toda essa história de pensamento ocidental esteve sempre ligada à tentativa de construção de uma descrição de mundo e universo que fosse coerente e coesa com aquilo que se observava. Kuhn (1957) mostra como toda a construção do universo aristotélico se prestava justamente a isso, à construção de uma descrição das coisas que abarcasse todas as peculiaridades: movimentos, constâncias, corrupções, estrelas, lua, animais, homens etc. Kuhn (1957) denomina essa estrutura de pensamento e de descrição como *mundividência aristotélica* e deixa claro que, mesmo hoje nos parecendo algo errôneo e simplório, nada tinha de fato de ingênuo e de discrepante com as coisas em si. Portanto, nada trazemos de novidade quando afirmamos que o pensamento científico moderno se debruça sobre as questões diversas daquelas de que tratamos. Porém, mesmo assim, ela se infiltra por essas questões, buscando resolver problemas que já começavam a se manifestar.

É assim que, antes mesmo de Galileu e de Newton, os dois grandes físicos, Copérnico já anunciava a necessidade de uma reforma nos céus da era escolástica. E os problemas do sistema ptolomaico pareciam ser proeminentes: os astros não mais se conformavam ao sistema e o sistema não mais poderia oferecer segurança para as previsões astronômicas. A problemática é na Astronomia descritiva, porém mexer na astronomia é mexer com todo um universo bem estruturado e coeso, mesmo que não tenha sido essa a intenção do astrônomo polonês. Ou seja, mesmo que o problema fosse na Astronomia, muito da Física ainda iria se requerer a fim de justificar as mudanças teóricas propostas pelos astrônomos copernicanos nos séculos que se seguiriam. Quando se muda algo em um universo assim, nada fica imune à revalorização, mudanças ou mesmo supressões.

Em pleno século XVI, com a busca do homem europeu por terras e por rotas comerciais, umas das grandes necessidades era justamente a criação de cartas de navegação mais precisas que possibilitassem uma melhor orientação mar adentro. As rotas marítimas eram a grande promessa de expansão do mundo que já existia e a garantia de conseguir novos povos para a colonização católica. E a criação dessas cartas de navegação exigiam maiores conhecimentos das posições planetárias e estelares, coisa que se encontrava em crise à época de Copérnico. O sistema astronômico de Ptolomeu havia se tornado denso demais e apresentava tantos elementos geométricos para descrever os movimentos planetários que sua complexidade corroeu seu poder de previsão ao longo do tempo em que ele foi evoluindo. E a medida que se descobriam novos mares, novas terras e novos povos, o homem europeu se convenciu de que a Terra não era exatamente da mesma forma preconizada por Ptolomeu e seus seguidores. A medida que se descobria o mundo, se descobria também novos céus, com novos elementos que não se

encontravam na astronomia ptolomaica. Essa condição de novidade e de contínua descoberta da Astronomia do século XVI requeria uma reformulação dos cálculos dos movimentos dos planetas e das estrelas. Além da problemática relacionada à expansão marítima europeia, outra foi a contagem dos dias, das estações e dos anos no então vigente sistema de calendário. O problema, ainda no século de Copérnico, impulsionou o estudo astronômico da era moderna. A igreja foi impelida a estimular uma reformulação do calendário juliano pelas imprecisões de datas que ocorriam desde o século XIII. No entanto, essa reformulação não era possível pois, como alegou o próprio Copérnico, um dos que foi convidado pela Igreja a se dedicar ao assunto de reforma do calendário, os astrônomos não estavam seguros nem mesmo dos movimentos da Lua e do Sol, não sendo possível, por isso, a determinação nem mesmo das estações do ano (MOURÃO, 2003).

Durante um tempo, de 1514 a 1516, Copérnico se dedica interinamente ao estudo da Astronomia com a intenção de melhor descrever o movimento do Sol e da Lua. No prefácio de sua obra principal, Copérnico deixa claro essa intencionalidade e expõe de forma clara a problemática do calendário:

Após o concílio de Latrão, quando se discutiu a reforma do calendário da Igreja, a questão permaneceu sem solução pela única razão de que não se dispunham de medidas suficientemente exatas dos anos e dos meses, nem da revolução do Sol e da Lua. Desde esse tempo, encorajado por um homem eminente, o senhor Paul, bispo de Fossombrom, que nesse tempo cuidava do assunto, comecei a dirigir meu espírito para estudar mais de perto essas coisas. (COPÉRNICO apud MOURÃO, 2003, p. 135).

Os esforços de Copérnico resultaram naquilo que já conhecemos como uma das mais importantes passagens da ciência, a reformulação de todo o sistema astronômico de Ptolomeu, levando a Terra para a posição de mais um planeta e retirando sua condição de imobilidade. No lugar, Copérnico entrona o Sol como centro imóvel do sistema de astros.

Mas não vamos pensar que essa nova proposta de sistema astronômico de Copérnico nasce já se impondo de forma indubitável e sem problemáticas controversas. Pelo contrário, o sistema copernicano somente se impôs como um sistema astronômico melhor que o ptolomaico muito tempo depois de sua criação e por meio de grandes acréscimos teóricos à obra original. No instante em que ele foi criado, mesmo tendo trazido novidades revolucionárias ao movimento dos astros e a todo sistema, sua capacidade de descrever os céus não era melhor que a capacidade de previsão da astronomia geocêntrica. Ou seja, é somente por uma leitura a-histórica que podemos cantar vitória imediata de Copérnico sobre Ptolomeu e, portanto, do heliocentrismo sobre o geocentrismo. O que o decurso histórico das ideias de Copérnico

demonstra é justamente o contrário: demonstra que o sistema heliocêntrico nasce refutado pelos mais diversos argumentos, fadado a ser considerado como uma ideia maluca que seria jogada no lixo da história do pensamento científico, tal como ocorrido com a proposta anterior de heliocentrismo de Aristarco de Samos. Essa situação do sistema copernicano, tecnicamente e filosoficamente embaraçosa, só seria solucionada com a intervenção de novas ideias, de novos discursos.

A primeira instância complicada do sistema heliocêntrico de Copérnico é de natureza astronômica e diz respeito a sua capacidade de resolver as problemáticas de previsão e de descrição dos astros. Os problemas das cartas de navegação e o problema da reformulação do calendário, pontapés iniciais da Revolução Copernicana, não poderiam ser resolvidos de imediato pela proposta heliocêntrica, porque o sistema não apresentava melhores descrições dos céus e previsões mais precisas que as trazidas pelo seu rival ptolomaico. Os astrônomos não encontravam na obra de Copérnico meios para realizar cálculos mais precisos das posições dos planetas, do Sol e da Lua; também não encontravam uma geometria mais promissora que a que já existia na astronomia tradicional. Em termos de economia geométrica e de complexidade o sistema de Copérnico empatava com o de Ptolomeu e, por esse critério, não poderia ser melhor:

(...) esta economia aparente do sistema de Copérnico, embora seja uma vitória propagandeada que os proponentes da nova Astronomia raramente deixaram de realçar é, em grande parte, uma ilusão. Ainda não começamos a tratar de toda a complexidade da Astronomia de Copérnico. O sistema de sete círculos apresentados no Primeiro Livro do *De Revolutionibus*, e em muitas das modernas explicações elementares do sistema copernicano, é um sistema maravilhosamente econômico, mas não resulta. Não predirá a posição dos planetas com uma exatidão comparável à do sistema de Ptolomeu. A sua exatidão é comparável à daquela versão simplificada dos doze círculos do sistema de Ptolomeu – Copérnico consegue dar uma explicação qualitativa mais econômica dos movimentos planetários do que Ptolomeu. Mas para obter uma explicação quantitativa razoavelmente boa da alteração da posição planetária, Ptolomeu foi obrigado a complicar o sistema fundamental de sete círculos em epiciclos menores, excêntricos e equantos, e para obter resultados comparáveis com o seu sistema básico de sete círculos, também Copérnico foi forçado a usar epiciclos menores e excêntricos. (KUHN, 1957, p. 185).

Assim, em termos de complexidade e exatidão o copernicanismo não se destacava da astronomia então vigente. Na tentativa de salvar as aparências dos movimentos planetários, Copérnico aumentou em muito a complexidade e, por consequência, a inexatidão do seu sistema. O sistema de Copérnico não era nem mesmo centrado no Sol. Essas adaptações foram necessárias para que os movimentos inconstantes do Sol ao longo da eclíptica se encaixassem na descrição de Copérnico. Outras complexidades como estas foram utilizadas para a Lua e os

planetas. Para a Lua eram necessários três círculos, um centrado na Terra, outro centrado neste e o terceiro centrado no segundo. Para os planetas como Marte, foram precisos sistemas de excêntricos e vários epiciclos e outros elementos matemáticos complexos para que o sistema conseguisse descrever os céus, todos eles completamente equivalentes ao sistema de Ptolomeu.

Mesmo este breve esboço do sistema de círculos interligados empregue por Copérnico para calcular a posição planetária indica a terceira grande incongruência do *De revolutionibus* e a imensa ironia do trabalho de toda a vida de Copérnico. O prefácio do *De revolutionibus* abre com uma forte acusação escrita contra a Astronomia ptolomaica pela sua inexatidão, complexidade e inconsistência e, no entanto, antes de o texto de Copérnico acabar, ele condenou-se a si próprio aos mesmos erros. O sistema de Copérnico não era nem mais simples nem mais exato do que o de Ptolomeu. E os métodos que Copérnico empregou na sua construção pareceram tão pouco capazes como os métodos de Ptolomeu de produzir uma única solução consistente para o problema dos planetas. (KUHN, 1957, p. 187).

Assim, sob o critério da Astronomia e de seus problemas enfrentados pelos estudiosos da época de Copérnico, a astronomia centrada no Sol não trazia grandes vantagens. Em nada se diferenciava das condições técnicas que já existiam. No fim das contas, o que se tem é uma situação nada promissora e satisfatória para os astrônomos copernicanos:

O sistema completo era pouco menos complicado que o de Ptolomeu. Ambos empregavam mais de 30 círculos; havia pouco a escolher entre eles quanto à economia. Nem os dois sistemas podiam ser distinguidos quanto à exatidão. Quando Copérnico terminou de acrescentar círculos, o seu complicado sistema centrado no Sol deu resultados tão exatos quanto os de Ptolomeu, mas não deu resultados mais exatos. Copérnico não resolveu os problemas dos planetas (KUHN, 1957, p. 185).

Contudo, a situação inicial do heliocentrismo ainda era agravada por questões diversas das questões da Astronomia técnica. Para além dos problemas astronômicos de previsão e de economia conceitual e teórica de Copérnico, outros existiam e esses eram de caráter externo, eram de caráter físico e guardavam relação com o universo aristotélico. Esses problemas, que não residiam apenas nos domínios dos assuntos técnicos e íntimos da Astronomia, interessavam a uma grande gama de pensadores e tocavam em questões mais abrangentes, chegando até mesmo à estrutura do universo que então era aceito. Dois dos principais problemas externos à Astronomia que o heliocentrismo enfrentava eram, primeiro, o problema físico relacionado ao movimento da Terra – uma hipótese nada aceitável para as concepções da época; o segundo, as repercussões de se colocar a Terra como mais um planeta e entronizar o Sol como centro do sistema astronômico – coisa que exigiria toda a revisão da noção de mundo.

O primeiro, o mais grave dos problemas físicos que o sistema heliocêntrico haveria de enfrentar, é da hipótese de movimento da Terra. Essa hipótese, se hoje é considerada como algo

evidente, não podemos esquecer que ela se tornou aceitável apenas porque já temos nossa formação científica inicial baseada nas leis que foram criadas posteriormente às controversas da revolução copernicana ou, ao menos, nossas mentes se conformaram ao discurso oficial das ciências atuais. E não podemos ter a indelicadeza intelectual de não analisar a ideia em toda sua situação histórica e contextualizada com o conjunto de conhecimentos e conceitos físicos de então.

Colocar a Terra como mais um dos planetas e supor que o centro de movimento desses era o Sol exigia sua movimentação constante. Como poderia a Terra se mover? Como esse movimento de tamanha intensidade e de um objeto no qual nos postamos poderia passar despercebido? Como não poderíamos, por meio de experimentos feitos aqui na Terra, deduzi-lo? Um dos grandes argumentos dos que acreditavam na imobilidade da Terra é o *argumento da torre*. Conforme este argumento, uma pedra que é abandonada do topo de uma torre somente cai ao pé dela por que a Torre e a Terra estão paradas, em uma espécie de repouso absoluto e não possuem nenhum tipo de movimento (não esqueçamos que a ideia de movimento relativo somente veio a ser formulada por Galileu). Se porventura a Terra e a Torre se movessem em um movimento absoluto, ao ser abandonada no ar, a pedra não mais compartilharia desse movimento, sendo deixada para trás e cairia a uma distância grande da base da Torre. Feyerabend (2007) alega que o argumento da torre é completamente observacional porque a conclusão que tiramos desse argumento tem origem sensorial. Ele é resultado da observação direta dos movimentos dos objetos que caem e está de acordo com a mecânica vigente à época de Galileu. Essa consequência física resumida nesse argumento da torre era o principal inimigo da proposta de uma Terra móvel e motivo pelo qual muitos dos pensadores envolvidos nos desdobramentos dos trabalhos de Copérnico encontraram neles mais motivos de piadas que de reflexões.

O segundo resume-se no fato de que lançar a Terra nos céus, junto de outros astros, era, em suma, a destruição de toda a estrutura espacial do universo aristotélico: uma divisão entre o mundo sublunar e supralunar. Nesse sentido, quando se coloca a Terra em uma posição de mero planeta, questiona-se toda a estrutura qualitativa aristotélica que previa que os elementos que constituíam o mundo abaixo da Lua eram os 4 elementos corruptíveis e mutáveis, e o mundo pós Lua era constituído de um elemento perfeito e incorruptível (a quintessência, o éter), digno da constituição da morada divina. Assim, isso era coerente com a observação de mudanças e imperfeições nas coisas seculares – o mundo e suas mudanças constantes como sinônimo de busca da perfeição, pois aquilo que é perfeito não se altera. Os movimentos, as mudanças e as corrupções das coisas da Terra eram causadas justamente pela natureza qualitativa dos

elementos que constituíam o mundo sublunar. Coerente também com a observação de que os céus eram imutáveis e eternos; os astros dotados de movimentos constantes e circulares que se repetiam sem a necessidade de alterações, suas formas eram esféricas e perfeitamente livres de imperfeições. A imutabilidade dos céus e a perfeição da forma dos astros eram, portanto, pilares do universo aristotélico. Jogar a Terra nos céus na condição de planeta é desorganizar esse universo e questionar a perfeição dos céus e dos astros, já que a imperfeição do mundo agora se constituiu como uma parte desse céu e os elementos que constituíam as coisas do mundo também constituiriam os astros. Como poderia a imperfeição das coisas seculares participar do mesmo céu dos astros perfeitos? É a completa dismantelação da estrutura qualitativa do Universo. E essa dismantelação exigia provas, pois, depois de milênios de estrutura universal arraigada no pensamento ocidental, nada tinha de aceitável sua negação barata e sem maiores argumentos.

A questão epistemológica crucial aqui é que o sistema Copernicano se encontrava condenado por razão extremamente óbvias concernentes ao conhecimento científico da época. Toda a ciência depunha contra a hipótese de movimento da Terra e nenhuma razão técnica podia ser apresentada que favorecesse a aceitação do heliocentrismo em detrimento de seu sistema rival. Em termos popperianos, o argumento da torre – que não deve ser compreendido apenas como um argumento, mas como um fato – falseava a teoria de que a Terra se movia ao redor do Sol. Ou seja, ao estudarmos a Revolução Copernicana em seus vieses históricos, temos que ter a consciência de que ela foi uma revolução *apesar* do próprio sistema de Copérnico, e que ela nasce em um contexto científico no qual sua aceitação não significaria outra coisa senão um passo *irracional* da construção da ciência. Falseada em todas as instâncias, em nada se apresentando como superior ao sistema de ideias vigentes e ainda indo contra toda uma estrutura bem assentada de pensamento e de universo, o heliocentrismo somente sobreviveria na história das ciências com a intervenção de um grande advogado disposto a ir às últimas consequências da razão, utilizando de estratégias nada convencionais, para a construção de argumentos que defendessem o copernicanismo da condenação. O problema é na Astronomia descritiva, mas quem advoga a favor do movimento da Terra usa argumentos físicos para a solução. E a medida que esse advogado, Galileu, advoga a causa do movimento da Terra, ele inaugura a Física moderna: a Física moderna também se ergue no contexto da tentativa de solução de um problema dos céus.

Não é nossa intenção exaurir o assunto da atuação de Galileu na passagem da Revolução Copernicana, mas queremos mostrar como a Física por ele construída é a chave para a resolução do problema da refutação indicado pelo argumento da torre e como seu discurso, imbuído de

novas descobertas, é utilizado para justificar a necessidade de uma desorganização do cosmo de Aristóteles. Assim, podemos demonstrar como essa é mais uma das passagens da história das ciências, na qual a Física sai louvada como a ciência das soluções dos problemas do conhecimento.

O problema de lançar a Terra aos céus não foi em sua totalidade resolvido, mas ele foi argumentado por Galileu como sendo um problema mal posto, um problema ilusório. Galileu não chega a refutar racionalmente a organização cosmológica do universo de Aristóteles, mas ele apresenta novas evidências de que essa organização não se fundamenta nas novas observações, uma vez que essa organização não mais poderia ser baseada na natureza das matérias que constituíam os mundos supra e sublunares. Essas novas observações eram feitas por um instrumento que foi aperfeiçoado por ele e que até então não havia sido usado para observar os céus, o telescópio. Ao apontar o telescópio para os céus, Galileu coleciona um grande conjunto de observações astronômicas que se distinguem muito das observações feitas a olho nu. Essas novidades trazidas foram usadas por Galileu como “provas” do movimento da Terra e, portanto, como evidências observacionais da validade do copernicanismo.

O telescópio já era tido como instrumento que produzia fenômenos estranhos e novos, muitos dos quais se revelavam ilusórios quando comparados com a observação a olho nu. As aberrações óticas, as deformações das imagens ou as imagens duplas de objetos eram identificadas facilmente quando se observava coisas já conhecidas, pois a memória do observador garantia um conhecimento prévio para a identificação das aberrações. Porém, as observações das coisas celestes não contavam com esse recurso. Não havia nenhuma razão teórica ou observacional para acreditar e confiar nas observações por meio dele. Nem mesmo Galileu, que propagandeava os resultados de suas observações telescópicas, detinha conhecimento teórico de óptica para justificar o uso do telescópio para a observação dos astros. Na realidade, o conhecimento teórico do funcionamento do telescópio somente veio a ser desenvolvido por Kepler, bem depois de todo trabalho de Galileu em anunciar suas observações.

No entanto, Feyerabend (2007) alguns fenômenos observados por Galileu no telescópio são de natureza completamente copernicana. A variação do brilho dos planetas quando observados pelo telescópio é um desses fenômenos. Essa variação era prevista na hipótese de que o Sol se encontraria imóvel no centro do sistema e a Terra e os demais planetas orbitando em seu entorno. Essa movimentação em círculos levaria a situação de uma aproximação e afastamento periódicos da Terra em relação aos outros planetas, o que seria traduzido como variação da luminosidade da luz emitida por esses astros. A olho nu, essas variações de brilho

não eram expressivas ou nem mesmo detectáveis. Porém, essas variações, ao serem analisadas por meio do telescópio, apresentam os números esperados e previstos pelo sistema copernicano. De acordo com a previsão, a partir da teoria copernicana, Marte e Vênus aproximam-se e afastam-se por um fator 1:6 e 1:8, respectivamente (números aproximados). Portanto, ao calcular as alterações de brilho, Galileu concluiu que deveria ser de 1:40 e 1:60, respectivamente. Porém, as observações a olho nu não mostram essas variações de brilho. Marte varia muito pouco o seu brilho e a variação a olho nu do brilho de Vênus é quase imperceptível. Isso são evidências que contradizem o movimento do planeta ao redor do Sol, um dos muitos problemas que o copernicanismo enfrentava desde sua apresentação por Copérnico.

Essas evidências advindas das observações de Galileu através do telescópio foram a base de sua defesa e corpo de suas argumentações em prol do heliocentrismo e do movimento da Terra. Contudo, temos que notar que esses trabalhos de Galileu têm mais de diligência de advogado que defende uma causa quase perdida que de um trabalho de cientista em si:

A resposta é que existem fenômenos telescópicos que são claramente copernicanos. Galileu introduz esses fenômenos como evidência independente para Copérnico, embora a situação seja antes a de que uma concepção refutada – o copernicanismo – tem certa similaridade com outra concepção refutada – a idéia de que fenômenos telescópicos são retratos fiéis do céu. (FEYERABEND, 2007, p. 153).

Galileu percebe a oportunidade de aproveitar essa situação de coincidência entre a previsão teórica copernicana e as observações telescópicas e daí, então, surge mais um passo no procedimento de defesa galileano: é essa harmonia entre o sistema copernicano e as variações telescópicas dos brilhos dos planetas que, para Galileu, comprova a veracidade do sistema copernicano e das observações astronômicas. Para ele, não importa se existe ou não um conhecimento profundo em óptica ou em cosmologia capaz de justificar suas conclusões ou mesmo se as duas concepções que ele diz firmarem-se mutuamente são aceitas. Galileu defende com veemência o movimento da Terra e o heliocentrismo ao justificar o sistema copernicano com o uso do telescópio e, ao mesmo tempo, sacramentar o telescópio por concordar com Copérnico. Para ele, não importa que, para as razões científicas de sua época, as duas concepções sejam falsas.

Não apenas essa observação das variações de brilhos dos planetas chama a atenção de Galileu. Com o uso do telescópio, ele tem a oportunidade de verificar as superfícies da Lua e do Sol. E essa verificação mostra que essas superfícies não são perfeitamente esféricas, livre de imperfeições, como preconizava a concepção cosmológica dos tempos da Galileu. A superfície da Lua continha imperfeições equivalentes ao relevo da Terra, como crateras e montanhas, e

não era lisa tal como uma esfera perfeita; o Sol não era uma fonte de luz imaculada, mas apresentava manchas que apareciam e desapareciam periodicamente. A constatação de imperfeições nesses corpos celestes entrava em contradição com a ideia de um céu livre de imperfeições, constituído do elemento perfeito, a quintessência etérea.

Quando Galileu observa as imperfeições na Lua e no Sol, imediatamente ele usa esse achado como mais uma prova da validade do sistema copernicano. Se os astros não são perfeitos, eles são feitos das mesmas matérias que existem na Terra e, portanto, não há nenhuma grande diferença de qualidade entre o mundo supralunar e o mundo sublunar. Ele ainda vai mais além: não faz sentido essa divisão, uma vez que os astros e a Terra compartilham das mesmas qualidades, eles compartilham do mesmo espaço no cosmos. Dessas descobertas de imperfeições nos astros, Galileu retira suas razões para não mais acreditarmos na cosmologia de Aristóteles e Ptolomeu, abrindo espaço para a aceitação das propostas de Copérnico. (FEYERABEND, 2007).

Assim, as observações telescópicas empreendidas por Galileu se tornaram uma arma muito eficiente no contexto do debate, independentemente da natureza das argumentações, pois “o telescópio mudou os termos do enigma que o céu apresentava para os astrônomos e isto tornou o enigma bastante mais fácil de resolver, pois, nas mãos de Galileu, o telescópio revelava provas infundáveis em favor do copernicanismo” (KUHN, 1957, p. 234). Cada vez que Galileu apontava para o céu o seu telescópio ele descobria novos objetos – novas estrelas, novos satélites. O que está por trás do sucesso das observações astronômicas feitas por Galileu por meio do telescópio é que cada nova descoberta era transformada magicamente e artilhosamente por ele em argumentos a favor do copernicanismo. A primeira descoberta do telescópio foi que existem muito mais estrelas do que as que podem ser vistas a olho nu. Ao apontar o telescópio para a Via Láctea, que até então era tomada como um fenômeno sublunar, Galileu percebeu que ela era uma incontável coleção de estrelas, pequenas demais para serem discerníveis a olho nu.

Todas as noites, o céu estava apinhado de incontáveis novos residentes. A vasta expansão do universo, talvez a sua infinidade, postulados por alguns dos copernicanos, parecia subitamente mais razoável. A visão mística de Giordano Bruno de um universo cuja extensão e população infinitas proclamavam a infinita criatividade da Divindade estava quase transformada em dado observável (KUHN, 1957, p. 235).

Kuhn (1957) diz que as “provas” em favor do sistema copernicano foram multiplicadas muito rapidamente quando apareceu o telescópio. Essa multiplicação de “provas” a favor do copernicanismo estava intimamente ligada aos discursos produzidos por Galileu e não

necessariamente às razões científicas dos conhecimentos da época. Galileu consegue fazer com que essas observações tivessem esse valor de prova, mas não prova exatamente o porquê desse valor. No entanto, Galileu sabia o valor de uma observação visual direta na constituição dos conhecimentos científicos e usa esse valor da cultura da ocularidade para refutar o universo tradicional. Por isso, em termos epistemológicos:

as provas em favor do copernicanismo fornecidas pelos telescópios de Galileu são fortes, mas também estranhas. Nenhuma das observações apresentadas atrás, exceto a última [as fases de Vênus], forneceu uma prova direta para os principais dogmas da teoria de Copérnico – a posição central do Sol ou o movimento dos planetas à volta dele. Tanto o universo ptolomaico como o de Tycho contêm espaço suficiente para as estrelas recentemente descobertas, qualquer um deles pode ser modificado para permitir as imperfeições dos céus e para os satélites ligados aos corpos celestes; o sistema de Tycho, pelo menos, fornece uma boa explicação, assim como o de Copérnico, para as fases observadas de Vênus e para a distância até este planeta. Por isso, o telescópio não provou a validade do esquema conceitual de Copérnico. Mas forneceu uma arma muitíssimo eficaz para a batalha. Não era uma prova, mas era propaganda (KUHN, 1957, p. 238).

Para os astrônomos, as provas que foram produzidas e divulgadas por Galileu podiam ser supérfluas e o telescópio popularizou-se como um brinquedo. Os conceitos galileanos sobre o universo acabou passando a frente com a popularização do telescópio e, portanto, ajudou a minar as antigas concepções aristotélicas sobre o universo. A figura do observador amador se tornou comum. Os trabalhos astronômicos de Galileu se resumem na popularização da Astronomia copernicana, como uma tática de batalha, discussão e proselitismo na Revolução Copernicana. “É essa a maior importância do trabalho astronômico de Galileu: popularizou a Astronomia, e a Astronomia que popularizou era a copernicana” (KUHN, 1957, p. 239). Mas essa propagação não foi livre de oposição e o telescópio não foi aceito unanimemente e sem questionamentos. Parte das pessoas que observaram aceitaram o que viram, mas muitos não compartilhavam das opiniões de Galileu. Em suma, os que aceitavam o que viam, se dividiam entre aqueles de que achavam que aquilo que viam poderia ser provas ao copernicanismo e aqueles que não viam nisso prova alguma:

A oposição tomou várias formas. Alguns dos oponentes mais fanáticos de Galileu recusavam-se a olhar através do novo instrumento, afirmando que se Deus quisesse que o homem usasse uma tal invenção para adquirir conhecimento teria dotado o homem de visão telescópica. Outros olhavam de boa vontade ou mesmo avidamente, tomando conhecimento do novo fenômeno, mas que os objetos vistos não estavam de maneira alguma no céu: eram aparições provocadas pelo próprio telescópio. A maioria dos oponentes de Galileu comportava-se mais racionalmente como Belarmino, eles concordavam que os fenômenos se encontravam nos céus, mas negavam que provassem as alegações de Galileu. Nisto, claro, tinham razão. Embora o telescópio fornecesse muitos argumentos, nada provava (KUHN, 1957, p. 241).

Os argumentos de Galileu ainda recaem sobre o problema dinâmico do movimento da Terra que ficou traduzido como o argumento da torre. Esse argumento, baseado na mais clara das observações das coisas, era a prova mais evidente da não movimentação da Terra e era o grande contra-argumento utilizado pelos opositores das ideias de Copérnico e de Galileu. Para as concepções cinemáticas e dinâmicas reinantes no século XVII, uma pedra abandonada do alto de uma torre somente caía em base porque tanto a torre quanto a Terra não se moviam. Caso elas se movessem, a pedra cairia a uma grande distância a leste da base da torre. Esse argumento nada tem de ingênuo e nada tem de primitivo, a realidade física era muito bem descrita pela cinemática e dinâmica implícitas nesse argumento. E até hoje, somos ainda pegos interpretando o mundo através desses conceitos físicos que existiam nos séculos anteriores a Newton e a Galileu.

No embate contra esse argumento, Galileu evidencia seu conteúdo que se origina dos sentidos e da observação – o de que os corpos pesados caem perpendicularmente em relação à superfície da Terra – e começa sua argumentação a partir desse ponto. E ele não nega que a observação esteja correta, seus argumentos não refutam as observações, mas ele argumenta que essa observação não constitui argumentos para descartarmos o movimento da Terra. Portanto, especificamente nessa passagem, não podemos fundamentar a imagem de que a ideia científica do movimento da Terra é uma ideia construída em cima de observações iluminadas e esclarecedoras, em contraposição com a crença medieval nas palavras dos escritos antigos. Nesse caso, a observação em nada ajudava a hipótese de Galileu e ele bem sabe que não é no campo dos argumentos das observações que ele pode travar a batalha. Em resposta a um de seus críticos, que evocava a evidência da experiência do argumento da Torre, Galileu diz:

Gostaria que Chiaramonti não se desse ao trabalho de tentar fazer-nos entender, com base em nossos sentidos, que esse movimento de queda dos corpos é simplesmente movimento retilíneo e nenhum outro, que ele não se zangasse nem se queixasse por ser colocada em questão uma coisa tão clara, óbvia e manifesta. Com efeito, ele dá assim a impressão de acreditar, para os que dizem que tal movimento não é absolutamente retilíneo mas, ao contrário, circular que lhes parece que vêem a pedra mover-se visivelmente num arco, já que recorre aos sentidos deles, em vez de à sua razão, para esclarecer esse efeito. Não é o caso, Simplício; pois assim como jamais vi, e nem espero ver, a pedra cair de outra forma que não seja perpendicularmente, assim acredito que pareça aos olhos de todos os demais. É melhor, portanto, pôr de lado a aparência, a cujo respeito todos concordamos, e usar o poder da razão, seja para confirmar sua realidade, seja para revelar sua falácia. (GALILEU apud FEYERABEND, 2007, p. 91).

A anatomia desse argumento indica duas partes principais. Uma primeira concepção de que todo movimento seria um movimento perceptível e detectável. Isso quer dizer que o

conceito de movimento era um conceito absoluto e prescindia da noção de relatividade. Para a Física do século XVII, um movimento era sempre algo que se podia perceber e isso era construído em cima das bases da observação diária: uma pessoa observando passar uma carruagem, percebe que ela *está em movimento*; assim como o passageiro da carruagem, que percebe que ele *está em movimento*. Esse “*estar em movimento*” não é algo que precise da extensão “*em relação a*”. O passageiro sabe também que a mala e os objetos que ele porta em sua viagem juntamente dele *estão em movimento*, que é justamente o que de mais simples se pode dizer daquilo ou daquele que *viaja*. Em suma, podemos até dizer que a noção de movimento sempre tinha a Terra como única base para sua construção, todo movimento somente o era em relação à Terra. Portanto, a relatividade dos movimentos até o século XVII tinha como referencial absoluto o próprio mundo onde as coisas se movimentavam. Para além disso, as observações e as experiências mais corriqueiras demonstravam que esses movimentos eram sempre perceptíveis por aqueles que se movimentassem: como poderia uma pessoa, mesmo com olhos vedados, deixar de perceber que um navio ou carruagem se movimentava? Tal como hoje, se entrarmos como passageiros em nossos carros, saberemos quando ele se movimentava, seja pelo vento, pelo som ou pelas trepidações. Nos parece claramente que os movimentos são sempre perceptíveis. Era justamente essa a concepção oficial da Física anterior a Galileu.

Em resposta a essa exigência da noção de movimento, Galileu funda uma nova noção de movimento baseada na possibilidade de não operatividade de todos os movimentos. Ele argumenta que, quando um observador e um objeto compartilham do mesmo movimento, tal movimento não é operativo para o observador, portanto, esse movimento não pode ser por ele detectado. Isso nos parece bastante como uma das consequências da relatividade moderna dos movimentos, coisa com a qual que já estamos acostumados. No entanto, ainda nessa época Galileu queria apenas aplicar esse raciocínio para salvar a hipótese de movimento da Terra. Em *Diálogos sobre os dois principais sistemas de mundo*, ele nos dissuade da naturalidade de a pedra não cair longe da base da torre nos mostrando exemplos cotidianos:

Salviati: (...) Imagine-se em um navio, com olhos fixos em um ponto da verga da vela. Pensa você que, visto estar o barco movendo-se rapidamente, terá de mover os olhos a fim de manter sua visão fixa naquele ponto da vela e seguir seu movimento?

Simplicio: Estou seguro de que não precisarei fazer movimento algum; não apenas com respeito à minha visão, mas se tivesse apontado um mosquete, jamais precisaria mover um fio de cabelo para mantê-lo apontado, não importa como se movesse o barco.

Salviati: E isso ocorre porque o movimento que o barco confere à verga da vela confere também a você e a seus olhos, de modo que você não precisa movê-los nem

um pouco para fitar o topo da verga, que conseqüentemente, parece lhe imóvel... (GALILEU apud FEYERABEND, 2007, p. 105).

Portanto, se a pedra, a torre e o observador se movem junto com a Terra ao longo de sua trajetória, o observador não poderia detectar o movimento de nenhum dos outros elementos, mas apenas o movimento que ele não compartilha, que é o movimento vertical da pedra em queda. Por isso, ao ver a pedra caindo, o observador não pode verificar nenhum movimento relativo horizontal entre ele, a torre e a pedra. Os movimentos operativos são apenas aqueles que não são mutuamente compartilhados. Dessa forma, Galileu consegue desmontar as argumentações cinemáticas relacionados ao argumento da torre.

No entanto, continua Feyerabend (2007), com esses argumentos Galileu ainda deixa inexplicado o fato de que a pedra não fica para trás quando é abandonada do alto da torre. Isso decorre da noção corrente no século XVII de que os movimentos pertencem a duas categorias, os movimentos naturais e os movimentos forçados. Os movimentos naturais estariam ligados à distribuição dos quatro elementos na constituição dos corpos. Quando um corpo, como a pedra, era solto no ar, seu movimento natural era para baixo, uma vez que ele tem mais terra em sua constituição que qualquer outro elemento e o lugar natural da terra é mais próximo possível do centro do mundo. A pena flutuaria, pois em sua constituição imperava os elementos ar e fogo, elementos que se encontram naturalmente acima do chão. As fagulhas das fogueiras subiriam, pois quase em sua totalidade são constituídas do elemento fogo, tendo como lugar natural o mais próximo possível do Sol. Os movimentos forçados seriam os que têm uma causa diferente das causas naturais e seriam aqueles impostos por um agente externo ao corpo em movimento. Esses movimentos durariam somente até o fim dessa causa, cessando a ação externa, cessava-se o movimento. Portanto, não bastava apenas “explicar” o porquê de não percebermos o movimento da pedra em arco e percebermos apenas o movimento vertical, era necessário justificar o movimento da pedra em trajetória circular unido a Terra, mesmo depois de sair das mãos do experimentador em cima da torre. Quando a pedra é solta, ela deixa de ter causa externa ao seu movimento, uma vez que ele perde o contato com a torre, ou com o agente que a abandona.

Assim, o princípio de relatividade [que se aplica a Terra] precisa ser combinado com uma nova lei de inércia de maneira tal que o movimento da Terra possa continuar a ser afirmado. Vê-se imediatamente que a seguinte lei, que denominarei o princípio da inércia circular, fornece a solução requerida: um objeto que se move ao redor do centro da Terra com certa velocidade angular em uma esfera livre de atrito continuará a mover-se para sempre com essa mesma velocidade angular. (FEYERABEND, 2007, p. 113).

Temos aqui o germe do nosso conceito atual de Inércia, porém, ainda aplicado ao caso de um movimento circular em torno da Terra: um corpo que esteja se movendo em movimento circular uniforme ao redor da Terra sem a atuação de atrito continuará indefinidamente. A introdução dessa lei de inércia é algo interessante na história da construção do conhecimento da Física porque é uma lei que é criada de forma personalizada a fim de resolver apenas uma única questão, a da discrepância do movimento da Terra e da pedra que cai da torre. Não há, dessa forma, nenhuma outra situação em que ela possa ser apresentada como solução. Para além disso, Galileu utiliza essa sua lei sem nenhum tipo de apoio observacional e confia apenas na sua própria argumentação para impor a veracidade de sua lei:

Simplício: Então você não fez nenhuma centena de testes, ou mesmo um? E, contudo, afirma francamente que isso está certo?

Salviati: Tenho certeza, sem experimentação, de que o efeito acontecerá como lhe digo, porque tem de ocorrer dessa maneira; e poderia acrescentar que você também sabe que não poderia ocorrer de outra maneira, não importa quanto pretenda não sabê-lo (...) Mas sou tão hábil em questionar pessoas que o farei admitir isso apesar de si mesmo. (GALILEU apud FEYERABEND, 2007, p. 114).

Há, portanto, uma romantização da imagem de Galileu quando o descrevemos como o modelo de cientista moderno que haveria de se atentar para as coisas e para a observação dos fatos da natureza, não se deixando levar por argumentações que não se baseassem nas evidências do mundo. Esse ideal de trabalho científico não se concretiza nem mesmo dentro dos trabalhos galiláicos. O uso que ela faz das observações telescópicas, de suas descobertas com esse novo aparelho, tem menos valor de prova a favor do sistema copernicano que de proselitismo; a forma como ele encara as discussões a respeito da dinâmica e cinemática do argumento da torre se parece mais com um advogado diante de um júri ao defender uma causa complicada: vale-se das táticas de dissuasão.

Mas não podemos negar que é assim, nas mãos de Galileu e recebendo os devidos cuidados, que o sistema copernicano resiste as suas mais sérias feridas epistemológicas até ser entregue nas mãos de outros pensadores. Galileu garantiu que essa ideia sobrevivesse às multidões de ataques racionais de seus oponentes. Kepler corrige o formato das órbitas, mostrando que as inconsistências observacionais eram frutos de considerar as órbitas planetárias como circulares, e não elípticas, como ele propôs; destrona o Sol do centro do sistema e o coloca em um dos focos da trajetória elíptica dos planetas; mostra que existe uma lei que rege a velocidade de deriva dos planetas ao longo desses caminhos e essa lei é a mesma para todos os planetas. Mas é com Newton que toda a controvérsia cosmológica morre.

Toda a construção newtoniana ficaria resumida em suas leis de forma muito clara, compacta e aplicável: perfeitamente inquestionável. Com a atuação de Newton, toda a dissensão entre copernicanos e ptolomaicos ganha novos termos. Aliás, melhor dizer que essa dissensão perde sentido, pois não há mais como defender de forma racional, enfrentando todo o ferramental teórico e matemático, a centralidade e a imobilidade da Terra no sistema planetário. É interessante notar como, por meio da construção das leis da Física moderna, uma complicação tão abrangente, que transbordava implicações para além do campo das ciências, é resumida e julgada pelas construções de apenas um campo de conhecimento. Newton expande as ideias de relatividade dando a elas corpo e exatidão, mostrando que elas são válidas para qualquer situação na qual existam corpos se movimentando, não apenas em relação a Terra; refina a noção de inércia, abrangendo corpos em diversos movimentos; retira a necessidade de separarmos os movimentos como naturais ou forçados quando formula matematicamente o conceito de força e aceleração; e, finalmente, transfere para o conceito de gravidade a responsabilidade da queda dos corpos e de movimento dos astros em torno do Sol. Para acompanhar a construção de suas leis, Newton desenvolve o cálculo integral e diferencial, ferramental matemático que seria usado não apenas para a solução dos problemas celestes como também daqueles mais simples da engenharia então nascente.

Quando Newton se debruça sobre as questões da astronomia planetária, tendo já em mãos sua lei da gravidade e o cálculo diferencial e integral, ele deduz matematicamente as órbitas planetárias mostrando que Kepler estava correto; dá sentido matemático para a lei da velocidade setorial de Kepler ao deduzi-la matematicamente a partir de suas leis da dinâmica. Por fim, e mais importante, demonstra como seria impossível que a Terra permanecesse parada com o Sol girando ao seu redor, mas que o único arranjo possível é a Terra se movendo. O mais interessante nessa empreita de Newton de resolver as questões da dinâmica e do mundo celeste é que, ao usar as mesmas considerações, as mesmas leis, o mesmo cálculo para resolver os problemas do mundo cotidiano quanto para resolver os problemas celestes, ele dissolve definitivamente a separação entre o mundo supra e sublunar, destrói a necessidade de se falar num quinto elemento para a constituição dos astros e, portanto, no mundo pós Newton não resta mais um céu que seja perfeito e incorruptível: o espaço celeste newtoniano tem a mesma qualidade do espaço secular.

Lembremos que nossas intenções ao fazermos essas considerações históricas sobre a revolução copernicana eram a de mostrar como, por diversos meios e pelas mais diversas causas, a Física se embrenha na resolução dos problemas não apenas da vida prática e que tenham valor pragmático. Embora, as causas iniciais que moveram Copérnico para a tentativa

de reorganizar o cosmos foram a solução dos problemas relacionados ao calendário e suas consequentes previsões, a principal transcendência do copernicanismo foi uma mudança geral de visão de mundo para o homem moderno. A revolução copernicana é percorrida pelas considerações físicas desde Galileu até Newton, numa tentativa de, com isso, resolver um problema mais hermético e etéreo que atingia o homem na modernidade. O resultado disso é que a Física sequestra a Astronomia para si, numa tentativa de reformulação das questões mais essenciais sobre o universo. É nesse sentido que pensamos poder defender que a Física adentra a era moderna como umas das ciências promissoras e, por esse viés histórico de construção de seus conhecimentos, ganha status de ciência modelo e de modelo de conhecimento. No caso da revolução copernicana, esse viés é a resolução de assuntos apartados das necessidades cotidianas.

No entanto, não apenas por esse viés, mas pelo caminho das resoluções dos problemas da vida cotidiana e de suas mazelas a Física da era moderna se torna a grande vedete das ciências que eram construídas. Essas ciências, depois de Francis Bacon, devem assumir o papel de ciências inducionistas, de ciências que prestam atenção à natureza das coisas. Ao lado dessa sugestão metodológica de Bacon, fica bem claro que ela deve ser de caráter empírico e experimental. Embora existam controvérsias mais recentes – como é a pontado por Chalmers (1993, 1994) e Feyerabend (2007) - sobre a real natureza da construção inducionista das ciências, especificamente da Física, ou mesmo se a Física é uma construção de conhecimento científico puramente experimental, ela entra para a história como a ciência que satisfaz esses requisitos de empirismo e de experimentalismo. Não abordamos, mas depois de Bacon, Galileu e Newton o mundo passou por enormes mudanças e avanços nos séculos que se seguiram, desde a revolução industrial no século XVIII até as descobertas das ciências do início do século XX. Essas modificações nos diversos âmbitos da sociedade foram atribuídas às ciências e a suas invenções e descobertas. Dentre as ciências que mais trouxeram possibilidades de desenvolvimento técnico e das condições de vida do homem, em sua lida constante com o mundo, esteve sempre a Física em primeiro lugar. É assim que essa ciência se valoriza historicamente no seu processo histórico de construção de seu conhecimento.

Desde as coisas que mais tocaram diretamente o homem ainda em eras pré-modernas até as discussões mais acaloradas das ciências, a Física, em sua constituição histórica, vem formando toda uma áurea de valorização enquanto campo de conhecimento. Não somente os seus resultados, como as teorias, as invenções etc, mas também a sua metodologia de trabalho passaram por um processo de valorização: constituir ciência e construir conhecimento deveria ser sempre aos moldes da metodologia da Física. Ou seja, não apenas existe um processo de

valorização da Física como modelo de ciência, existe uma construção ao longo da história do que seria fazer conhecimento de qualidade. O fazer conhecimento de qualidade seria, portanto, o fazer intrínseco à Física moderna. Esse processo histórico não termina – e ainda não sabemos se terminou – até o século XX, quando o mundo se depara com Einstein, Bohr, De Broglie e outros cientistas que mudaram os termos do debate físico que pertenciam a Copérnico, Galileu e Newton. Mudando esses termos, eles reinventam a Física a partir de problemas específicos – assim como na era moderna – e possibilitam muitas outras revoluções técnicas e tecnológicas que nos trouxeram aos dias de hoje, com todas suas comodidades e encantos do mundo da ciência.

Portanto, nosso trabalho deve se iniciar com essa consciência de constituição histórica da valorização da Física para que, a partir dela, possamos compreender como ocorre os processos de apropriação de seus elementos por outros campos de conhecimentos e possamos realizar nossa crítica tendo como base essa mesma consciência. De antemão, devemos dizer que essa análise dessa valorização não é uma apologia ao valor da Física, ou mesmo uma defesa da Física, mas é apenas uma construção de bases para que possamos melhor fundamentar nossos argumentos a partir desse ponto de nosso trabalho. Pelo contrário, até usaremos essas análises para uma crítica que é mais prejudicial a essa valorização e para uma relativização completa do valor da Física no quadro das produções científicas de nossos dias.

No entanto, neste próximo subcapítulo mostraremos como a Física contemporânea se valoriza, mas nossa visão indica que ela se valoriza não por resoluções de problemas ou por embates de ideias que podem mudar a noção que o homem tem de mundo, mas por um caminho pitoresco: a valorização da Física contemporânea vem pela valorização de seus aspectos fantásticos. Essa via peculiar de valorização está mais atrelada aos processos de apropriação interepistêmicas e é um subproduto do processo de valorização histórico que acabamos de descrever. Portanto, esse deslumbramento a respeito dos aspectos fantásticos da Física contemporânea funciona como um incitamento às apropriações de seus elementos.

4.2 O Fantástico da Física Contemporânea: Um Incitamento às Apropriações

As apropriações enquanto obstáculos epistemológicos somente são possíveis em um estágio posterior aquele em que o interesse pela Física nasce. Neste estágio, esse interesse parece ser anterior à ideia de que a Física é promissora a outros campos de conhecimento, como

descrevemos anteriormente. Com relação à Física contemporânea, as atenções se justificam mais por um interesse pueril e lúdico que por uma preocupação científica. Quando o interesse vulgar se vira para a Física produzida no século passado, quando essa mesma Física é apresentada via traduções de suas teorias, o científico se transmuta em fascinação e assombro. O interesse não existiria nesse estágio senão sob forma de um interesse curioso, de interesse daquele que parece descobrir um mistério peculiar da realidade. A Física passa ser numinosa, ganha uma dimensão onírica. É sobre essa dimensão mágica da Física vulgarizada que podemos abrir as portas para a compreensão das apropriações interepistêmicas como obstáculos epistemológicos.

Nesta parte do texto, queremos abordar mais livremente esse tema como um prelúdio ao renascimento dos obstáculos, pois devemos supor a existência de algo que estimule e sustente as apropriações. Queremos, portanto, defender a ideia de que há algo na nova representação da Física contemporânea que abre caminhos às apropriações. Retoricamente, podemos reformular nossas afirmações em uma questão direta: **qual a idiosincrasia inerente às interpretações da Física que incita pesquisadores de outros campos de conhecimento às apropriações interepistêmicas?**

Na constituição de uma quase inadequação argumentativa, porém, ainda exemplificativa, podemos enunciar de antemão nossa resposta a essa questão citando a passagem de uma obra que no íntimo da academia é nada aceitável. Em torno das questões de credulidade humana, o diálogo 529 do *Livro dos Espíritos* estabelece nossa problemática geral:

Questão - ‘Que se deve pensar das balas encantadas, de que falam algumas lendas e que fatalmente atingem o alvo?’ Resposta - ‘Pura imaginação. O homem gosta do maravilhoso e não se contenta com as maravilhas da Natureza’. (KARDEC, 2008, p. 350).

Já antecipamos, portanto: a predileção humana pelo maravilhoso é, antes de qualquer coisa, um dos motores da imaginação. Não falaremos aqui de balas encantadas, falaremos de uma Física *mágica*; de como ainda *o homem gosta do maravilhoso*, apesar do que já existe de maravilha no pensamento científico explicado e patente. O idiosincrático da Física contemporânea, o que mais atrai as atenções, já adiantando nossas ideias e a resposta à questão inicial, é justamente o que ela tem de *fantástico*. É também de uma predileção ao fantástico que as atividades interepistêmicas haurem inspirações para suas apropriações.

No entanto, compete-nos definir e conceituar o que estamos nomeando de *fantástico*, pois não bastaria apenas deixar que esse termo flutue em seus mais variados significados registrados

nos dicionários. Para isso, recorreremos às causas e motivos do que consideramos ser uma das primeiras atividades interepistêmicas com a Física: a relação entre as criações físicas do século XX e os movimentos vanguardistas das artes na Europa; mais especificamente, a relação entre a Física e o Surrealismo, tomando como rápido exemplo a obra de Salvador Dalí. Porque é nos termos de uma dissidência com a representação de uma realidade baseada no que os sentidos oferecem, de uma incoerência com as estruturas lógicas e numa tentativa de captar aspectos da realidade – aspectos que não podem ser incorporados pela racionalidade *em vigília* – que se pode descrever o Surrealismo. E é justamente nesses mesmos termos que poderemos definir o *fantástico*.

Mas devemos retroceder um pouco e definir as tendências artísticas anteriores aos movimentos do século XX e compreender que, enfadados do romantismo e do classicismo e de suas produções de uma realidade que estava para além dos temas humanos normais, as criações artísticas da segunda metade do século XIX recorrem ao próprio homem como ponto de referência. Recorrem aos olhos humanos como inspiração, aos demais sentidos como norteadores para a construção de uma representação de uma realidade, não mais heroica como antes, mas humanizada: o artista pinta e cria apenas o que consegue ver. Insistiam na imitação das percepções visuais sem alteração, recorrendo às técnicas realistas que davam às pinturas acuidade quase fotográfica; insistiam em deixar para trás os dramas épicos com toda sua subjetividade e centrar-se na objetividade de uma construção artística sóbria, documental e descritiva. Na arquitetura, imperam as necessidades humanas e urbanas dos centros que se desenvolviam; os arquitetos não mais procuravam espelhar a grandiosidade do divino ou suntuosidade dos nobres em igrejas e palácios. E as necessidades pediam cidades, indústrias, ferrovias, casas e outras construções utilitárias. Afetadas ao cientificismo positivista, responsabilizado pelo sucesso das ciências naturais, as produções artísticas se deixavam levar pela razão que parecia ser tão adequada ao momento: o modo de pensar cartesiano – num racionalismo investigativo – e a noção kantiana de fenômeno se tornam os paradigmas artísticos após a quinta década dos anos mil e oitocentos. Assim, o *Realismo* se caracteriza pelo abandono dos temas clássicos e românticos e por sua integração ao conforto dos temas dominados pela racionalidade humana que se fundava. A realidade humana imediata era tema do Realismo, a representação artística buscava ser a fotografia do real.

Porém, no início do século XX, o ideal de aplicação dos métodos positivistas de pesquisa, supostamente responsáveis pelos avanços nas ciências da natureza, na tentativa de resolução das questões sociais se mostrou falho e impraticável; a visão científica parecia não ser tão

promissora assim para os campos das humanidades. As tensões e as novas manifestações sociais não se deixavam solver pela racionalidade científica que estava vigorando:

No plano da cultura e da arte, a decepção com a visão científica da vida em sociedade se manifestou através do modernismo que se contrapôs ao ideal quase científico do naturalismo e realismo de descrever fielmente o mundo. (...) Os modernistas buscavam liberar a representação artística da obrigação de ser fiel a uma realidade aparente e iniciaram uma crítica profunda à concepção ingênua de linguagem; e, neste sentido, o modernismo é também uma expressão da “crise da representação” em que a ciência também se encontrava, devido a descobertas científicas que abalaram a crença no poder da percepção e na noção de realidade. (CRUZ, 2011, p. 305).

Os movimentos modernistas, portanto, apresentam-se como uma crítica ao espírito realista que dominava as artes até o início do século passado, uma resistência às noções de representação artísticas baseadas nas noções do Realismo e da racionalidade corrente. O espectro ia desde movimentos mais radicais, tais como o Dadaísmo, que se dedicaram a destruir qualquer ideal artístico em uma crítica completa as suas intenções, até movimentos que insidiam sua crítica na noção de realidade, numa busca de algo que estivesse além dela. O Cubismo e o Surrealismo se destacaram nesse último sentido: em busca de uma realidade que estivesse além das percepções e da capacidade humana de captá-la, criaram uma representação discrepante com o mundo, mas supostamente coerente com uma *suprarrealidade*. Assim, é na noção de suprarrealidade dos surrealistas que definiremos o fantástico. E ela é auxiliada por dois concursos que se desenvolviam paralelamente, a Psicanálise e a Física.

Imbuídos das ideias freudianas, em especial as que interpretam a atividade psíquica humana em vigília como sendo controlada pelo consciente repressor, o Surrealismo considera então o sonho como porta aberta para a compreensão da realidade a partir de uma outra lógica, de uma outra forma de consciência. A espontaneidade das ligações e conexões realizadas pela mente libertas no ato de sonhar permitiria, portanto, uma nova interpretação e a descoberta dos elementos impossíveis de serem acessados com a mente desperta. Nos sonhos, o homem mergulharia em um universo fantasmagórico, no qual seres e coisas acabam tomando aparência e natureza imprevistas e irracionais. Quem nunca sonhou algo que, quando em vigília, percebesse a oculta relação entre os elementos dos sonhos e a realidade pessoal? Quantos objetos de sonhos simbolizam estranhamente fatos ou coisas dos cenários diurnos? Para os surrealistas, o sonho é a representação de uma suprarrealidade, da demonstração de uma supranatureza das coisas e dos fatos cotidianos:

No sonho, tudo parece fácil e natural; a angustiante questão da possibilidade não mais se coloca. Passivo diante das mais extraordinárias aventuras, o espírito não as joga

contraditórias senão ao despertar, em nome da nossa lógica estreita e limitada. ‘Ora, o menor sonho é mais perfeito que o melhor poema, porque ele é, por definição, perfeitamente adequado ao sonhador’ (DUPLESSIS, 1956, p. 37).

A questão surrealista é, portanto, a noção de uma realidade normal convencional; de uma natureza dos objetos que se apresentavam conforme são interpretados pela racionalidade daqueles que se mantêm em vigília. Contudo, existe a pressuposição de algo além na realidade que não pode ser acessado pelas vias racionais, uma *suprarrealidade* dissidente da razão e que é encontrada nos sonhos. Não é gratuito que umas das técnicas utilizadas pelos artistas na busca da representação dessa realidade, que estaria além da que compreendemos, é justamente a de ter em mente as imagens oníricas vividas pelo próprio artista.

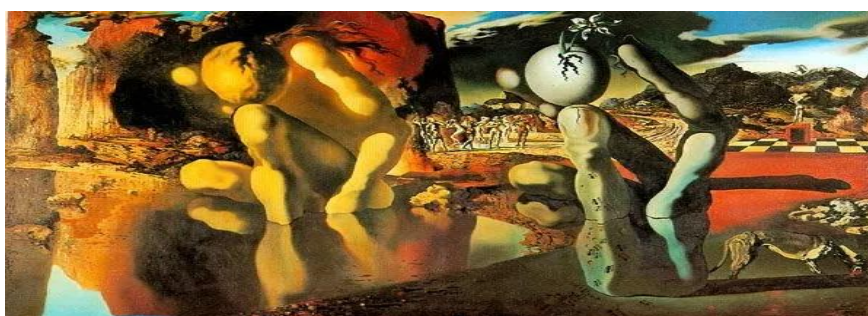
Diante dessa perspectiva da existência do suprarreal, o maravilhoso é também objeto do Surrealismo. Continua Duplessis, citando Breton e Eloard, afirmando que “*o segredo do Surrealismo consiste em persuadir-nos de que algo se oculta por detrás das coisas*” (p. 36). Quando se atinge esse universo da suprarrealidade, encontra-se o império das imagens e das coisas polivalentes e polimorfos, das ideias que se equivalem a outras mais antagônicas e inconciliáveis: “*tudo é comparável a tudo, tudo encontra em qualquer lugar seu eco, sua razão, sua semelhança, sua oposição, seu futuro*” (p. 33). A rigidez da razão se amolece e se esvai.

As descobertas físicas também são fontes de inspiração para o movimento surrealista, constituindo o que consideramos ser uma das primeiras apropriações com a Física contemporânea. Elas parecem oferecer aos surrealistas pretextos mais concretos ainda para questionar a noção de realidade, porque nelas havia um questionamento da própria realidade física. O advento da Teoria da Relatividade e da Quântica era, nos termos das artes, uma ‘crise na representação’, uma afronta à noção da realidade física newtoniana. O tempo e o espaço passam de entes absolutos a relativos; as noções de objeto e de sujeito passam a ser questionadas; as grandezas da física passam por uma reformulação radical. A realidade física que se fundava com as descobertas e criações da Física não era nada de normal e não permitia ser apreendida pelas noções físicas então vigentes. Essa nova realidade física se fundava concomitantemente ao surgimento do Surrealismo.

A representação da realidade material, a construção do conhecimento físico, perpassava pela estrutura newtoniana-kantiana: os fenômenos são a aplicação de categorias *a priori* que instrumentalizam o pensamento e permitem a construção de uma ideia dos objetos estudados. Dentre essas categorias encontram-se o *espaço* e o *tempo*. Compreender a natureza física é, portanto, entender a evolução espaço-temporal dos objetos; descrever algum fenômeno é oferecer equações dinâmicas e cinemáticas. Até mesmo a realidade de algum objeto é definida

como uma realidade ligada à possibilidade de encontrá-lo no espaço e no tempo. No entanto, a Relatividade e a Quântica confrontam o papel dos sentidos na construção do conhecimento e questionam as duas categorias kantianas, espaço e tempo, como formas *a priori* (CRUZ, 2011). As ideias dos fenômenos que surgem dessa nova física rompem com a naturalidade sensorial e racional dos fenômenos newtonianos: a Física contemporânea exprimia uma realidade física desnaturalizada para a condição humana.

Figura 4 - A metamorfose de Narciso (1937) - Salvador Dalí



Fonte: <https://www.salvador-dali.org/es/obra/catalogo-razonado-pinturas/obra/455/print/metamorfosis-de-narciso>

Salvador Dalí bebe das duas fontes de inspiração surrealista e tenta uma arte que busca a nova representação. Fortemente impressionado com as teorias que nasciam, tanto a Psicanálise quanto as novas teorias físicas, o pintor encontra nas ciências meios para romper com o realismo: prefere tentar pintar o inconsciente a simplesmente se ater aos conteúdos da consciência; prefere recorrer às contestações relativísticas e quânticas a ter como alicerce as concepções newtonianas. Em *A metamorfose de Narciso*, pintura onírica, grande instrumento dos pintores surrealistas, Dalí intenta a retratação do inconsciente. Na ocasião em que o pintor conhece Freud, então exilado em Londres, o quadro é apresentado ao psicanalista: “*Não é o inconsciente que eu vejo em suas pinturas, e sim o consciente*” - ressaltou Freud, apesar de ter reconhecido a “*inegável mestria técnica*” do pintor (BRADLEY, 2001, p. 32). Apesar da opinião do próprio criador da psicanálise, o que ainda resta das intenções de Dalí é justamente a retratação de uma realidade que não é nada natural e lógica, a realidade do inconsciente. No plano das dissidências com a realidade material, o tempo, o espaço e a matéria ganham novas formas, produzindo a representação de uma realidade que, embora corrente nas teorias físicas nascentes, causavam mais espantos no público leigo que conhecimento em si. Dalí se apropria das novas teorias e, posteriormente, de suas repercussões com a inclusão literal de elementos teóricos em suas pinturas. Sobre a relação entre tempo e o espaço e seus significados em sua obra, Dalí comenta que:

O tempo é impensável sem o espaço, dizem cada um dos meus quadros. Meus relógios moles não são apenas uma imagem fantasista e poética do real, mas esta visão (...) é, com efeito, uma definição mais perfeita de tempo-espaço, que as mais altas especulações matemáticas possam dar. (DALÍ apud ANDRADE, 2007).

Figura 5 - A Desintegração da Persistência da Memória – Salvador Dalí, 1954



Fonte: <https://www.salvador-dali.org/es/obra/catalogo-razonado-pinturas/obra/676/print/persistencia-de-la-memoria-corporal>

Porque não é de mera ornamentação pictórica que o pintor pensa tratar sua obra, ele não espera pintar conteúdos ilustrativos das teorias físicas. Ele realmente espera representar a própria realidade física longe da realidade interpretada naturalmente. Melhor, os relógios moles de Dalí não são apenas *uma imagem fantasista e poética do real, mas esta visão é, com efeito, uma definição mais perfeita de tempo-espaço*. Por extensão, os pequenos “tijolos” que formam as imagens são uma definição mais precisa de matéria, não são apenas uma fantasia. São a definição de uma realidade fantástica e quantizada, em referência às teorias de Planck e Einstein. Em *Santo Rodeado por três mésons pi*, Dalí elabora uma imagem onde nada é convencional e normal. Porém, o nome mesmo da obra remete justamente a ideia de que não é de uma ilogicidade dadaísta, de uma ausência total de lógica, mas sim de uma outra lógica que impera na realidade dos elementos inaugurados pela nova Física. A realidade de partículas elementares, para Dalí, não é a miniaturização do mundo na escala humana.

Figura 6 - Santo rodeado por Três MésonsPi (1956) - Salvador Dalí



Fonte: <https://www.salvador-dali.org/es/obra/catalogo-razonado-pinturas/obra/716/santo-rodeado-de-tres-piones>

É na construção de uma representação da realidade desnaturalizada que se encontra a suprarrealidade fantástica do artista. A ideia do suprarreal é, assim, a aceitação de que existe uma outra lógica, estranha à lógica convencional, que também é capaz de englobar a realidade em torno do homem, tecendo uma relação semântica entre seus elementos muito diversa da relação alicerçada na razão ordinária. Daí, compreende-se o interesse pelos sonhos e outras técnicas como uma tentativa de buscar essa nova relação de significados; compreende-se o interesse pelas teorias freudianas, uma vez que elas estabelecem uma nova gramática para traduzir as mensagens do inconsciente. Pela sua cisma com a física newtoniana e com as características epistemológicas dos sistemas kantianos e cartesianos, a nova Física foi assumida pelos surrealistas como sendo uma manifestação científica da suprarrealidade: a relatividade e a quântica eram as provas materiais de que era necessária uma outra lógica para compreender até mesmo o mundo físico. A física newtoniana e o edifício cartesiano-kantiano estão para o Realismo artístico assim como a nova Física e a supralógica que interpreta a suprarrealidade está para o Surrealismo.

E o que é, enfim, o que estamos aqui denominando de *fantástico da Física contemporânea*? Por uma diferença sutil que não permite que nossa resposta seja redundante com a definição de suprarrealidade, o *fantástico físico* é a discórdia entre a Física com a realidade ordinária e natural, sua cisma com o newtonianismo e com os sistemas kantiano-cartesianos, que se materializa em elementos regidos por uma lógica suprarrealista. Essa discórdia causa a impressão de que algo mágico e fenomenal reside nas teorias físicas, é a crença no maravilhoso que se perpetua nas estranhezas da Física contemporânea. Tais elementos se

apresentam, portanto, como ilógicos, pois para serem apreendidos precisam de uma outra estrutura lógico-conceitual. Tal como se lembrar de um sonho, falar de “dualidade onda partícula”, “relatividade dos intervalos de tempo” etc. isso tudo causa um sentimento de extravagância, provoca um confronto com a razão natural da realidade humana: é necessário uma supralógica para compreendê-los. **A essa supralógica denominaremos *conhecimentos epistêmicos*, no nosso caso, melhor ainda: denominaremos *conhecimentos físicos íntimos*.**

Assim, nas manifestações isentas dessa supralógica, a realidade da Física contemporânea é uma suprarrealidade. Nas traduções e obras de divulgação científica seus elementos são o *estranho*, o *mágico* e o *fantástico*. E tudo isso apraz a mente imaginativa e delirante: o real, lógico e natural, não oferecem pretexto para a imaginação, mas o fantástico sim. O fantástico é polimorfo, polissêmico e superaplicável. O fantástico é sempre um convite às especulações mais audaciosas porque permite uma metamorfose de argumentos que se encaixam nas mais vagas ideias e sistemas. É no devaneio que se formam as ideias inspiradas pelo fantástico. O fantástico da Física contemporânea é um convite às apropriações interepistêmicas.

Assim, um dos elementos que fomentou as traduções e as apropriações da Física foi a grande fascinação que a Física causou e causa, por sua originalidade e sucesso, em contraposição com as interpretações clássicas. Por tratarem de elementos extremamente abstratos e matemáticos, as teorias do século XX tiveram suas traduções didáticas construídas por meio de elementos com propriedades fantásticas, longe das propriedades dos elementos cotidianos.

Exemplificando este efeito, podemos indicar os fenômenos de tunelamento quântico presente na Mecânica Ondulatória. As traduções que tentam passar os significados essenciais desse fenômeno afirmam que *é possível uma bola chutada por um garoto atravessar uma parede de concreto sem que esta sofra danos*. Como tal fenômeno nunca ocorre, é de se esperar que uma teoria que pareça prevê-la cause espanto e fascinação. Dizer que *este fenômeno ocorre constantemente nas fiações elétricas de nossas casas* causa ainda mais espanto e fascinação (EISBERG; RESNICK, 1979, p. 265). Tem-se, por essa concretude ofertada pela explicação analógica, uma impressão muito forte de ter compreendido o que é o tunelamento de um elétron e que o mundo é um tanto “*quanticamente mágico*”.

A situação de fascinação causada pela Física já havia ocorrido antes com a descoberta de certos fenômenos elétricos. Essa condição obstatante foi objeto de análise de Bachelard. Os fenômenos elétricos causaram tanta admiração que muitas doutrinas pré-científicas foram propostas e muitas com explicações e demonstrações quase circenses. Assim, como no caso dos fenômenos de tunelamento:

(...) essas doutrinas primitivas, referentes a fenômenos tão complexos, apresentavam-se como doutrinas fáceis, condição indispensável para que fossem divertidas, para que interessassem ao público mundano. Ou ainda, para falar como filósofo, essas doutrinas apresentavam-se como marca de um empirismo evidente e básico. (BACHELARD, 1996, p. 37).

Em situações como a da eletricidade do século XVIII e de muitos outros fenômenos pertencentes à Física contemporânea, a fascinação e a impressão de compreensão das essências foram intimamente ligadas às metáforas e às analogias que trazem a marca de um empirismo evidente e básico. Na concepção de Bachelard, a pré-ciência elétrica era formada de conhecimentos baseados neste empirismo *básico*. As explicações pré-científicas dos fenômenos elétricos formaram um corpo de ideias tão fortemente ligados às analogias, às imagens e às metáforas que constituíram obstáculos a forma científica de ver a questão até os trabalhos de Coulomb. Os trabalhos desse pesquisador trazem uma interpretação matemática e abstrata desses fenômenos, não recorrendo ao empirismo tão fortemente fundamentado em nossas mentes (ainda temos a impressão de “sentir” a eletricidade nos pelos de nosso corpo quando passamos perto de um aparelho de televisão.). Esses obstáculos interpretativos dos fenômenos elétricos tiveram de ser suplantados para a construção do eletromagnetismo atual.

Embora não exista no caso da Física contemporânea uma vivência empírica direta, não existam demonstrações circenses com fenômenos quânticos ou da mecânica ondulatória, os efeitos de tal vivência não deixam de existir. Não apenas as analogias e metáforas realizam esse papel, causando uma vivência indireta, mas ainda podemos contar com a virtualidade dos recursos computacionais e gráficos que cada vez mais produzem interessantes filmes e documentários sobre o tema. O não especializado não precisa contar apenas com sua imaginação, agora ele pode complementá-la com os recursos eletrônicos. O empirismo envolvente da Física contemporânea é, portanto, mais uma vivência virtual que direta. Contudo, isso não desvia os efeitos. Saem os laboratórios arcaicos dos primórdios da eletricidade e entram os livros com figuras psicodélicas, saem as demonstrações teatrais com a Garrafa de Lyden e entram as mídias coloridas e brilhantes. O que atrai ainda é o que é *atrativo*, o que causa interesse ainda é o *curioso*, o que impressiona continua sendo o *fantástico*. Nada disso é causado propriamente pela nudez da Física escrita em linguagem matemática encarnada nos tratados especializados.

É sintomático, portanto, que a Física tenha sido objeto de tanto interesse, de tamanha curiosidade. Perante as traduções e divulgações das teorias físicas o que surge é um sentimento de escavar uma parcela da realidade que contém um mistério, que apresenta um comportamento anormal do mundo corriqueiro e cotidiano. E as imagens que nos são sugeridas quando lemos

um tratado de divulgação da Física contemporânea oferecem à imaginação pretexto para pensar numa vivência quase experimental dos fenômenos quânticos. O tunelamento quântico passa, por esse mecanismo, a ser imaginado como um corpo macroscópico atravessando barreiras que seriam intransponíveis; os saltos quânticos dos átomos de Bohr passam a ter como paralelo as imagens de objetos desaparecendo em um local e reaparecendo em outro num movimento mágico. O fantástico se impõe, o misterioso se evidencia, lúdico e o pitoresco de uma vivência empírica imaginada garante o *interesse curioso*. Num retorno à condição das ciências em nascimento do século XVIII, podemos tomar as palavras de Bachelard e reafirmar a respeito da Física contemporânea vulgarizada que:

(...) o fato de oferecer uma satisfação imediata à curiosidade, de multiplicar as ocasiões de curiosidade, em vez de benefício, pode ser um obstáculo para a cultura científica. Substitui-se o conhecimento pela admiração, as ideias pelas imagens. (BACHELARD, 1996, p. 36).

Imaginar literalmente as estranhezas da Física num nível realístico, numa apreciação ideativa das imagens que elas sugerem, não pode causar outra coisa senão uma admiração, um espanto, uma impressão de descoberta de algo fantástico. E na intuição forte que as imagens realizadas oferecem, porque quando se vê tem-se a impressão de compreender, surge o conhecimento intrínseco às apropriações interepistêmicas. **O conhecimento interepistêmico é, assim, uma construção apressada e não criticada pelas razões científicas, é um conhecimento baseado na impressão de se ter compreendido. Compreende-se as divulgações, conclui-se que compreendeu a Física; absorve-se a analogia, considera-se como realidade.**

Existe maior estranheza que um elemento simultaneamente ser duas coisas antagônicas? É devido às necessidades de uma descrição modelar dos fenômenos relacionados à luz que podemos compreender o Princípio da Complementaridade, termo cunhado por Bohr ainda em 1928. Mais tarde, De Broglie lança mão dessa dupla necessidade para descrever os fenômenos relacionados aos experimentos com elétrons. Contudo, como as divulgações científicas relacionadas à Física não se integram nos contextos técnicos e propriamente científicos, o princípio da complementaridade ganha mais fantasia. Pois, é como se ele anunciasse, por força mesmo das palavras usadas, que os opostos são complementares, que o elementar é a síntese dos antagônicos. Daqui, basta apenas um pouco mais de tempo para que as mentes mais criativas recaiam na ideia de que devemos pensar mais sobre essa complementaridade do *tudo*. E com um pouco mais de devaneio, chega-se, por meio dessa ideia vaga e irracional, a uma

militância contra aquilo que é rigoroso e exato: *as coisas não são o que parecem ser, elas são mais do que isso; elas são a síntese dos opostos.*

Tais ideias e forma de (não) pensar acusam de retrógradas outras formas de lidar com a realidade, posto que supõe ter a chancela e a validade da Física contemporânea. A busca pelo rigor e pela clareza de um pensamento passa a ser apontado pejorativamente como um esforço *cartesiano*. Até mesmo Bohr se deixou levar por essa forma de pensar a realidade e extrapolou os pensamentos da Física para outros campos de conhecimento:

O princípio da complementaridade subiu-lhe à cabeça e ele começou a se ver como um grande homem do conhecimento (não apenas da ciência). Ele percebeu acertadamente que seu princípio era aplicável a outras áreas que apenas a mecânica quântica simplesmente. (...) Não foi senão quando Bohr estendeu esse princípio à filosofia que ele fez a si mesmo um bobo. O princípio da complementaridade suscita uma séria questão para epistemologia (...). Mas afirmar, como Bohr fazia, que os filósofos antigos estavam às apalpadelas tentando expressar seu princípio é pura loucura. (STRATHERN, 1999, p. 82).

E quando um gato se encontra em um estado indefinido de vida e morte? Ou melhor, quando, ao mesmo tempo, ele se situa numa superposição de vida e morte? Quanta fascinação isso causa se for um gato da Física. Mas é que esse gato tem o mesmo estatuto do elétron que não se resolve se é enquanto onda ou se é enquanto partícula. Essa dualidade e essas irresoluções da situação dos elétrons são transpostas para o gato, na construção de um pensamento que se deixa impressionar com aquilo que não é natural:

O gato dentro dessa caixa opaca, de acordo com a teoria quântica, estaria simultaneamente vivo e morto, da mesma forma que um elétron é partícula e onda ao mesmo tempo. Isso porque o sistema que compreende a caixa e tudo o que ela contém é descrito por uma função de onda que descreve probabilidade. Somente com a observação empírica, com a abertura da caixa e visualização do gato, haverá a redução da função de onda. O paradoxo do gato de Schrödinger ao transpor a indeterminação da Física Quântica do nível microscópico do decaimento radioativo para o macroscópico de um gato morto demonstra quão confractural aparenta ser essa teoria. Inúmeras experiências com instrumentos de precisão têm demonstrado, no entanto, que no nível subatômico a subjetividade do observador é decisiva na definição não só do comportamento futuro, mas também do passado das partículas. Ainda há pouco consenso entre os físicos sobre as implicações dessas descobertas, e outras pesquisas teóricas e empíricas necessitam ser feitas para chegar a conclusões mais exatas quanto à interferência da subjetividade no comportamento das partículas subatômicas. De todo modo, essas descobertas permitem vislumbrar um novo paradigma que põe em xeque a própria racionalidade humana, acuada diante de tantos paradoxos. (VIANNA, 2008, p.114).

A interpretação dada pelo próprio Schrödinger para sua equação descreve o comportamento de elementos em nível microscópico, porém, quando ilustrada pelo famoso exemplo do Gato de Schroedinger, passa a dizer, não mais sobre elementos quânticos, mas

sobre gatos. Os problemas da Física são trocados pelo drama do gato; deixa-se para trás a equação de onda e fixa-se na situação estranha da ilustração. A ilustração é a tradução, é a transposição auxiliada pelo experimento mental de um gato numa caixa ameaçado por um átomo radioativo. Esquecemos que a equação de Schroedinger se aplica, não à vida do Gato, mas aos decaimentos do átomo radioativo. A sedução das imagens e da imaginação gerada pela metáfora nos atrai para superposição de vida e morte de um gato, em vez de nos fazer compreender melhor a restrita aplicação probabilística dos decaimentos radioativos oferecidos pela equação de Schrödinger.

E se abriremos a caixa então? Mais interessante ainda o experimento fica, pois encontraremos o gato ou vivo ou morto. Nunca as duas coisas ao mesmo tempo. Como explica-se tal fenômeno perante a natureza quântica do gato? Ora, a metáfora mais didática para esse caso afirma que é o ato da observação que colapsa a equação de estados do gato, fazendo definir sua condição. Ou seja, é quem abre a caixa que define a vida ou morte do animal. A ilusão começa nesse outro ponto, e rapidamente, encontra-se subterfúgios para pensar no poder da observação em colapsar a equação e definir uma realidade para o gato. A fantasia é autônoma e encontra ligeiramente caminhos para se falar em poder da mente: *a mente enquanto determinante da realidade*. Assim, adentramos às portas das mais interessantes apropriações interepistêmicas: as religiosas e místicas.

No entanto, esquecemos ou não queremos saber que o abrir a caixa é mais uma metáfora. Ela representa antes qualquer experimento que determine se em um instante o átomo já sofreu decaimento. A resposta desse experimento somente poderá ser *sim* ou *não*, nunca as duas coisas ao mesmo tempo. Se Schrödinger não tivesse usado um gato na metáfora para interpretação probabilística de sua mecânica e não tivesse sugerido um observador humano para abrir a caixa, mas sim apenas um átomo radioativo e um contador Geiger-Muller, teria dado menos vazão e espaço para o fantástico da vida e morte de um gato – um pet tão querido - e para o poder da mente humana.

Mas é justamente essa situação de vida e morte uma das mais estranhas e numinosas que poderemos encontrar no imaginário das construções literárias. E os bons autores não podem deixar de aproveitar essa fonte de espanto e fantasia que acaba induzindo aos devaneios mais profundos de um leitor atento. E não é de forma inocente que Gabriel García Márquez, *em Crônicas De Uma Morte Anunciada*, brinca com as imagens e com as conjugações verbais da personagem principal, Santiago Nasar, quando ele é mortalmente ferido pelos gêmeos Vicário, irmãos daquela que foi sua amada:

Depois de procurá-lo aos gritos pelos quartos do andar de cima, ouvindo sem saber de onde vinham outros gritos que não eram os seus, Plácida Linero assomou à janela da praça e viu os gêmeos Vicário que corriam para a igreja. Eram perseguidos de perto por Yamil Shafum, com a sua espingarda de matar jaguares, e por outros árabes desarmados, e Plácida Linero achou que o perigo tinha passado. Saiu então para a varanda do quarto, e viu Santiago Nasar em frente da porta, de borco no pó, tentando erguer-se do seu próprio sangue. Levantou-se de lado, e começou a andar num estado de alucinação, segurando com as mãos as vísceras pendentes. Caminhou mais de cem metros para dar a volta completa à casa e entrar pela porta da cozinha. Teve ainda a lucidez bastante para não ir pela rua, que era o trajeto mais longo, entrando na casa contígua. Poncho Lanao, a mulher e os cinco filhos não tinham dado pelo que acabava de acontecer a vinte passos da sua porta. "*Ouvimos a gritaria*", disse-me a mulher, "*mas pensamos que era a festa do bispo*." Começavam a tomar o pequeno-almoço, quando viram entrar Santiago Nasar encharcado em sangue e segurando nas mãos o cacho das suas entranhas. Poncho Lanao disse-me: "*O que eu nunca pude esquecer foi aquele fedor a merda*." Mas Argénida Lanao, a filha mais velha, contou que Santiago Nasar caminhava com a altivez de sempre, medindo bem os passos, e que o seu rosto de sarraceno com os caracóis revoltos era mais belo do que nunca. Ao passar em frente da mesa sorriu para eles, e continuou através dos quartos até à porta de trás. "*Ficamos paralisados de susto*", disse-me Argénida Lanao. Minha tia Wenefrida Márquez estava a escamar um sável no quintal da sua casa, do outro lado do rio, e viu-o descer a escadaria do cais antigo, procurando com passo firme o caminho para sua casa.

– Santiago, meu filho - gritou -, que tens tu?

Santiago Nasar reconheceu-a.

– Mataram-me, menina Wene - disse ele.

Tropeçou no último degrau, mas se levantou imediatamente. “Teve até o cuidado de sacudir com as mãos a terra que ficou em suas tripas”, disse-me Tia Wene. Depois entrou em sua casa pela porta dos fundos, que estava aberta desde as seis horas e desabou de braços na cozinha. (MÁRQUEZ, 1981, 175-177 – grifos nosso).

Se o gato gritasse de dentro da caixa, os que fantasiam sobre os elementos da Física contemporânea escutariam conjugações verbais mais interessantes que essa de Santiago Nasar. O gato é digno de um conto do Realismo Fantástico de García Márquez.

O fantástico sempre seduz, sempre atrai, é sempre tenaz na mente que o contempla. É interessante notar que, perante uma explicação que tente convencer sobre o real valor da Física contemporânea, existe frequentemente uma resistência muito grande, uma postura quase agressiva. Parece existir uma carga sentimental no conhecimento de algo tão fantástico e interessante. Parece-nos ser bastante provável a hipótese de que a valoração psicológica das imagens fantásticas advenha de sua predileção em detrimento da realidade parca e descolorida que paira perante a vivência direta do homem. Convencer dessa realidade cinza da Física é tal como tentar convencer o tolo de que o ouro que por ele foi descoberto nada mais é que dissulfeto de ferro.

Essa valorização e interesse curioso do grande público pela Física contemporânea é facilmente constatada nas vendas de revistas especializadas em ciências. O diretor da Scientific American Brasil afirma que quando os temas impressos nas capas das revistas são relacionados à Astronomia e Física Quântica as vendas são sempre mais volumosas (MACHADO; CRUZ,

2016). Em uma palestra aberta que promete abordar temas da Física contemporânea em linguagem não matemática se encontrará, provavelmente, um grande público, pois ela será uma palestra que alimentará a admiração, será uma palestra *gostosa de ouvir*. Uma aula de Física é sempre chata e vazia, ela é sempre *árida*. Nas palestras, se assenta a frente dos sedentos ouvintes um *guru quântico*; nas aulas de Física, de pé, um *professor* dá uma aula. Revistas coloridas e interessantes que tragam como capa qualquer substantivo que tenha com adjetivo a palavra “quântico” vendem a todos. Os dos livros de Física estão sempre vazios. Não estamos condenando esse encanto pelos temas da Física, queremos apenas, com essas argumentações, defender a afirmação que ele é uma das fontes de apropriações interepistêmicas.

Mas podemos ainda tentar fazer uma tênue diferenciação desses efeitos e categorizar as que tratamos até este ponto de *impressões passivas* perante a Física contemporânea. Aquelas que existem por serem tomadas passivamente das obras tradutivas e de divulgação. Elas não ocorrem para constituir afirmações, mas elas existem, pois, as traduções sugerem as analogias e metáforas; são as afirmações metafóricas e analógicas responsáveis por essas impressões fantásticas. Entretanto, existem aquelas que, em cima de tudo aquilo que discorremos, realizam um esforço ativo de reunir as imagens fantásticas grandiosas de uma Física literária; constroem uma estética bela e interessante. Podemos recorrer à classificação de um *esforço ativo de construção de impressões* para melhor expressar o que estamos pensando. Mas agora esses esforços ativos estão bem mais próximos do campo das apropriações interepistêmicas, pois eles são elementos de discursos construtivos. Ou seja, esses esforços ativos são parte de argumentos, são partes das razões necessárias, no corpo das apropriações interepistêmicas. Eles constroem as apropriações.

Reunir na mesma afirmação as contradições empíricas é, então, solo fértil para se produzir argumento a favor de metafísicas interpretativas que vão além da alçada da Física contemporânea. Nada mais espantoso que constatarmos imagens paradoxais, elementos contraditórios, coisas inequacionáveis dentro de objetos que pareciam ser tão bem resolvidos e compreendidos. A questão é que esse aspecto fantástico das interpretações, essas construções literárias por vezes esteticamente admiráveis, servem para apoiar apropriações bastante diversas e supervalorizadas que vão desde as religiosas e místicas às questões metafísicas.

Vejamos com que beleza e espanto nos encontramos se pararmos para refletir sobre *os sóis* interpretados na seguinte citação. Se nos atermos às imagens fantásticas que ela sugere, se imaginarmos fortemente, entraremos no campo do quase onírico, teremos sonhos psicodélicos:

Os sóis são máquinas formidáveis ao mesmo tempo precisas, motrizes e criadoras. Eles produzem átomos pesados, quer dizer, organizações complexas, e irradiações, ou seja, alimento da vida. Resumindo, tudo o que no cosmo é ordem e organização, tudo que ainda produz mais ordem e organização tem por fonte um sol.

Ora, não se pode esquecer: esta máquina de fogo está em chamas. O sol está pegando fogo. Nosso sol não ilumina como uma lâmpada. Ele cospe fogo, ele expete fogo numa autoconsumição insensata, em uma despesa louca que não havia previsto nenhum traço de economia cósmica. Seu núcleo é o caos puro. É uma bomba de hidrogênio permanente, é um reator nuclear e fúria. Criado em catástrofe, acendendo-se na temperatura de sua própria destruição, ele vive em catástrofe, já que sua regulação é feita no antagonismo de uma retroação explosiva e de uma retroação implosiva. Ele vai, mais cedo ou mais tarde, rumo a uma dessas duas destruições, à hiperconcentração ou ao último feixe de fogo da nova ou da supernova. Assim, os bilhões e bilhões de sóis são, ao mesmo tempo, a ordem suprema, a organização física admirável e o caos vulcânico de nosso cosmo. (MORIN, 2003, p. 82-83).

É verdade que, para nossa Física atual, átomos com núcleos mais pesados surgem no processo de fusão que ocorrem nos núcleos das estrelas. No entanto, a figura da *máquina precisa* é uma evocação analógica. É também verdade que carbonos são átomos mais pesados e que o ultravioleta e outras radiações surgem dos processos nucleares no seio delas, mas dizer que os sóis *produzem vida* soa como um louvor criacionista vital ao processo de fusão nuclear. Ordem e organização são categorias da mente que compreendem a natureza, elas não surgem nas estrelas. Somente no interior da explicação racionalista dos modelos atômicos e nucleares que podemos falar em alguma *ordem e organização*. Ordem e organização não são propriedades das estrelas, pensar assim é parte de uma metafísica que confunde e valoriza. As estrelas têm sim temperaturas elevadíssimas para nossas escalas, mais elevadas aliás que o fogo de uma fogueira. Contudo, elas não exatamente *cospem fogo com fúria*. Os processos como um todo, de fato, emitem muita radiação. É necessário dizer que a ideia de radiação é uma criação física. O fogo da fogueira é apenas uma imagem, uma imagem real formada em nossas retinas; cientificamente, fogo é um conjunto de partículas com temperaturas elevadas que emitem radiação no espectro visível. E por último, não podemos dizer sem causar admiração que *os bilhões e bilhões de sóis são, ao mesmo tempo, a ordem suprema, a organização física admirável e o caos vulcânico de nosso cosmo*. Ordem e caos são conceitos opostos para uma cultura fora da Física, mas não necessariamente o são dentro dela. Aliás, essas palavras foram trocadas por uma definição física e matemática, sem o maniqueísmo de nossos pensamentos, por um valor numérico contínuo, a entropia. Somente com o despertar de uma razão científica saudável que podemos dissipar o devaneio causado pelo fantástico da imaginação causada por passagens como essa.

E o pensamento fantástico, que versa sobre a Física contemporânea, também encontra no exercício de imaginar os modelos físicos em escalas macroscópicas uma fonte de devaneio.

Temos argumentado que é justamente desse exercício de imaginar os elementos da Física como entes existentes donde surgem os aspectos fantásticos, donde nascem as estranhezas diante de um mundo cotidiano. Parece sempre existir em alguns uma esperança que o oculto na ciência traga um espanto quando for descoberto. Imaginar os modelos e elementos da Física contemporânea é o exercício mais profícuo quando se quer notar as discrepâncias entre os modelos e o mundo naturalizado em nossas mentes: assim, nada mais surge que espanto e fantasia.

Pensemos nos modelos de átomo. Nada mais interessante que pensar como o mundo que conhecemos pode ser, na escala macroscópica, tal como esses modelos do mundo microscópico:

É possível afirmar, portanto, que elétron também não é onda nem partícula, mas tem atributos de ambas. Os átomos que compõem a matéria sólida, quanto a distribuição de sua massa, consistem quase que integralmente, em espaço vazio. Se um átomo fosse ampliado até que atingisse as dimensões da maior abóboda do mundo, a da catedral de São Pedro, em Roma, seu núcleo teria o tamanho de um grão de sal e seus elétrons seriam como poeira girando ao seu redor. O que confere a matéria seu aspecto sólido é justamente o efeito quântico vinculado ao aspecto dual (onda partícula) da matéria. (VIANNA, 2008, p. 112).

O estranhamento está justamente na constatação da discrepância entre um mundo sólido e preenchido e o modelo que tem mais vazio que matéria. Assim, como poderia o mundo ser construído em cima de uma base tão vazia como o átomo? Esse aspecto estranho, dessa discrepância que parece essencial, nos faz pensar como a ciência pode nos revelar as coisas mais esdrúxulas do universo. E paralisamos nossos pensamentos tentando realizar em nossas mentes um átomo sendo ampliado até o tamanho de uma catedral, num zoom incessante. Tentamos imaginar como seria lindo o desvelar do íntimo da matéria que essa ampliação nos mostraria. Então, veríamos o núcleo minúsculo, os elétrons como poeira, e pensaríamos na solidez de uma pedra ou no peso de uma barra de ferro. Pensaríamos nessa impropriedade do átomo que dá origem às propriedades das pedras. A fantasia surge do fantástico da comparação.

No entanto, aquele que devaneia esquece que a matéria sobre a qual nossas noções são construídas é aquela que toca nossos sentidos: a mesa, a pedra, a água, o ar. Ele não sabe que a matéria que é objeto da Física é a matéria matematizada e epistemicamente construída nos laboratórios. Não sabe que, para a Física, a solidez de um objeto está assentada muito mais na ideia de interações de forças entre os constituintes do átomo que propriamente na ideia de matéria dura e sólida dos corpos que ferem nossos sentidos. A realidade da matéria da Física é a realidade das forças de interações e que, nesse sentido, o vazio entre o elétron e o núcleo não é o mesmo que o vazio de uma garrafa furada. Aliás, nem mesmo suspeita que esse vazio não

tem o mesmo valor que o vácuo, coisa dificilmente produzida mesmo que parcialmente. O vazio no átomo é apenas um produto de nossa imaginação que se deixa levar pela proposta de aumentar o modelo de átomo ao tamanho de uma catedral.

Podemos sim ser confrontados com a réplica de que tais assombros não constituem pecados intelectuais e que eles têm um contexto para serem feitos. Sim, verdade. Eles não constituem por si máculas intelectuais nas obras de seus autores, contudo, operam nos textos como argumentos para as mais diversas posições e teorias. A falha, em nossa opinião, está na *constituição ativa do fantástico* para fundamentar aquilo que se diz. Esse é o contexto falho. Diante dessas contradições e grandiosidades aventadas e interpretadas, muitas vezes, se propõe “*pensar*”, se incita a construção de “*ideias novas e inquiridora, numa busca de um novo paradigma*”. Muitas vezes fomos pegos tentando pensar sobre o fantástico, sobre o suposto enigma da natureza. Contudo, temos que admitir que esse exercício é impossível, que quando tentamos pensar sobre esses mistérios, não pensamos, nós apenas imaginamos. O pensamento racional produtivo fica paralisado perante o prazer da imaginação, perante o vislumbrar do fantástico e pela falta de um problema específico para se pensar.

Não é raro vermos em nossas universidades, a proposta de aulas nas quais devemos pensar sobre tais “*mistérios da natureza*”, numa tentativa de questionamento das noções científicas atuais. Geralmente, essas aulas trazem a problemática vaga do pensamento holístico. É comum que após essas conversas sobre tentativas de “*construção de novas formas de pensar as ciências*” as respostas sejam apenas a de que devemos “*questionar mais, abrir nossas mentes*”. Não se chega a contribuir para a construção de qualquer conhecimento porque o mistério e o fantástico encontrados na Física e em diversas outras ciências não são problemas a serem resolvidos, são impressões aventadas ativamente. Bachelard encontra, na fase pré-científica de uma literatura de vulgarização do saber e ainda na atualidade das ciências, traços dessa natureza argumentativa.

É perceptível, em pessoas cultas, um certo masoquismo intelectual. Elas precisam de um mistério por trás das soluções científicas mais claras. Aceitam com dificuldade a clareza consciente de si que oferece o pensamento axiomático. Mesmo dominando uma noção matemática, sentem necessidade de postular um realismo que as supera e aniquila. Nas ciências físicas, postulam um irracionalismo total para a realidade, ao passo que, nos fenômenos de laboratório, fenômenos bem circunscritos e matematizados, esse irracionalismo não passa da soma de enganos do experimentador. Mas o espírito não quer gozar com tranquilidade um conhecimento bem fechado em si mesmo. Pensa não nas dificuldades de momento, mas nas dificuldades de amanhã; pensa não no fenômeno, com certeza, encerrado nos aparelhos ali em ação, mas no fenômeno livre, selvagem, impuro, apenas nomeado! Desse inomeado, os filósofos fazem um inomeável. Até na base da aritmética, Brunschvicg encontrou essa dualidade, toda eivada de valorizações contraditórias, quando ele se refere a uma ciência do número utilizada seja para demonstrar, seja para ofuscar, ficando claro que

se trata de, antes de ofuscar os outros, cegar a si mesmo. (BACHELARD, 1996, p. 304-305).

Portanto, não há mistério a ser pensado e resolvido no contexto das produções científicas mais claras. As proposições científicas são as soluções dos problemas de laboratório e de gabinete. Se hoje compreendemos a dinâmica de uma estrela, *de nossos sóis*, não foi pelo interesse em desvelar o oculto dos astros, mas por investigações de problemas mais pontuais da história da Física. O mistério é resultado de uma produção, de uma interpretação ativa e fantástica. O irracionalismo que se postula a respeito da realidade, esse aspecto quimérico da física, vai na contramão do processo de racionalização da própria natureza material. Pois é no avançar da razão científica que dissipamos o mágico, o numinoso, a quimera do desconhecido. Não recorremos mais às causas alheias às ciências para hoje explicarmos o trovão e os raios. Esses eventos meteorológicos são exatamente o que a palavra indica: fenômenos atmosféricos. E como tais, já foram explicados e racionalizados por um conjunto de conhecimentos empíricos e teóricos. Seria, portanto, um retrocesso se desenhássemos nessas explicações figuras de um raciocínio que lançasse sombras sobre as razões físicas (BACHELARD, 1996, p. 32).

A incitação às apropriações está justamente nesse postular de uma realidade irracional total sobre a natureza física já explicada, pois elas intimam esforços de pensamento e apontam a necessidade da construção de conhecimento que deem conta desses problemas misteriosos. Ou seja, quando o fantástico é evidenciado, apesar do conhecimento claro já estabelecido, caímos numa charada. São convocadas todas as formas de conhecimentos para resolvê-la. Não é incomum que campos não acadêmicos ou científicos se inspirem nessas *charadas* para ensaiar uma explicação holística, mística ou religiosa que tente respondê-la. O mais interessante é que em muitas delas o fantástico da Física é evidenciado pela existência do mundo extramaterial, é a demonstração das idiossincrasias do espiritual, ou é o argumento que faltava para a explicação do milagre.

Em um livro que pretende argumentar a possibilidade de um reencontro entre ciência e fé, mas que na realidade nos pareceu ser mais uma apropriação em que as estranhezas da Física contemporânea são usadas para defender uma posição religiosa, o autor comenta que, no instante da busca de uma teoria unificada para os fenômenos físicos:

É nesse momento que se abriu a possibilidade para atuação da fé e da espiritualidade. É impossível estudar os fenômenos quânticos sem perceber que há uma íntima e profunda relação dessas duas visões de mundo, da ciência com e fé e espiritualidade. (RODOVALHO, 2013, p. 51).

É interessante como ainda existe uma esperança dentre os religiosos de que as ciências *expliquem* as crenças. Nos parece ser ainda herança das tensões renascentistas e fruto dos trabalhos galileanos (FEYERANBEND, 2007), nos quais, aparentemente, o pensamento baseado na fé perde a disputa e se recalca na busca de um reavivamento pelos avanços das ciências. A obra de Tipler (2010), pressupondo uma física que explique os mistérios do cristianismo e tentando dar explicações científicas ao propor testes de hipóteses relacionados a elas, é aberta com a afirmação de que é “a partir da perspectiva das teorias mais recentes da física, o cristianismo não é uma mera religião, mas uma ciência que pode ser experimentalmente testada” (TIPLER, 2010, p. 13). No final, após suas conclusões e resumo do que foi apresentado, o autor é ainda mais radical ao indicar que, se suas ideias forem testadas e confirmadas, “isso tornaria o cristianismo um ramo da Física” (TIPLER, 2010, p. 316).

Não é raro vermos pensadores religiosos que tentam construções de sistemas de pensamento dessa natureza na busca da justificativa de suas crenças. Para nós, tal atividade é um desfavor para qualquer pensamento religioso ou espiritualista, pois não há nada mais degradante ao caráter divino de um elemento que sua racionalização: um milagre *explicado* não é mais um milagre, passa a ser um fenômeno natural. Ao explicar um milagre não mais temos uma experiência de fé, temos a aplicação de um conhecimento: o espiritual se torna material e o divino ganha as dimensões humanas. Contudo, as atividades religiosas são livres das amarras desses pensamentos alheios as suas áreas e reconhecemos que tais explicações científicas, mesmo que estranhas aos próprios cientistas, podem servir de apoio subjetivo àqueles que creem.

Logo, nada mais sugestivo de uma numinosidade que uma imagem fantástica. Nada mais permitido pelo pensamento religioso, necessitado de uma construção científica que justifique o idiossincrático de sua fé, que a relação entre ciência e o fantástico da Física. Pois é bastante conveniente a relação estabelecida, uma vez que qualquer passagem que precise de fé para se acreditar, pode receber o apoio de uma apropriação interepistêmica; portanto, pode receber o aval da *ciência*. Neste caso quase que podemos falar de um paralelo entre fantásticos: um nos textos religiosos e o outro, paralelamente, retirado da Física contemporânea.

Vejamos como é fácil o incitamento às apropriações pela relação massa-energia da Relatividade Restrita no contexto de uma tentativa de justificação científica de João, cap. 20, ver. 19:

Quando Jesus ressuscita e aparece aos discípulos, como ele se manifesta? Não está Ele manifestado em um corpo que atravessa as paredes? O mesmo não acontece com o profeta Elias? Ou Enoque? Usando as palavras de Bohm, as partículas – e toda a

materialidade, conseqüentemente – seriam um tipo de abstração do campo total, que corresponde a regiões de campo muito intensas, chamadas de singularidade. Ou seja, a matéria pode ser vista como energia concentrada. A equação clássica da relatividade prevê isso. (RODOVALHO, 2013, p. 161).

A dualidade sugerida pela relação massa energia interna às equações de teoria da relatividade restrita é um dos planos paralelos dessa apropriação. Do outro lado, encontra-se diversos outros elementos fantásticos de um contexto religioso. A estrutura das apropriações por campos religiosos ou espiritualistas guardam estritamente essa necessidade de explicação científica de uma crença, como se não bastasse apenas o *crer* religioso, mas fosse necessário o *demonstrar* científico.

Mas podemos recorrer às sistematizações mais ricas e mais rigorosas que a anterior, em que os milagres como a ressurreição, a assunção e o andar de Cristo sobre as águas são racionalizados e explicados por fenômenos tão fantásticos na Física quanto os próprios milagres. Pois tais milagres só os são porque ainda não fizemos as conexões corretas e cabidas entre as novas leis da Física e os fenômenos sobrenaturais dos Evangelhos:

É esse mecanismo de aniquilação de bárions por meio de tunelamento eletrofraco que poderia ter sido usado para realizar todos os milagres descritos nos Evangelhos, em particular a Ressurreição. (...) A desmaterialização pode ser realizado pelo tunelamento quântico eletrofraco, que viola a conservação do número bariônico e do número leptônico. (...) A reversão do processo produziria a materialização, aparentemente a partir do nada. A ressurreição é, desse modo, apenas um exemplo da primeira desmaterialização do corpo morto de Jesus, seguida pela materialização de um corpo vivo. (TIPLER, 2010, p. 235-236).

Quando se percebe a existência de uma Física que permite o fantástico da materialização e desmaterialização de corpos, se reconhece muito imediatamente a possibilidade de sua aplicação para muitos de outros *fantásticos* do universo humano. A imagem sugerida pelos termos materialização, tunelamento, aniquilação não se aplicam às coisas normais, eles pertencem a uma descrição da realidade de um universo anormal e desnaturalizado. Se sente, portanto, impelido a usar os conhecimentos Físicos para dar razão aos episódios mais fabulosos e quiméricos. E esse caráter de suprarrealismo racionalizada que a Física contemporânea traz é metamorfoseante, ele se aplica a muitas outras passagens da vida do Cristo:

Todos os oito milagres ‘naturais’ de Jesus poderiam ter sido realizados por meio do mecanismo de tunelamento quântico eletrofraco. Por exemplo, o caminhar sobre as águas poderia ser realizado dirigindo-se um feixe de neutrinos, criados exatamente sob os pés de Jesus, para baixo.(...) Desse modo, se o campo responsável pela conversão de matéria em neutrinos se estendesse ao longo de uma curta distância para dentro da água sob os pés de Jesus, e se esse campo fosse capaz de dirigir todos os

neutrinos para baixo, Jesus caminharia sobre a água. Ou ascenderia até entrar nas nuvens depois de sua ressurreição. (TIPLER, 2010, p. 237).

Nosso autor, Tipler (2010), metaforicamente, parece preferir *tocar as chagas de Cristo* através da Física, tal como Tomé, que o fez com as próprias mãos: o Dídimo quer tocar para crer; Tipler aparenta querer racionalizar para acreditar. Tipler, portanto, nosso Dídimo contemporâneo, involuntariamente reduz para si o valor de outra passagem capital das Escrituras Cristãs em Hebreus 11.1 (“*a fé é a certeza das coisas que se esperam, a convicção dos fatos que não se veem*”) e é incitado pelas belezas da Física a integrar seu conhecimento de físico a seu pensamento de fiel.

Depois de tantas explicações *científicas* de como Jesus se manifestava como Deus, ainda resta aos leitores da obra de Tipler (2010) um caminho para salvar a divindade não explicável e incompreensível que a fé parece requerer para sua existência: e a questão deve recair não mais nos *processos* da Física, mas sim na questão do *como* o Cristo conseguiu controlar a matéria sem nenhuma tecnologia. As apropriações intepistêmicas com a Física não parecem ser prejudiciais, menos ainda promissoras, aos campos religiosos ou espiritualistas. Sempre ainda restará espaço para as crenças em aspectos não abarcados pelas apropriações.

Contudo, devemos fazer uma ressalva para fins de não darmos a impressão de estarmos criticando as atividades religiosas. Quando analisamos aqui essas passagens temos a única intenção de sustentar nossa afirmação inicial, a de que o **fantástico da Física contemporânea é um incitamento às apropriações intepistêmicas**, mesmo que estas não configurem dentre as apropriações acadêmicas e científicas. Vimos os casos das artes nos movimentos de vanguardas da Europa do século XX e agora os casos religiosos. Não queremos cair aqui na posição extremamente perigosa e muito presunçosa de acusar tais produções, como as de Tipler e de outros mais populares, de charlatanismo ou qualquer outra postura pejorativa. Esses campos são livres em suas produções e podem se inspirar em que quiserem ou em que acharem mais conveniente. A religião, os pensamentos espiritualistas e as artes não devem se ater a um método de atuação ou de produção nem mesmo a qualquer censura externa, mas devem conservar sua liberdade de pensamento e de mutação, longe das críticas acadêmicas. Se nessas áreas existem apropriações acadêmicas para justificação de crenças ou para inspirações artísticas, nossas afirmações aqui se restringem a tentar descrever como isso ocorre, não indo a juízos de valores ou de legitimidade desses trabalhos. Pensamos que a academia ou a ciência não têm autoridade para acusar tais apropriações de serem charlatãs.

Podemos, apesar disso, fazer uma confusão ao pensarmos nas intenções individuais de cada autor, dado o poderoso esquema de fama que gratifica os que caem na popularidade por meio dessas atividades. Se esses autores agem na intimidade com a intenção de ganharem fama, o julgamento deve se restringir à ação individual – (aliás, um exercício completamente inútil, dado que ninguém tem livre acesso às intenções alheias e, portanto, nenhuma base se tem para tal julgamento). Mas as ideias lançadas à coletividade não vêm maculada pela intenção de seus autores, elas assumem outro papel na trama do pensamento coletivo. Elas ganham outro valor. Em relação a essas ideias, a essas apropriações, podemos apenas julgar pelos seus efeitos. O que estamos dizendo, portanto, é que nos campos das artes e das atividades religiosas às apropriações interepistêmicas não cabe a acusação de charlatanismo ou ineficiência. Se fizermos tal julgamento, cairemos no mais clichê das guerras intelectuais, a guerra entre *Ciência e Fé*, questão que parece ser não apenas superada, mas mal colocada. Nossas críticas serão, na realidade, voltadas para as atividades científicas e acadêmicas, porque elas sim pretendem ter um *método* de ação, de pesquisa, de crescimento. É somente nessas áreas que podemos de fato falar com legitimidade em ineficiência de alguma produção acadêmica, podemos falar em obstáculo ao crescimento do conhecimento.

Devemos notar que não é o conhecimento íntimo da Física que isenta ou imuniza um determinado autor a realizar, sob o efeito do fantástico, apropriações de interesses diversos. Pensamos, aliás, que são especialmente os mais entendidos e iniciados que têm maiores possibilidades de encontrar caminhos variados de apropriações. Muitos dos autores que citamos anteriormente, e que ainda citaremos, são propriamente físicos; estudaram e se formaram em áreas científicas que exigem conhecimentos da Física contemporânea. A tendência de uma popularização de um conhecimento que se torna cada vez mais hermético e elitista no campo do conhecimento científico, a vontade de vulgarização de algo que é especializado em demasia, parece não poupar os especialistas, mesmo que esses detêm um conhecimento que pode prescindir de especulações fantásticas. Nos parece que, dominando os conceitos da Física, os físicos devaneiam nas peculiaridades de sua ciência e esquecem das questões epistêmicas que lhes dão origem.

O fantástico é interessante, abre portas ao lúdico e abre espaços para as mais diversas apropriações; ele é polimorfo, e por assim ser, se presta a toda forma de pensamento. Permite o pensamento indulgente em detrimento a um *método de pensamento*, permite que tudo seja relacionado a tudo apenas pela possibilidade imaginada. Em contraposição, o conhecimento solidificado pelas noções mais corriqueiras, aquele que não se apresenta como mágico ou exótico, afigura-se como antídoto do movimento apropriacionista: a física newtoniana não é

um incitamento às apropriações; por não apresentar pretexto às especulações da imaginação, ela é exageradamente rigorosa. Contudo, as apropriações não revivem unicamente instigadas por um fantástico que adeja os elementos da Física. Outras podem ser as fontes de apropriações.

Passaremos agora a analisar como a ideia de que existe uma natureza única para as coisas de todas as ciências pode fazer parte das apropriações interepistêmicas. Essa ideia acaba resultando numa postura de produção de conhecimento que usa essas mesmas apropriações como meio de generalizar os conhecimentos epistêmicos da Física contemporânea, numa tendência completa às generalizações de seus conhecimentos íntimos.

4.3 A Crença na Natureza Única e as Tendências às Generalizações como Origem de Obstáculos Epistemológicos

As questões epistêmicas e do caráter histórico dos conhecimentos parecem não ter relevância para as atividades das apropriações, elas são esquecidas no momento de se realizar as atividades interepistêmicas. Se propaga com muita veemência que o conhecimento é construído, no intuito de relativizar os produtos científicos, com aquele intuito mais que legítimo de dizer que a ciência não deve ser cultuada. No entanto, essa afirmação parece vir desapegada do valor de uma construção setorial e histórica do próprio conhecimento. Considera-se a ciência como uma construção, porém, ao mesmo tempo, as atividades interepistêmicas parecem crê-la como um retrato da natureza una; elas traduzem a crença numa Natureza absoluta das coisas.

Ora, parece-nos uma contradição um tanto ingênua que tomemos como pressuposto o caráter da ciência como mais um dos produtos humanos, assim como as artes, e, simultaneamente, acreditemos que ela revela em si a estrutura do mundo material e físico, de um substrato embasando as diferentes formas de conhecimento humano. Em outras palavras, que a ciência revela a *realidade*. Contradição porque, como poderia a ciência, sendo histórica e mutável, ter a pretensão de atingir a essência última das coisas? Como uma atividade humana, influenciada pela sua própria história, pode assegurar que as ideias atuais que se faz do mundo representem o absoluto verdadeiro da matéria?

Nossa concepção é de que as ciências naturais é uma construção – não poderíamos ter outra opinião, posto que a ciência não emane automaticamente do mundo objetivo, ela é um construto intermédio entre o sujeito e uma inalcançável realidade material. Portanto, cremos

que como toda construção humana é temporal, é histórica e é local. Jamais poderíamos considerá-la absoluta, uma descoberta de algo permanente da natureza. Para as concepções epistemológicas que embasam nosso trabalho, a ciência não descobre a substância de seus objetos, ela constrói seus objetos sobre as manifestações do mundo material, mesmo que intermediado pelos recursos do laboratório no contexto de uma técnica especializada.

Não há maior prova da natureza construída das ciências físicas e de seus elementos que o caráter histórico das teorias, teoremas e conceitos. **Se os produtos das atividades científicas fossem absolutos, se eles fossem a descoberta das substancialidades, não teríamos a história das ciências; teríamos apenas um memorial do crescimento do conhecimento científico.** No entanto, por exemplo, a astronomia planetária, no passado, mostrava-nos os epiciclos dos movimentos dos astros. Hoje, ela nos apresenta a elipse da órbita de cada um deles em torno do Sol. Antes, tínhamos o calórico como fluido; hoje, concebemos abstratamente o calor como uma manifestação da energia. **Nesse aspecto da discussão sobre a natureza das ciências estamos longe da postura idealista apresentada por Goswami (2015), na qual a realidade apenas não é histórica e local, mas se conforma a mente do próprio observador.**

A origem epistêmica dos elementos das ciências parece desprezada pelas apropriações interepistêmicas. Já abordamos as questões da produção íntima e particular das teorias físicas no que chamamos de âmbito epistêmico de produção dos entes físicos. Queremos trazer novamente o assunto, porém, agora sob a égide da noção de ciência enquanto construído. Novamente, parece-nos inconciliável considerar os entes científicos como produtos da atividade humana e, paralelamente, termos a crença de que eles representam uma Natureza, de que são uma imagem correlata da natureza. Se ela é construída, ela o é em torno de um objeto, de um objeto que por ela é também construído. Ou seja, a ciência a medida que se constitui às voltas de seu objeto a ele se adapta e se molda. Quando a ciência *fala*, não fala de uma Natureza, fala de um objeto que paira sobre a realidade.

Especificamente, a Física contemporânea não mais tem as pretensões aristotélicas de um holismo científico, ela perde a pretensa homogeneidade de ver o mundo físico como elemento a ser apreendido pela Física e recai cartesianamente na construção de objetos particulares. Quando a Física *fala*, não fala de uma natureza única de um mundo material; antes, fala de objetos por ela necessariamente construídos. E notemos que “necessariamente” é uma palavra importante nessa afirmação, pois, no embate entre pesquisador e realidade, a Física se forma apenas com a construção de objetos customizados, construção forçada pelos problemas internos, pelas questões epistêmicas. O átomo é uma construção *necessária* para que a Física dê conta das reações químicas; o núcleo atômico é uma construção mais etérea e posterior que

satisfaz a demanda oriunda dos experimentos de Rutherford. Quando a Física fala de átomos e núcleos, ela não o faz pelas imposições de se olhar a Natureza, pelas forças de uma harmonia universal. A Física contemporânea é muito menos audaciosa, ela apenas se preocupa egoisticamente com as próprias necessidades internas aos laboratórios e aos gabinetes.

Queremos, portanto, adiantar uma discussão que ampliaremos em nossas conclusões: desconsiderar a historicidade e a construção epistêmica dos elementos da Física é, para Bachelard, se apegar na postura realista das ciências; os elementos Físicos como imagens de uma realidade natural, de uma Natureza pressuposta. Passemos, portanto, às apropriações nas quais mostraremos o realismo ingênuo perante os elementos da Física contemporânea, numa tendência generalizante pelo caminho de uma Natureza unitária. Porém, com o intuito de abordar essas apropriações interepistêmicas, convém notarmos a característica das ideias pré-científicas a partir da qual Bachelard desenvolve sua análise das matrizes dessas primeiras construções. De forma diferente da que desenvolvemos anteriormente, essa característica não nos permitirá apenas construir um paralelo que nos mostre a conveniência do pensamento de Bachelard na compreensão dos estados que surgem após atividades interepistêmicas, mas nos fará notar e criticar um pressuposto que se encontra na base de muitas atividades interepistêmicas: **a concepção de que os fenômenos existentes podem ser ligados por uma mesma cadeia de conhecimentos, a unidade das explicações. Esse pressuposto indica que as teorias confirmadas de uma área servem para explicações de elementos de outros campos.** Pois:

Para o espírito pré-científico, a unidade é um princípio sempre desejado, sempre realizado sem esforço. Para tal, basta uma maiúscula. As diversas atividades naturais tornam-se assim manifestações variadas de uma só e única Natureza. Não é concebível que a experiência se contradiga, ou seja, compartimentada. O que é verdadeiro para o grande deve ser verdadeiro para o pequeno, e vice-versa. À mínima dualidade, desconfia-se de erro. Essa unidade traz uma multidão de falsos problemas. (BACHELARD, 1996, p. 107).

A base das tentativas que tem intuito de ligar elementos pertencentes a campos diversos é justamente conceber as “*diversas atividades naturais*” como partilhantes da mesma natureza, portanto, partes de uma Natureza. Quando se tem a convicção de que as ciências dissertam sobre uma Natureza, automaticamente se tem o almejo de construir uma *teoria do todo*, ou fazer com que cada fenômeno esteja ligado a todos os outros por uma única via teórica. E é por essa convicção que se afirma “*Da mesma forma que ocorre na realidade quântica, a realidade da psique ‘colapsa’, ou seja, se define na realidade macrofísica – a consciência se forma a partir do inconsciente*” (SILVA, 2010, p 143). Para quem segue essa concepção, que na maioria das

vezes não está explícita, uma das formas de se concretizar tal empreendimento é buscando extrapolar os conhecimentos que já se consolidaram em determinadas áreas. Para tanto, o que é certo nesta, deve servir também aos mais alheios campos de conhecimento.

É extremamente interessante e preocupante como ainda nas produções acadêmicas de nossa época renasce, frequentemente, um *zeithgeist* que intenta a construção de um conhecimento unificador e totalitário por meio de um caminho metodológico que realiza a correspondência entre ciências tão distintas. Essa metodologia de pesquisa nos apresenta sempre novas comparações e nos fornece sempre novas teorias supostamente respaldadas por outras. Constitui um conjunto de *tratado geral das correspondências*; constitui um discurso fundado nas analogias e semelhanças. Esse método de pesquisa não enxerga inicialmente o *problema de pesquisa* pois *não há problema inicial*, ele o inventa após detectar a possibilidade de construir um discurso unificador. E o problema é sempre muito vago e aberto, dando possibilidades para que qualquer tentativa de solução seja plausível. Pois não há como rejeitar qualquer solução quando não se sabe exatamente qual o problema.

Em um artigo no qual três campos são postos a dialogar, não sabemos ao certo qual a concepção que orienta os autores: se é a crença numa natureza única que se encontra na base da ideia de que a Física garante as novas abordagens relativas à saúde humana; ou se é a crença de que a Física fala de uma natureza comungada pelas mais alheias áreas de conhecimento e serve, portanto, de ponte entre Psicologia Analítica e Saúde Quântica. Contudo, sendo uma ou outra das hipóteses a correta, ainda resta a concepção de uma transcendência e de um holismo humano que permite que o próprio homem seja compreendido, não apenas pela Psicologia, mas até mesmo pelas mais íntimas teorias físicas:

Esse novo paradigma, chamado de Saúde Quântica, é respaldado pela Física Relativística e pela Física Quântica; esses novos postulados na área da Física, em contraponto à física clássica newtoniana, possibilitaram mudanças importantes em muitas áreas das ciências, entre elas, a psicologia e a medicina. A ideia básica desse trabalho foi identificar na abordagem teórico-conceitual da Psicologia Analítica e da Saúde Quântica, elementos constitutivos que representem convergência conceitual entre elas e, para tanto, a pesquisa teve como foco trabalhar os conceitos dessas abordagens teóricas que estão permeadas pelo universo simbólico, no sentido de que ambas comungam de uma visão transcendente e holística do indivíduo. (SANTOS *et al.*, 2016, p. 169 – grifos nossos).

O problema é identificar elementos de correspondência, pontos teóricos e conceituais em comum, entre Psicologia Analítica e um novo paradigma, o da Saúde Quântica. As conclusões do artigo indicam que essas correspondências se mostram no mútuo embasamento dos dois

campos de estudo sobre o que eles denominam de Física Quântica, e que esses campos, portanto, possuem uma conexão teórica e conceitual.

A proposta desse trabalho foi oportunizar um diálogo teórico-conceitual entre a psicologia analítica e a saúde quântica. O encontro aconteceu e muitas foram as afinidades descobertas entre elas. A psicologia analítica traz no cerne de sua concepção conceitual similaridades significativas com a teoria quântica; a saúde quântica, por enquanto, ainda uma ideia que caminha para a consolidação de um novo paradigma na forma de vivenciar a saúde, tem sua concepção pautada essencialmente no paradigma da física quântica. (SANTOS, *et al.*, 2016 – grifos nossos).

A raiz do problema e a essência da conclusão não expressam outra coisa senão a crença da qual estamos falando: *a da existência de uma Natureza partilhada* entre Psicologia Analítica (em seu esforço de compreender o homem), a Saúde Quântica (em seu esforço de fundar um novo paradigma para a medicina) e a Física Quântica (em seu esforço de entender o comportamento da matéria). São três objetos plenos, completos e distintos que, para as concepções dos autores desse artigo, partilham de uma mesma Natureza e, portanto, podem ser ligados por pontes teórico-conceituais de fáceis descobertas: basta encontrar as *similitudes e afinidades*. E Amit Goswami, autor que várias vezes foi citado no corpo do artigo, fornece essas pontes, o que nos remete de volta às questões das vulgarizações de traduções das Físicas por meio de obras de igual qualidade de intencionalidade.

Não estamos negando a possibilidade de que pesquisadores possam inaugurar, nos estudos de suas problemáticas, novas áreas com novos conceitos teóricos, se debruçando sobre objetos distintos. Sabemos que a história da medicina foi assaltada pelo problema persistente do histerismo e somente a psicossomática freudiana interligou a questão dos sintomas físicos com as do âmbito psicológico, dando início, assim, à Psicanálise. Contudo, se considerarmos a Psicanálise, em seu conjunto de pressupostos e conceitos, como um paradigma de investigação da psicologia humana, teremos de admitir que ela nasce de uma problemática específica; de uma situação no qual o pesquisador encontrou a necessidade de recorrer a conceitos de diferentes campos para solver um enigma de seus objetos de estudo. Outro exemplo é o próprio “paradigma quântico”, que nasce também da necessidade de resolver o problema da catástrofe do infravermelho e o do efeito fotoelétrico; podemos citar ainda a Relatividade Restrita que nasce da problemática do experimento de Michelson-Morley.

Postas tais passagens históricas das ciências, a conclusão que podemos tirar delas nos parece clara e inegável: paradigmas, seja nos sentidos kuhnianos do termo ou com o sentido mais simples de teoria, nascem, não da vontade de fundá-los, mas de uma necessidade; eles surgem, não como resultado da empreita consciente de construí-los, mas como consequência

da resolução de uma problemática no seio de uma pesquisa. É o problema específico e delimitado que determina a inovação, é a necessidade de superar um obstáculo que, por vezes, requer uma reformulação do conhecimento de uma área. E o que estamos dizendo aqui não é de modo algum inovador ou inédito. Antes de ser inédito, é uma das ideias mais digeridas e carcomidas pelo uso que a filosofia da ciência já viu e que é tão bem argumentada na obra mais popular de Thomas Kuhn (2009). Assim, nos impressiona que, desde os autores que estamos citando aos de mais ampla popularidade e aceitação por parcela da academia, como Morin e outros, ainda encontremos a intenção de fundar um paradigma sem um problema delimitado, sem uma necessidade patente e concreta. A concretude é a inegabilidade do problema, a inegabilidade da necessidade de suplantar um enigma desafiador para alcançar níveis posteriores de conhecimento. Parecem querer criar “novas” teorias por meio das crenças que assombram o pensamento científico ainda no século presente, a saber: a natureza se impõe como unitária, portanto, o conhecimento total do homem sobre o mundo físico e sobre si mesmo não pode ser fragmentário e incoerente. Nessa crença, cabe a ideia de que as teorias devem ser interligadas e que sempre existe um caminho lógico interligando cada umas delas. Uma ideia tão clara e aceitável como a da unidade da natureza e, por consequência, a da necessidade de uma coerência lógica entre os diversos conhecimentos humanos produzidos, não pode deixar de ser altamente epistemologicamente questionável.

Em outro aspecto podemos notar ainda a crença de uma unidade indissociável entre homem e universo. A própria ideia de que o homem é constituído de matéria – de uma matéria comum a todos os elementos do universo – não é, por si, um engodo; pois a afirmação contrária seria risível. No entanto, essa constatação direta, por meio da ideia de energia, parece convidar nossos autores ao pensamento epistemológico de uma unicidade universo-homem e a reafirmar as crenças de uma harmonia universal do conhecimento que deve ser produzido pelas ciências. Daí, vemos a Física ser invocada novamente para dar sentido aos tais pensamentos holísticos:

Para explicar um pouco o que está no cerne da teoria da relatividade, Liimaa (2011) descreve a equação matemática de Einstein, $E = mc^2$, onde E corresponde à energia, m à massa, e c à velocidade da luz. Com essa equação, Einstein demonstrava que massa e energia são grandezas intercambiáveis e que massa ou matéria é uma forma de energia condensada. Ou seja, a matéria é uma das formas na qual a energia se apresenta; assim, podemos dizer que somos energia da mesma qualidade que é feito todo o universo. A partir dessa premissa, podemos afirmar que somos uma pequena parte do universo, ou microcosmos dentro do macrocosmo. (SANTOS *et al.*, 2016, p. 186 – grifos nossos).

Assim, para nossos autores, o fato de sermos feitos da mesma matéria que o restante do universo garante que sejamos *microuiversos*, uma reprodução em miniatura de toda

complexidade que existe no cosmos. Para esse tipo de pensamento não pode existir nada mais estranho que uma teoria que diga respeito apenas a seus objetos de abrangência. E mais: está completamente fora do espectro de possibilidades de interpretação do valor das teorias a de que elas *não representam a realidade em sua literalidade*. Sendo assim, a teoria da Relatividade Restrita não apenas trata de corpos em movimentos com velocidades comparáveis a da luz, mas pode tratar da própria natureza humana, uma vez que somos feitos da mesma matéria que os corpos de que trata a Física contemporânea. Trata-se de um salto fortemente marcado pela crença metafísica de unicidade universal dos conhecimentos: se somos matéria e matéria é energia, logo, como todo o universo é feito da mesma matéria, somos uma parte do universo. Cabe ainda investigar qual a justificativa do conceito de energia nessa passagem, mas a isso não nos daremos ao trabalho e preferimos entregar essa explicação às noções desenvolvidas na seção anterior de nossa tese, a do fantástico sugerido pelas ideias de energia.

Quando as tendências em acreditar nas possibilidades irrestritas de generalizações das teorias físicas para além de seus campos próprios geram as apropriações interepistêmicas, parece ser muito frequente a construção de afirmações de iguais abrangências, porém, sem alguma utilidade. Essas apropriações parecem gerar discursos que não se prestam às distinções, separações ou mesmo às meras classificações. Não chegam a ser nem mesmo afirmações redundantes ou tautológicas, mas se encontram em um estágio inferior a elas: a de completa falta de serventia à construção do conhecimento. Uma afirmação redundante pode ter seu conteúdo, mesmo que repetido. Uma tautologia pode ter seu valor, mesmo que demasiadamente explicativa. Porém, algumas observações ou afirmações nas produções acadêmicas interepistêmicas são destituídas completamente do caráter de utilidade, mesmo que poéticas e rebuscadas. Qual a proficuidade em se afirmar que *“a matéria é uma das formas na qual a energia se apresenta; assim, podemos dizer que somos energia da mesma qualidade que é feito todo o universo”*? Qual a serventia para a construção de um conhecimento científico ou acadêmico a constatação de que *“podemos afirmar que somos uma pequena parte do universo, ou microcosmos dentro do macrocosmo”*? Afirmações como essas não abrem nenhum aspecto de aplicação direta ou indireta. Mas não precisamos – e não queremos – recorrer às noções utilitaristas do conhecimento para criticar tais afirmações, pois elas também não se prestam a construção de critérios delineativos, distintivos do conhecimento científico; ou seja, elas nem mesmo *organizam* o conhecimento. Dizer que *“para fazer um pão é necessário fermento biológico”* tem caráter utilitarista, pois aqueles que se enveredarem nos caminhos da fabricação de um pão deverão se atentar a essa afirmação, sob o preço de não o fazer. Afirmar que *“o fermento biológico é constituído de microrganismos e o químico, de bicarbonato de sódio”* não

tem valor utilitário, mas distingue e acrescenta na compreensão da diferença entre as duas formas de fermento. No entanto, tecer um discurso no qual, em suma, afirmamos poeticamente que “*os diversos tipos de pães formam um cosmo comum de um universo infinito de pães*” não tem nem caráter prático e não organiza em nada o conhecimento do padeiro: *é simplesmente uma afirmação inútil*. E encontramos muitas dessas afirmações em produções acadêmicas, das quais o pesquisador não retira nenhum proveito a não ser pelo prazer da leitura e das imagens sugeridas. Um devaneio poético que pode ter seu valor estético, mas em nada contribui com o conhecimento.

Mas não apenas a relação entre massa e energia apresentada na Relatividade é objeto de apropriação por outros campos de conhecimento. Um dos conceitos que nascem ainda na Física clássica e que persiste até hoje no contexto da Física contemporânea é objeto de apropriação devido ao potencial explicativo que nele reside: a noção de campo. E justamente a ideia generalizante de que as leis que governam a Física devem governar qualquer outro ramo do conhecimento que leva o pensamento interepistêmico a vislumbrar nessa noção de campo a possibilidade de explicação de alguns fenômenos totalmente fora da alçada da Física. Sendo a matéria comungante das mesmas propriedades e sujeitas às mesmas leis, podemos então generalizar novamente as teorias e elementos da Física para os estudos de outros fenômenos desde que esses fenômenos sejam pressupostos como mais uma das manifestações da matéria física. Assim, ainda no trabalho de doutoramento que tenta fundar a tese de cientificidade da Parapsicologia, a noção de campo é apropriada para a explicação desses eventos parapsicológicos. Vejamos que, uma vez estabelecido a noção de ação a distância por meio de um campo físico correspondente a uma determinada força, o pensamento epistêmico extrai daí a explicação para fundamentar os fenômenos de seu campo de conhecimento. Inicialmente, é apresentado o conceito de campo físico para a autora – e sobre o qual não faremos as críticas quanto a correção dele com o que realmente reina na Física. Assim, para essa apropriação:

O conceito de Campos de forças explica a interação entre partículas como fenômeno eletromagnético. Para Brenann, a formulação de Faraday e Maxwell, que apontaram este fenômeno no século XIX, veio a se contrapor à explicação dada por Newton, de que a interação das partículas positivas e negativas se devia a uma atração entre massas. Na nova teoria este fenômeno se deve a um campo de força, no qual cada carga cria uma perturbação ou uma condição no espaço à sua volta de modo que a outra carga sente uma força e interage com ela. (VIANA, 2002, p. 84).

Deixando para lá os erros físicos implicitamente contidos nesse trecho, notemos que a ideia física de campo de força ganha um novo significado no contexto dessa apropriação. Enquanto o físico lida com ele em termos de sua definição matemática, fazendo o valor do

campo ser o quociente entre a força sofrida por um elemento por uma quantidade de uma grandeza física, o significado de campo para essa apropriação se desloca para a ideia de interação a distância, algo sem contato material, dependendo apenas de alguma propriedade estranha da matéria de se fazer sentida por outros elementos mesmo que seja a distância. Por isso, é forte a afirmação final de que a ideia de campo de força é algo *“no qual cada carga cria uma perturbação ou uma condição no espaço à sua volta de modo que a outra carga sente uma força e interage com ela”*. A ideia de campo deixa de ser algo matemático e sem valor existencial e se torna mais um elemento fantástico que pode ser aplicado aos fenômenos da parapsicologia, tal como a telepatia.

Eis aqui umas das falhas epistemológicas das apropriações: elas se apropriam apenas das analogias, dos produtos das tentativas tradutivas, e tomam esses produtos como algo realmente existente. Essa situação é intensificada com o peso das palavras que são usadas para criar as explicações. Não é incomum que seja usado o verbo “sentir” quando um manual de Física tenta fundar pedagogicamente o conceito de campo elétrico, por exemplo. No entanto, esse verbo tem um peso semântico quando no manual está escrito que “uma carga sente a presença da outra” e esse trecho é lido por um estudante de física, um peso semântico bem distinto que pode ter quando o mesmo trecho é lido por um pesquisador que tenta dar bases científicas à Parapsicologia. Esse erro epistemológico que estamos classificando com mais um dos obstáculos epistemológicos nas atividades de apropriação interepistêmicas será melhor analisado na seção seguinte, na qual falaremos sobre o verbalismo.

Mas o pensamento de apropriação interepistêmica aqui se baseia na noção de possibilidade de generalização desse elemento da Física para o campo da Parapsicologia. Se as partículas se “comunicam” via campo de força e cada uma delas “sente” a influência das outras, então podemos pensar a generalização para outro nível de realidade: saímos do nível epistêmico das partículas subatômicas para o nível das interações pessoais.

Deste modo nasce um conceito de universo cheio de campos criadores de forças que interagem uns com os outros, não tangíveis pelos nossos cinco sentidos habituais, e que possibilitam a explicação para a nossa capacidade de influir uns nos outros a distância, através de meios que não a fala e a visão, dando suporte explicativo a vários eventos parapsicológicos. Esse campo de energia que interpenetra cada ser humano e possibilita novas formas de comunicação foi detectado também por estudiosos dos fenômenos parapsicológicos, no decorrer desses dois últimos séculos, como já foi visto.

O que manifestamos no cotidiano de nossa vida no campo das interações pessoais, quando falamos de empatia, quando nos sentimos atraídos por alguém, ou repelidos por outros, pode ser explicado pela harmonia ou pela desarmonia de nossas interações de campo (...) (VIANA, 2002, p 84-85 – grifos nossos).

Nas apropriações interepistêmicas não existe a preocupação quanto à possibilidade de aplicação de um elemento de uma ciência a outro campo de conhecimento. Basta que esse elemento seja válido para aquela ciência para que ele possa ser aplicado a outro campo. As tendências de generalização de um conhecimento que se aplicam a determinado objeto são totalmente aceitas como legítimas e não se impõe nunca a questão epistemológica concernente à validade de conhecimentos epistemicamente construídos fora de seus contextos criadores. Os mesmos campos definidos na Física são, portanto, assumidos como as causas que *“possibilitam a explicação para a nossa capacidade de influir uns nos outros a distância, através de meios que não a fala e a visão, dando suporte explicativo a vários eventos parapsicológicos”*. É uma das apropriações interepistêmicas que mais claramente produzem obstáculos epistemológicos ao pensamento construtor do campo que realiza a apropriação. Pois presumir que os campos elétricos, magnéticos etc. – elementos da Física – são as causas base dos fenômenos parapsicológicos é fundar a ideia de que a dimensão parapsicológica do homem é reduzível aos fenômenos descritos na Física. Não compreendemos como tal concepção cientificista de reduzir o homem e todas as suas dimensões aos conhecimentos da Física contemporânea pode ser promissor para a construção de um novo campo de conhecimento. Caso algum conjunto de novos fenômenos fosse reduzível à Física, não estaríamos falando de algo novo, mas sim de mais um dos campos da própria Física. É interessante como ora luta-se contra a maquinização do homem num paradigma newtoniano na concepção de um universo como um relógio, ora luta-se contra a compartimentação cartesiana do ser humano; no entanto, no momento seguinte prefere-se tomar como base justamente a Física newtoniana e o cartesiano como causa de fenômenos que vão além de seus campos. Não seria a hora de simplesmente esquecer o peso histórico da Física, deixar seus elementos para trás, e adotar a coragem de construção independente de um ramo de conhecimento? Nesse sentido é que vislumbramos essas apropriações como obstáculos epistemológicos a serem vencidos. Aliás, o que temos feito aqui é tentar argumentar que essas apropriações interepistêmicas constituem obstáculos epistemológicos que devem ser evitados.

Ainda falta mais uma nuance desse pensamento interepistêmico que apropria a ideia de campo. Não podemos descartar a sedução que a concepção de que nós, seres humanos, partilhando da mesma natureza material das partículas, podemos ter estendidas a nossa existência as propriedades gozadas por essas mesmas partículas. É a crença em uma natureza única que abraça e engloba toda a existência das coisas: temos em nós as propriedades das partículas subatômicas porque somos feitos delas. Novamente, o pensamento interepistêmico não se importa com as questões da construção epistêmicas das partículas e nem com o caráter

essencialmente matemático do conceito de campo. Prefere ter como paradigma a certeza da existência dessas partículas e a confusão semântica do conceito de campo a se fazer os mais simples questionamentos: os fenômenos parapsicológicos e os físicos partilham a mesma natureza? Faz sentido crer em uma natureza única tanto para as partículas e campos como para a mente humana? Não cremos que exista uma natureza na qual possamos fundar tais apropriações. Imaginem que exista, então seria possível construir uma Física da mente humana; as equações físicas que correspondem às forças elétricas e magnéticas seriam uma descrição primordial do fenômeno humano. A Física falaria de mente e alma. Um “fiscalismo” irrestrito que dominaria completamente a forma de pensar de outros campos. Aliás, é justamente disso que as ciências sociais têm tentado se livrar há tempos. Pensamos que não podemos retornar a esse patamar. É necessário dar muito menos *corda* para a Física.

E o fenômeno de interação irrestrita entre pessoas, ou mesmo de uma super determinação, de uma propagação de influências entre infinitos elementos do universo, que é pressuposto nos estudos parapsicológicos ainda conta com mais uma apropriação interepistêmica para sua fundamentação. A imagem de um universo “totalmente” interconectado, de um organizado orgânico que abrange todos os campos epistêmicos, requer ainda a generalização de mais um dos elementos da Física, a não-localidade demonstrada pelo experimento EPR (Einstein – Podolsky – Rosen). A generalização é rápida e sem maiores explicações de como ela é possível, além de se basear em alguns termos bem vagos como “*integração formativa de um sistema*” ou “*campo formativo*”. Assim, a Física é generalizada para a fundamentação da concepção de um universo uno, pois:

Também o experimento de Einstein–Podolsky–Rosen apontou para a existência de conexões não-locais, de conexões sutis de partículas distantes, demonstrando a integração formativa de um sistema, e o efeito do que acontece em uma partícula no campo formativo de outras partículas, apontando para um novo entendimento da estrutura e formação de um sistema. Desta forma existe uma ligação imediata instaurada entre todas as coisas, fenômeno que Brenann denomina de "coerência superluminal", uma coerência imediata universal. Esta visão aplicada à nossa vida cotidiana dá uma dimensão nunca imaginada para a ação individual ou coletiva. Tudo que fazemos, sentimos, pensamos, tem efeito imediato na estrutura universal. (VIANA, 2002, p. 93).

Não há problema algum crer que nossas ações, pensamentos e sentimentos têm efeito imediato no universo como um todo. Não é esse o obstáculo epistemológico que temos tentado demonstrar. O problema reside em outro nível de generalização, ele se encontra na ideia de que os resultados do experimento EPR podem ser usados sem qualquer problema epistemológico pela Parapsicologia. Essas tendências às generalizações dos elementos da Física contemporânea

revelam, antes de qualquer coisa, que a noção que se faz do experimento EPR é aquela em que ele pode falar sobre o mundo além da Física. Ou seja, o contexto íntimo e epistêmico do experimento é simplesmente deletado, restando apenas a imagem fantástica da conexão indeterminada de um universo que goza da mesma essência. E é no contexto epistêmico íntimo que encontramos os conhecimentos necessários para se achar essa apropriação estranha. Porque as afirmações do experimento EPR recaem sobre partículas específicas, em condições físicas infinitamente controladas, em eventos tão singulares específicos que, quando visto pela ótica da escala humana e cotidiana, tais afirmações não falam sobre a realidade preocupada pela Parapsicologia. O pensamento interepistêmico não leva em consideração que do experimento EPR até a vida cotidiana existe um abismo gigantesco que simplesmente faz o efeito de não-localidade ser elemento de um outro universo, de um universo epistêmico extremamente hermético e sem significado para o mundo pulsante de nossas existências.

O Princípio da Incerteza de Heisenberg, um dos mais interessantes dentro da Física contemporânea, é muito usado em campos alheios à Física. Nesses contextos externos, o Princípio da Incerteza que relaciona a incerteza experimental do momento dinâmico com a incerteza da posição de partículas é usado para justificar as posições filosóficas não cartesianas, não deterministas. Ele é interepistemicamente apropriado para dar fundamentos às mais alheias noções. Numa tendência a generalizações dos conhecimentos físicos contemporâneos, vemos o pensamento interepistêmico tecer seus discursos em cima de uma crença a natureza relatada pela Física e também a natureza das coisas humanas. Se as coisas têm a mesma e única natureza, o que vale para as partículas criadas no seio da Física contemporânea vale também para qualquer outra atividade humana.

Essa forma de encarar as coisas, que no fundo revela a crença na existência dos elementos da Física, possibilita a fácil apropriação interepistêmica desse princípio por tradições filosóficas que concebem o ser humano, em vários sentidos dos termos, como um ser incerto e inacabado. O princípio da incerteza de Heisenberg é generalizado para expressar a natureza humana em toda a sua complexidade, mesmo que quase nada dessa complexidade tenha a ver com incertezas ou não. Mas pode também ser base de reflexões mais amplas que recaem nas noções mais cotidianas de incerteza, uma reafirmação de uma incerteza corriqueira que nada tem a ver com os conceitos físicos. Como essas apropriações constituem, a nosso ver, um erro epistemológico, não é incomum que eles tenham uma confusa faceta em que se embaralham dois dos obstáculos epistemológicos. A análise não é simples e requer um pouco mais de liberdade de leitura para sua formulação. Por isso, na seção posterior, analisaremos

apropriações semelhantes às que citaremos aqui, porém sob a ótica do verbalismo em torno da palavra *incerteza*.

Vejamos algumas dessas apropriações nas quais a incerteza heisenbergiana é adotada fora dos campos epistêmicos de sua formulação:

Esse princípio tem origem na elaboração matemática de Werner Heisenberg (1962). Prêmio Nobel de Física em 1932, esse autor demonstrou que o comportamento das partículas é totalmente imprevisível. Ao deparar-se com a impossibilidade em elaborar uma descrição objetiva da natureza sem se referir ao processo de observação, identificou tal fenômeno como uma indeterminação; o que ficou mais conhecido como princípio da incerteza.

O princípio da incerteza está integrado à vida e é íntimo dos seres humanos, que o manipulam em razão da sua própria sobrevivência. A construção da certeza proporciona ao homem normalidade, no entanto, trata-se de uma normalidade em termos não absolutos, porque o seu contrário é uma presença acoplada. (SANTOS, 2008, p. 78).

Figura-se mais umas das apropriações generalistas. Um princípio essencialmente matemático perde, portanto, seu significado rigoroso quando fora do contexto no qual foi criado. Como expressão da incerteza matemática, na medida simultânea de duas grandezas dinâmicas de objetos muito pequenos em qualquer experimento, a incerteza de Heisenberg fala mais sobre a intimidade dos laboratórios e dos tratados de Física que de que uma existência para além disso. Este caso permite apreciar a supervalidade que é dada ao Princípio da Incerteza. O que vale para as partículas vale também para o Homem. O Homem e as partículas têm a mesma natureza, pois fazem parte da Natureza; se estas possuem uma incerteza intrínseca, aqueles, que são construtos das mesmas partículas, também devem possuir uma incerteza insuperável. Muitas outras questões poderiam ser levantadas e sempre usando elementos teóricos supervalidados da Física.

Embora não seja nossa intenção, como já deixamos claro, fazer críticas aos erros quanto aos conhecimentos da Física em si, pois nosso trabalho não indica que a problemática das apropriações interepistêmicas se encontra nos erros técnicos, vamos ressaltar um deles. Essa evidenciação é necessária, pois pensamos que o erro em questão é sintomático: ele é consequência da noção preexistente de que as coisas do mundo são intrinsecamente incertas, que elas se apresentam em forma de dualidades inseparáveis. A paixão por essa ideia, muitas vezes, leva o pensamento interepistêmico que parte da Física contemporânea a confundir a incerteza de Heisenberg com o princípio da complementaridade de Bohr. Na realidade, as coisas parecem bem confusas às vezes, mas em suma o que se retira das apropriações é que quando não se sabe ao certo dar uma única linha de pensamento a um objeto, aplica-se a ideia de

incerteza ou de dualidade. É interessante como dois elementos tão sem significados fora de seus contextos epistêmicos são usados até mesmo pelo Direito. Em um artigo que discursa sobre a complicada posição de um juiz que emite uma sentença, o autor vai buscar na Física contemporânea as bases teóricas para compreender tal questão, adentrando no que se denomina de Direito Quântico:

Os quantas de luz são partículas, mas não possuem massa e se deslocam à velocidade da luz, tal como uma onda eletromagnética. A natureza dual da luz rompe brutalmente com o princípio lógico da não-contradição, inaugurando uma Física iminentemente paradoxal. Essa dualidade não se aplica somente a luz e tem um significado mais amplo. Da mesma forma que a luz, as unidades subatômicas se comportam ora como ondas, ora como partículas. (VIANNA, 2008, p. 111) – grifo nosso.

Aqui temos o movimento de levantamento do elemento que será apropriado, o caráter dual da luz nos fenômenos de sua propagação e no de sua interação com a matéria. Mas esses fenômenos e esse comportamento da luz que é da maior clareza dentro da Física, conhecimento que em nada lança incertezas sobre os fenômenos, mas que gera grandes aplicações das mais exatas e precisas, são apropriados de forma confusa. Já existe um prenúncio de que essa dualidade do comportamento da luz pode ser generalizada e aplicada em maior amplitude que apenas na Física. A dualidade passa a ser então encarada como a incerteza e como corriqueira. Assim, quando no exercício do direito, um juiz pode ter seus dilemas profissionais representados pela Física:

O direito, tal como a luz e as partículas subatômicas, possui uma natureza dual: é, ao mesmo tempo, instrumento de dominação e de resistência; de manutenção do status quo e de inclusão social; de segurança jurídica e de justiça distributiva. (...) Ao conceber uma natureza dual do Direito como instrumento de dominação-resistência, a Teoria Quântica do Direito desvela o caráter político de todas as decisões judiciais que não são, em essência, certas ou erradas (...) (VIANNA, 2008, p. 119-120).

Dos laboratórios para os gabinetes dos Fóruns. As tendências generalizantes que levam as apropriações interepistêmicas não conhecem os limites epistêmicos dos elementos da produção científica. A dualidade onda partícula pode ser base para a explicação do posicionamento político do juiz, pode ser base para fundar uma Teoria Quântica do Direito. Essas analogias que se firmam entre coisas que nada têm a ver com outras oferecem fundamentos para a formação de áreas híbridas: psicologia quântica, direito quântico e outros mais. Mas é que, para as tendências às generalizações e essa fé na existência de uma única natureza, existe uma coerência em transpor o epistemicamente construído nas intimidades da Física para a prática dos fóruns e de qualquer outra forma de conhecimento e de prática social.

Entretanto, ainda podemos nos questionar sobre a noção de incerteza aventada nessas apropriações: não seria ela exatamente a noção popular equivalente a imprecisão de nosso saber a respeito das coisas futuras? Ou mesmo, a dubiedade que nos apresenta a realidade cotidiana de nossas vivências profissionais, familiares etc.? Salve nosso engano, se de fato for essa mesma a noção contida na apropriação que citamos, devemos notar que ela já está até mesmo nos ditados populares mais antigos que a humanidade conhece, tal como “*o futuro a Deus pertence*”. Ou mesmo, na sabedoria do trabalhador mais simples que sai de casa levando consigo um guarda-chuvas em uma manhã de sol. Essas incertezas que nos acometem desde as coisas mais simples até as coisas mais complicadas e importantes da vida são nossas companheiras desde os tempos mais remotos e não revelam nada de fantástico e inovador no pensamento científico. Até mesmo, elas preexistem à própria Física.

Pensamos que as produções acadêmicas não precisam reafirmar noções corriqueiras de modo textualmente apreciável. Ao contrário, elas deveriam justamente insurgir contra as noções mais aceitáveis do senso comum, mostrando até que ponto elas valem e apontando quais são as novidades de pensamento das produções científicas. Uma afirmação científica é tão mais aceitável cientificamente quanto mais pontos de fragilidade – de falseamento popperiano – ela apresentar. Poderíamos dizer ainda que elas sejam tão mais academicamente aceitáveis quanto menos obviedade afirmarem, pois o que interessa ao pesquisador é aquilo que não é claro. Assim, mais intrigante e interessante ao pesquisador acadêmico seria procurar saber como, mesmo com a incerteza do comportamento das partículas ou com a dualidade da luz, o mundo continua sendo confiável a parte das incertezas e dubiedades mais vulgares.

Mesmo assim, quando se superlativa um conceito ou elemento da Física contemporânea, as apropriações interepistêmicas, induzidas pelas tendências às generalizações, devaneiam na construção de afirmações belas: porque o Princípio da Incerteza de Heisenberg, em sua forma generalizada, pode falar sobre tudo e ser aplicado a quaisquer pesquisas. É partindo de um pressuposto de possibilidade de generalização que as apropriações interepistêmicas tecem sua rede de ligações e correspondências e não se atentam à irrefutabilidade das conclusões, portanto, não atentam ao traço marcante de sua obviedade. Assim, no contexto das práticas de docentes, tais conclusões saltam das generalizações do Princípio da Incerteza:

Na ação pedagógica, todos os professores sabem que os objetivos educacionais e o planejamento didático costumam ir por água abaixo se à certeza não se integra o princípio da incerteza. A incerteza diz respeito às características dinâmicas do sujeito, do conhecimento e da sociedade humana. A certeza construída terá sempre uma janela aberta à incerteza. O princípio da incerteza legitima o que sempre vem acontecendo

na vida cotidiana e acompanha o homem desde o seu nascimento até a morte. (SANTOS, 2008. P. 79 – grifos nossos).

Para quem tem familiaridade com os trabalhos de Heisenberg é fácil a constatação de que existe um abismo muito grande entre o assunto da passagem citada e a incerteza nas medidas físicas de objetos da escala quântica. São desprezadas as justificativas epistêmicas da enunciação desse princípio por Heisenberg, são desprezadas as necessidades físicas que dão origem a noção de impossibilidades de medidas simultâneas de duas grandezas. Quando as apropriações interepistêmicas esquecem de tais nuances íntimas dos elementos da Física quântica, a palavra *incerteza* sugere o mais trivial dos seus significados: *a insegurança da vida*. Daqui em diante, já se migra completamente da Física em direção ao terreno das apropriações.

E o autor aplica o princípio da incerteza em sua análise das práticas docentes, pois: “*Na ação pedagógica, todos os professores sabem que os objetivos educacionais e o planejamento didático costumam ir por água abaixo se a certeza não se integra o princípio da incerteza*”. Justamente. É isso mesmo que sabemos todos nós professores. E sabemos demasiado bem em nossa nação em que inúmeras dificuldades assombram a prática docente. O professor real, aquele que pertence a própria realidade das escolas brasileiras, com todas suas vicissitudes, sabe, por meio de sua experiência, que não existem garantias muito menos condições ideais para seus planejamentos didáticos. Ele sabe que muitas coisas podem advir no decorrer de um ano letivo e causar o naufrágio de seus planos, mesmo sem nunca ter contato com qualquer trabalho de Heisenberg ou qualquer teorização a respeito das incertezas nas ações pedagógicas. Há alguma necessidade de que a academia reafirme para esse miúdo professor aquilo que lhe cai como pedra cotidianamente? É imprescindível o preparo teórico para que o professor lide com aquilo que lhe é mais claro? Precisamos contribuir teoricamente, por meio da Física, com aquilo que é mais óbvio? Como atingir proficiência quando se parte das mais antigas certezas humanas em direção às criações científicas e acadêmicas? Já nos alertava *a poesia* que Belchior, em *Caso Comum de trânsito*, condensava todos nossos argumentos em versos:

Faz tempo que ninguém canta uma canção falando fácil (...) claro, fácil, claramente das coisas que acontecem todo dia em nosso tempo e lugar. Você fica perdendo o sono, pretendendo ser o dono das palavras, ser a voz do que é novo; e a vida, sempre nova, acontecendo de surpresa, caindo como pedra o povo. (BELCHIOR, 1977).

Como pedra, a obviedade do mundo e das coisas mais simples cai sobre os professores. Não precisamos fundar teorias sobre os elementos da Física contemporânea para enxergarmos tais verdades. Nas construções acadêmicas de uma nação propositalmente marginalizada, com todas suas urgências de formação de uma classe pensante, atuante e engajada com mudanças, o

que não pode contribuir com algo de inovador e crítico, apenas desperdiça potencial humano, tempo e recursos.

Ademais, como derivação dessa noção de unidade das explicações, Bachelard analisa o surgimento, para os trabalhos pré-científicos, da tendência de conceber determinismos que ligam os mais diversos elementos da Natureza. Somos forçados a aceitar a mútua dependência desses elementos. Para Bachelard:

Essas ideias de interações sem limite, de interações que atravessando espaços imensos e reunindo as mais heteróclitas propriedades, permanecem há séculos nos espíritos pré-científicos. Passam por ideias profundas e filosóficas, dão pretexto a todas as falsas ciências. (BACHELARD, 1996, p. 271).

Partir de uma base como esta é, para Bachelard, cair em um obstáculo que não permite a construção de alicerces para o conhecimento científico e, portanto, deve ser suplantado. É justamente a concepção das interações ilimitadas que patrocinam as tentativas interepistêmicas como a que está contida no Workshop anteriormente citado: *a matéria física e a própria Física interagindo com o mundo espiritual e com a saúde humana*. É precisamente a concepção obstante de que a natureza corresponde a uma estrutura inter-determinada, e de que as ciências devem expressar tal harmonia num conjunto de teorias interligadas, que abre espaço para as apropriações interepistêmicas feitas pelos pesquisadores que buscam novas teorias na medicina e psicologia:

No paradigma da medicina integral a ideia de cura de si mesmo é aceita como parte da potência de causação descendente da consciência. Ou seja, é preciso aceitar a possibilidade pelas ações, sentir o mundo como parte de cada um, juntamente como as escolhas pessoais. Desejar, portanto, não é suficiente, é preciso um estado de consciência não local, quântica, onde possa se experimentar a si mesmo como totalidade do universo, transcendendo o desejo apenas do ego e elevando-se a uma consciência unitiva. A cura do outro é tomada como exemplo da não localidade, pois objetos quânticos correlacionados podem influenciar um ao outro à distância, sem trocar sinais, fato que se deve a sua conexão quântica não local. (SANTOS *et al.*, 2016, p. 191 – grifos nossos).

Há aqui, como poderíamos esperar e como argumentamos na seção anterior, a dimensão fantástica dos elementos da Física contemporânea como origem da apropriação. A quimera das interações a distância, em contextos fora da Física, sempre estiveram presentes nas mais diferentes tradições de pensamento, muito marcadamente nas tradições místicas. Não há nada mais natural que uma interação presente, próxima e mecânica; não há nada mais fantástico que uma interação que não recorra a qualquer meio para se efetivar. Assim, o fascínio pelo fenômeno de emaranhamento quântico serve de base para a crença em um determinismo sem

qualquer limite epistêmico: *se os objetos quânticos obedecem às regras do emaranhamento quântico não-local, isso explica a possibilidade de cura à distância de uma pessoa por outra*. Podemos ir mais além: *isso possibilita a cura*. Essa ideia leva em consideração que o corpo humano, por se tratar da mesma matéria que compreendemos ser comum a tudo, guarda as propriedades dos objetos criados nos cenários da Física contemporânea.

Ela vai mais além, ela guarda a ideia mais onírica que podemos encontrar, a mais desejada de todo o pensamento religioso e espiritualista: a da cura das enfermidades humanas. Mas não se trata de uma cura por meio de uma *técnica*, por meio de um *tratamento*, não é sobre uma intervenção explicável e racionalizada que o pensamento exposto versa – seja por meio da medicina tradicional ou dos curandeirismos brejeiros pautados em plantas e raízes do interior de nosso país. A cura almejada pelo pensamento exposto no texto citado é de uma dimensão mágica, é a cura por meio único da vontade, em uma ordenação quase divina. Não há *terapia* proposta, não é imprescindível a interação presencial, não é de uma relação entre corpo e mente de um mesmo indivíduo que a possibilidade sugere: *é antes a cura à distância causada por um indivíduo sobre outro*. A condensação dos desejos próprios na realidade do outro. Nossa sociedade toma tais possibilidades como reais há, pelo menos, dois mil anos, porém, no plano da religião:

E, entrando Jesus em Cafarnaum, chegou junto dele um centurião, rogando-lhe. E dizendo: Senhor, o meu criado jaz em casa, paralítico, e violentamente atormentado. E Jesus lhe disse: Eu irei, e lhe darei saúde. E o centurião, respondendo, disse: Senhor, não sou digno de que entres debaixo do meu telhado, mas dize somente uma palavra, e o meu criado há de sarar. (...) Então disse Jesus ao centurião: Vai, e como creste te seja feito. E naquela mesma hora o seu criado sarou. (MT 8. 5-8, 13).

E o pensamento interepistêmico vê nos objetos da Física contemporânea promessas de explicação, promessas de justificação, de análise e de estudos das curas dos males humanos nos moldes delineados anteriormente: *“a cura do outro é tomada como exemplo da não localidade, pois objetos quânticos correlacionados podem influenciar um ao outro à distância, sem trocar sinais, fato que se deve a sua conexão quântica não local”*. Ele encontra nas apropriações interepistêmicas ensejo para convidar as mais heterogêneas problemáticas humanas para compor o rol das questões acadêmicas e científicas, pois a similitude entre elementos da Física e tais problemáticas alvitram a crença de uma única Natureza das coisas.

Vejamos outro trecho no qual o pensamento interepistêmico vetoriza o super-determinismo, religando fenômenos internos à Física contemporânea com elementos da Psicologia Analítica:

Outro conceito junguiano estreitamente vinculando à física quântica é o de sincronicidade, em cuja construção Jung contou com as contribuições do Físico Wolfgang Pauli. “Sincronicidade é o nome de Carl Jung deu às coincidências acausais significativas”. Este conceito está diretamente relacionado à acausalidade e não localidade quânticas, pois “o movimento da consciência não-local no self quântico que se manifesta em um ato criativo pode envolver mais de uma pessoa, e os acontecimentos podem conspirar para dar a aparência de puro acaso – isso é sincronicidade”. (SANTOS *et al.*, 2016, p. 173).

Portanto, para tal apropriação interepistêmica, a sincronicidade junguiana é legitimada por algum fenômeno Físico, por algum elemento da Física contemporânea, não claramente exposto, mas que é suficiente para *fazer compreender* o que há de obscuro nas propostas de Jung. É muito peculiar que as apropriações interepistêmicas se satisfaçam com o falso *clareamento* oferecido pela própria apropriação, que as coisas fiquem *justificadas* quando se toma de empréstimos os elementos de áreas externas que aparentam ter as razões. É intrigante notar que o pensamento interepistêmico, quando percebe que há similitudes entre teorias físicas e outros problemas externos à Física, não hesite em fazer daquelas a explicação destas. Não há uma preocupação com as críticas das possibilidades, não há um titubeio quanto a aplicabilidade das ideias. O que existe de antemão é o encanto pelas possibilidades de explicação por meio de teorias tão sofisticadas, enfim, um efeito do lembrar: como emaranhamentos lembram interações a distância, emaranhamentos quânticos são os fundamentos científicos de curas e da sincronicidade. Daí as noções junguianas de sincronicidade são mostradas como mais uma consequência da Física quântica, as coincidências não são meras coincidências, elas passam a ser fenômenos inter-determinados, explicados pelas ciências físicas.

Mas podemos cair em uma confusão muito sutil ao transitar pelas questões que estamos tratando e o que nos permite, então, elaborar a questão: *em que ponto está exatamente o obstáculo epistemológico nessas apropriações citadas, na crença de que a Física pode ser aplicada a outros campos ou no postulado que acredita em curas quânticas ou sincronicidade?* A resposta que podemos dar escolhe mais acentuadamente a primeira alternativa. Não podemos aqui nos dar ao trabalho de negar as possibilidades de existência de tais fenômenos, assim como o de outros mais estranhos ao pensamento científico atual. Não queremos cair aqui no mais inútil discurso científico e defender que tais coisas não existem e que são criações de mentes fantasiosas. O trabalho da Física não cria condições para realizar tais afirmações, e elas, quando feitas por integrantes dessa ciência tem exatamente o mesmo valor daquelas afirmações que pretendem combater: *a de uma superstição às avessas*. A Física, como todas ciências, trabalha em seus campos, com problemáticas íntimas e com objetos da qualidade de criações: são

atividades que produzem conhecimentos *epistêmicos*, não produzem conhecimentos sobre um mundo geral, sobre uma natureza geral das coisas.

O obstáculo reside, assim, na crença que o pensamento interepistêmico possui e exerce ao vislumbrar na Física uma fonte de verdades sobre as coisas gerais, sobre os fenômenos de outros campos epistêmicos. É a crença de que existe uma natureza única, objeto de estudo da Física e que tais elementos, produtos dos estudos, físicos são as causas de outros fenômenos. Temos aqui mais uma das manifestações de uma interpretação realista dos elementos da Física, de um realismo que beira a ingenuidade mais desavisada das apropriações acadêmicas. Pois não há como evitar a crença numa *Natureza* quando se tem a fé de que a Física fala de uma realidade material para além das ideias epistêmicas por ela produzidas. Não há como não acreditar em um determinismo entre os elementos da Física e outros elementos quando se têm nas bases das ideias a convicção realistas sobre as ciências. Não negamos a concebível existência de fenômenos como os que foram citados (sincronicidade, curas e outros), apenas compreendemos que as áreas que versam sobre eles e os têm como fenômenos objetivos, em suas atividades epistêmicas, deveriam evitar as consequências de uma concepção realista dos elementos da Física e buscar nas problemáticas internas - algo que gire em torno de seus próprios fenômenos - a criação de seus próprios objetos, noções, conceitos e linguagem epistêmicas. Somente assim tais campos podem fundar discursos que sejam realmente profícuos no estudo de seus objetos previamente criados.

Consequentemente, estamos aqui nos posicionando contra o mais aplaudido dos discursos acadêmicos da atualidade; estamos negando a promissividade da interação entre ciências (ao menos entre outros campos e a Física), estamos tentando mostrar que essas interações são antes um obstáculo ao pensamento acadêmico e científico. Estamos indo contra a ideia de que o progresso do conhecimento em algumas áreas se dará pelo *diálogo* com a Física. Muito pelo contrário, enquanto o pensamento interepistêmico entende que pode se basear na Física para buscar novas compreensões de seus objetos, nossa tese é a de que ele não se baseia, mas que na realidade ele se prende. Deveria libertar-se da Física.

Sob nossa ótica, essas ideias de interações e determinações, senão entre todos os elementos da Natureza, ao menos entre alguns, também se encontram na base das atividades interepistêmicas. É a crença de que fenômenos que são objetos de estudo de uma ciência influenciam outros elementos que se encontram fora de seu campo de estudo. Uma propagação de efeitos que atravessa os limites entre as ciências e são captados pelo interepistêmico. Não é difícil ver as psicologias, como mostramos, tentando conversar com a quântica por crerem que os estranhos fenômenos da matéria podem influenciar a mente humana. Esse tipo de concepção

determinista, uma super-determinação, é crença não comprovada, derivada de uma ideia de Natureza única e totalmente interligada. Uma tentativa de diálogo e apropriações neste sentido pode ser prejudicial aos campos adquirentes, pois, pode não resultar em algo promissor. Essas atitudes podem ser criticadas por Bachelard quando ele afirma que:

(...) é uma redução no alcance do determinismo que tem de ser aceita por quem deseja passar do espírito filosófico ao espírito científico. É preciso afirmar que *tudo não é possível* na cultura científica e que só se consegue reter o possível, na cultura científica, daquilo que se demonstrou a possibilidade. (BACHELARD, 1996, p. 272 - grifos do autor).

Não há nada mais esperado que um super determinismo quando se tem no solo das ideias a noção de uma unidade natural alcançável. Porque a natureza única e solidária a todos os fenômenos, algo que contenha a causa de todos eles, não permite uma ruptura das explicações, não comporta dualidades lógicas. A ciência, portanto, deve alcançar essa unidade, deve expressá-la em suas teorias; a ciência deve apreender e entender a Natureza. Uma vez feito isso, teríamos unicamente uma ciência que abarcaria a totalidade dos fenômenos, numa coerência lógica absoluta. Essa superlativa visão holística de uma ciência unitária vetaria qualquer interrupção do caminho indutivo que ligaria um fenômeno a outro, numa aplicação irrestrita da causalidade.

Contudo, mesmo que idealizemos tal grau de desenvolvimento do conhecimento humano e tenhamos a esperança de elevar-nos a ele, não podemos partir atualmente deste pressuposto. Se a ciência se chegar a uma pancientificidade como tal não será pela sua pressuposição. Terá sido pelo *necessário*, pelo *inevitável*. Pressupor tal estágio na atualidade não é algo científico: *é preciso afirmar que tudo não é possível na cultura científica e que só se consegue reter o possível, na cultura científica, daquilo que se demonstrou a possibilidade.*

A fresta pela qual essas ideias não travessam é, para nós, o mais importante critério de correção do pensamento sobre a ciência, ou seja, seu critério histórico. Temos, portanto, a certeza que os avanços mais recentes da Física ocorreram na contramão da busca da unidade, apesar do ideal generalista do conhecimento humano. Estamos aqui reafirmando o que Bachelard (1996, p. 20) afirma quando investiga a ciência do século XVII e XVIII, de que “(...) o progresso científico efetua suas etapas mais marcantes quando abandona os fatores filosóficos de unificação fácil, tais como a unidade de ação do Criador, a unidade de organização da Natureza, a unidade lógica”. Assim, é no abandono das noções de harmonia e unidade dos movimentos celestes que Kepler deixa para trás as órbitas circulares e nos apresenta às órbitas elípticas; é contra a imponência da explicação clássica, coerente e inteira, que Bohr

diverge do modelo de Rutherford para o átomo de hidrogênio, numa negação das próprias leis do eletromagnetismo. O conhecimento científico parece ir contra a crença de uma ciência generalista, parece ir à busca de um conhecimento particularizado e intraduzível. Porém, uma vez mantida essa crença de uma unidade lógica de explicação de uma natureza unitária, apesar de todas as considerações históricas e epistêmicas que fizemos no início dessa sessão, as apropriações interepistêmicas revivem esse obstáculo ao pensamento científico.

A forma mais interessante de demonstrarmos tais tendências generalistas e a crença na unidade lógica da natureza está justamente na constatação de suas contradições dentro da Física feita por um autor que tece-a em tom fantástico e evidencia o aparente paradoxo fundamental. Parece-nos ser justamente a negação de uma crença a origem do espanto perante a heteroclicidade dos objetos científicos. Discorrer sobre a não indutividade das propriedades de um sistema a partir das propriedades dos elementos que o constitui somente serve para reafirmar uma crença científica não provada – portanto, ainda uma crença: de que a Física, em suas teorias, deveria manter a logicidade entre seus elementos. Sobre a relação entre partículas e átomos o autor comenta que:

A partícula não conhece apenas uma crise de ordem e uma crise de unidade (calculam-se hoje mais de duzentas partículas), sofre sobretudo uma crise de identidade. Já não é possível isolá-la de modo preciso no espaço e no tempo. Já não é possível isolá-la totalmente das interações da observação. Ela hesita entre a dupla e contraditória identidade de onda e de corpúsculo. Perde por vezes toda a substância (o fóton, em repouso, não tem massa). É cada vez menos plausível que seja um elemento primário; ora é concebida como um sistema composto por quarks (e o quark seria ainda menos redutível ao conceito clássico de objeto do que a partícula), ora é encarada como um ‘campo’ de interações específicas. Enfim, foi a própria ideia de unidade elementar que se tornou problemática: não existe talvez uma última ou primeira realidade indivisível ou isolável, mas sim um continuum (teoria do bootstrap), ou uma raiz unitária fora do tempo e fora do espaço.

Assim, deixando de ser um verdadeiro objeto e uma verdadeira unidade elementar, a partícula provoca uma dupla crise: a crise da ideia de objeto e a crise da ideia de elemento.

Enquanto objeto, a partícula perdeu toda a substância, toda a clareza, toda a distinção, por vezes até toda a realidade; converteu-se em nó górdio de interações e de trocas. Para defini-la, é preciso recorrer às interações das quais participa e, quando faz parte de um átomo, às interações que tecem a organização deste átomo.

Nestas condições, não só a explicação reducionista já não convém ao átomo, dado que nenhum dos seus caracteres ou das suas qualidades pode ser induzido a partir dos caracteres próprios às suas partículas, mas são os traços e caracteres das partículas que, no átomo, só podem ser compreendidos em referência à organização deste sistema. As partículas têm as propriedades do sistema muito mais do que o sistema tem as propriedades das partículas. Só podemos, por exemplo, compreender a coesão do núcleo, composto de prótons associados e de nêutrons estáveis, a partir das propriedades específicas dos prótons, que, num espaço livre, se repelem mutuamente, e dos nêutrons, que, muito instáveis num espaço livre, se decompõem espontaneamente, cada um em próton e elétron.

Da mesma maneira, o comportamento dos elétrons em torno do núcleo não pode decorrer das suas mecânicas individuais. Cada elétron, por si mesmo, tenderia a situar-se ao nível energético mais profundo, e deveríamos esperar que todos os elétrons se

situassem simultaneamente a este nível fundamental. Mas, como o princípio de exclusão de Pauli demonstrou, ‘é precisamente aí que atua a imposição da totalidade, que limita a dois elétrons de spins opostos o número máximo que pode ter lugar ao mesmo nível, e o efeito desta exigência faz preencher um grande número de níveis do átomo, independentemente do fato de serem mais ou menos profundos. Bem entendido, o átomo assim constituído é totalmente diferente quanto à qualidade daquilo que seria se cada elétron tivesse ido alojar-se ao nível mais baixo’.

A partir daqui, o átomo surge como objeto novo, o objeto organizado ou sistema cuja explicação já não pode encontrar-se unicamente na natureza dos seus constituintes elementares, mas encontra-se também na sua natureza organizacional e sistêmica, que transforma os caracteres dos componentes. Ora, uma vez que este sistema, o átomo, constitui a verdadeira textura daquilo que é o universo físico, gases, líquidos, sólidos, moléculas, astros, seres vivos, mostra que o universo se funda não numa unidade indivisível, mas num sistema complexo. (MORIN, 2003, p. 126-127).

Primeiramente, Morin anuncia uma crise, uma crise de ordem, de unidade e de identidade em relação às partículas elementares. A crise, para ele, é relacionada às partículas. Como ele mesmo diz, a partícula *sofre sobretudo de uma crise de identidade*. Não estamos tendo o simplismo de acusar nosso autor de animismo afirmando que ele devaneia sobre a crise de personalidade emocional das partículas. Temos a certeza de que ele elipsa os termos mais técnicos, como modelo, teorias e teoremas pela palavra *partícula*. O valor de nossa análise recai justamente sobre os termos elipsados. E é sob a investigação de seus significados que encontramos a evidência de que Morin despreza as questões epistêmicas de criação desses elementos; mais além, de que ele postula uma Natureza que poderá ser abarcada pela ciência.

Parte dessa impressão de crise que Morin denuncia parece vir de uma má interpretação verbalista, parece vir de uma apropriação pela linguagem ordinária. Se considerarmos o princípio da complementaridade onda – partícula em sua concretude verbalista e atribuirmos a estranheza sugerida, não ao princípio em seu âmbito de criação, mas a uma partícula real – como se ela mesma não fosse um objeto científico – teremos sim uma impressão de crise de identidade. Neste caso, a crise é justamente a dificuldade em se dizer se a partícula real, como parte material ínfima, é uma coisa ou outra. Para categorias que se aplicam ao nosso nível de realidade, quando *isso* e *aquilo* são mutuamente excludentes, as coisas são *isso* ou *aquilo*, nunca as duas simultaneamente. Ondas e partículas representam um exemplo; para nossa realidade essas palavras representam propriedades mutuamente excludentes. Contudo, quando se compreende que esse princípio tem um contexto de aplicação dentro de uma teoria matemática, regida por equações de onda, e que o comportamento dúbio dessas partículas são caricaturas das ideias de gabinetes e laboratórios, o valor realístico dessa complementaridade se esvaece e perde seu poder de sedução pela linguagem. Nessa compreensão não existe espaço para crise de identidade, de ordem ou qualquer outro tipo de estranhamento fantástico. Restam apenas a

abstração e a dureza dos modelos físicos – matemáticos, que de fato não podem ser fielmente traduzidas numa linguagem alheia à matemática.

A crise de identidade e de definição das partículas se alimenta ainda de outras apropriações. Ela surge ainda da incompatibilidade lógica, da estranheza, ao tentar casar os aspectos mais surreais da partícula no contexto de cada criação física. Quando *não se pode mais isolá-la no espaço e no tempo*, ou quando *não se pode mais isolá-la totalmente das interações da observação*, essa partícula passa a ser uma realidade ilógica, surreal. Imperam as noções de localização, de temporalidade e objetividade tradicionais da visão clássica. A crise, portanto, é criada quando se tem em mente que a partícula a qual a Física se refere está no império dessa realidade tradicional; tal como um menino que brinca com uma bolinha de vidro. Ele não tem crise em sua brincadeira, sabe onde a bola está e sabe que sua trajetória não depende de sua observação. A brincadeira com a bolinha é sempre uma realidade concreta. Numa ligação direta entre a bolinha de vidro e a partícula, considerar os elementos físicos imagens correlatas de uma realidade, considerar que o princípio da incerteza e as considerações sobre as influências da observação nos experimentos falam de uma micro bolinha é causar uma inevitável crise de pensamento.

É aqui que podemos elucidar mais uma vez a confusão sobre a natureza das produções da Física, podemos aquilatar as consequências de não considerarmos o caráter epistêmico dos conhecimentos científicos. Para evitar esse assombro perante a surrealidade das imagens sugeridas devemos nos convencer que *partículas* e *princípios* são objetos científicos construídos. E diremos mais enfaticamente, são construídos em um contexto epistêmico para atender às necessidades fenomenológicas oriundas nos gabinetes e laboratórios. Eles não guardam compromissos com uma pressuposta Natureza, não se propõe a narrar a dinâmica natural em um único texto lógico. A ilogicidade e a crise de identidade não estão na Natureza, mas elas surgem quando apropria-se dos elementos da Física sem ter a consciências das questões epistêmicas, sem considerar os âmbitos da produção desses conhecimentos. Elas revivem quando se tenta juntar num mesmo discurso, numa tentativa de coerência, os diversos objetos científicos.

Existe a tentativa ainda de salvar a crença numa Natureza perante a forçosa ilogicidade e surrealidade da Física contemporânea; ainda existe uma forma de manter a concepção de que a Física descreve a realidade da Natureza, como se por ela estivéssemos desvelando os segredos da realidade material. Essa tentativa nos parece cada vez mais uma proposição *ad hoc*, no sentido popperiano mesmo, com o significado de salvar a *concepção de Natureza*. As considerações de complexidade vêm justamente com esse papel. Porque a Complexidade de

Morin são considerações que recaem, não sobre produtos científicos, mas sobre a Natureza. Ele não fala da complexidade das ciências: *para ele as ciências devem abarcar a complexidade da Natureza, a realidade natural una e é uma Realidade Complexa*. Obviamente, quando afirmamos que tal conjectura é uma postura *ad hoc* estamos figurando uma outra ideia, a de que as considerações de Morin sobre a complexidade do universo físico são introduzidas como consequência de suas diversas rupturas lógicas e estranhezas. Não há nada mais eficiente para racionalizar o nível ilógico e estranho dos elementos da Física que a pressuposição de extrema complexidade. O que é muito complexo aparenta ser ilógico, exige um pensamento mais *intrincado e aberto*.

Somente aceitando a existência da noção realista dos objetos da Física e com a crença na Natureza que podemos compreender as invocações à Complexidade. Porque, para Morin, “*o comportamento dos elétrons em volta do núcleo não poderia decorrer de sua mecânica individual*”. Essa mecânica dos elétrons que orbitam um núcleo positivo prevê que eles se posicionem nos estados de menor energia potencial possível. No entanto, a distribuição eletrônica desmente essa previsão e o átomo tem elétrons distribuídos conforme o Princípio da Exclusão de Pauli. Então, após notar que entre esses dois elementos da Física (o elétron coulombiano livre e o átomo de Pauli) são discrepantes, a invocação a uma realidade complexa começa: “*a partir daqui, o átomo surge como objeto novo, o objeto organizado ou sistema cuja explicação já não pode encontrar-se unicamente na natureza dos seus constituintes elementares, mas encontra-se também na sua natureza organizacional e sistêmica, que transforma os caracteres dos componentes*”. Portanto, o que explica essa discrepância entre a realidade dos elétrons e a realidade do átomo é a suposição de uma Natureza material sistêmica e organizacional; cada elemento é apenas uma parte dessa realidade. Essa crença na Natureza não pode ser deixada para trás. Logo, frente às discrepâncias, Morin invoca a ideia de que “*átomo surge como objeto novo, o objeto organizado ou sistema cuja explicação já não pode encontrar-se unicamente na natureza dos seus constituintes elementares, mas encontra-se também na sua natureza organizacional e sistêmica, que transforma os caracteres dos componentes*”. Ou seja, é a visão da complexidade da Natureza que permite que aceitemos com menos espanto, como uma saída para a crise de pensamento, as discrepâncias e ilogicidade da Física.

É parte de nossa tese de que as considerações que Morin realiza, como no trecho citado, são caminhos metodológicos não promissores. Eles não podem nos levar a nada de produtivo, posto que esquecem da natureza epistêmica das ciências. Pensar a complexidade do mundo físico a partir das apropriações interepistêmicas e propor uma abertura científica para que ela

seja englobada é exteriorizar a dupla de pensamento que nos acompanham nesta parte de nosso trabalho: a crença em uma Natureza e a concepção realista a respeito dos elementos da Física. Ter uma visão Complexa sobre a Física no sentido que Morin propõe é, pensamos, algo completamente desnecessário. É mais fácil e promissor para o desenvolvimento dos campos de conhecimentos atentarem para as questões epistêmicas. O elétron coulombiano é apenas mais um dos modelos físicos que tem suas raízes nos problemas internos a Física, ele é apenas um construto abstrato da ciência. O elétron é um objeto construído. Ele não representa parte de uma Natureza total, e por isso mesmo, não deve guardar coerência com outros modelos físicos, como o modelo de Pauli. O Princípio da Exclusão de Pauli é outro elemento físico construído para resolver justamente os problemas eletromagnéticos e mecânicos da modelização atômica. Ele é apenas um objeto construído convenientemente e forçosamente pela história dos modelos atômicos. Não é uma realidade da Natureza. Se aceitarmos sem sensacionalismo intelectual esses elementos físicos e compreendermos seus âmbitos epistêmicos de criação não precisaremos recorrer às considerações de Complexidade. Suas discrepâncias e incoerências ficam explicadas por esse caráter de objeto construído nos contextos epistêmicos.

Reificando as qualidades epistêmicas inerentes aos elementos da Física na mente que pensa as ciências, passa a ser impossível a busca, para além deles mesmos, da afirmação sobre *o que é* o mundo físico. Esvaece, paulatinamente, a noção de um contínuo lógico, da possibilidade de uma explicação científica tão concatenada que amarre todo o mundo físico. Desaparece, portanto, sob o significado de objetos físicos construídos em linguagem própria das ciências, as tendências às generalizações das propriedades dos objetos científicos. E quando reconhecemos acertadamente que *“as partículas têm as propriedades do sistema muito mais do que o sistema tem as propriedades das partículas”* não resta espaço para assombro perante a não somatividade das propriedades das partes para a constituição dos sistemas. A pergunta que deve ser feita, portanto, é a que revela justamente a posição contrária: *por que os sistemas atômicos deveriam ser a superposição das propriedades das partículas?* A resposta é que eles não deveriam, pois sistemas e partículas não fazem parte de uma Natureza, num contínuo lógico, mas apenas são objetos construídos que têm suas identidades entalhadas pelas necessidades epistêmicas. Somente por esse caminho podemos enxergar a sutileza do pensamento que recorre às considerações de uma metafísica *ad hoc* afirmando que *“(...) este sistema, o átomo, (...) mostra que o universo é fundado não em uma unidade indivisível, mas em um sistema complexo”*. Juízos sobre as fundações do universo são afirmações sobre um *noumeno*. A Física, por sua vez, é construída na particularidade de seus elementos, ela é um mosaico de objetos epistemicamente construídos.

Passaremos, com isso, para a fase seguinte de nosso trabalho, na qual veremos como a destituição da linguagem matemática e o preterimento das questões epistêmicas e históricas se tornam vetores das apropriações interepistêmicas. Defenderemos a ideia de um retorno ao *verbalismo bachelardiano* no contexto das apropriações epistêmicas.

4.4 Verbalismo nas Apropriações Interepistêmicas como Origem de Obstáculos Epistemológicos

Colocaremos novamente em primeiro plano a tese principal deste trabalho para que, reafirmando-a, possamos causar maior evidência e clareza para nossas argumentações: as *apropriações interepistêmicas revivem as essências dos obstáculos epistemológicos de Bachelard*. E queremos mostrar que esse renascimento decorre também, além de outras causas que temos citado, das traduções e vulgarizações das teorias físicas fora de seus contextos íntimos de criação e aplicação. Queremos, portanto, afirmar que as atividades interepistêmicas, por vezes, recaem em condições nas quais a forma pré-científica de pensar encontra lugar para ressurgir. Mostramos na seção anterior como esse renascimento pode ocorrer quando se generaliza os elementos da Física contemporânea para outras áreas de conhecimento. Em outra seção, mostramos como as estranhezas dessa mesma Física podem ser a base para as apropriações. Nosso intuito agora é entrar em outra forma de renascimento desses obstáculos, quando os elementos da Física são compreendidos apenas pela linguagem ordinária. **Ou seja, quando as apropriações interepistêmicas ocorrem devido aos desvios de ideias sugeridos pela tradução dos elementos epistêmicos.**

Não é novidade que, para se fazer minimamente compreendida fora dos círculos especializados, a Física contemporânea deve ser traduzida e destituída de sua linguagem matemática essencial. Esses trabalhos de transposição didática, em sua maioria, tendem a não discutir também o contexto epistêmico no qual esses elementos foram criados, deixando de fora, como consequência, as validades e necessidades desses mesmos elementos. Os valores epistêmicos e íntimos dos elementos da Física contemporânea, questões que discutimos na seção 3.1, são menosprezados em prol de uma popularização mais fácil. Assim, nos casos das empreitas tradutivas e vulgarizadas das teorias contemporâneas da Física, as áreas adquirentes desses conhecimentos podem se encontrar em condições obstantes, pois teorias e elementos da Física contemporânea vulgarizados e descritos em linguagem ordinária apresentam uma

concretude prejudicial e, portanto, propiciam o renascimento de condições de obstáculos epistemológicos nos mesmos moldes dos obstáculos bachelardianos.

Em vista de tal caminho adotado pelas apropriações, colocaremos agora nossa análise sobre as questões da linguagem ordinária que tentam transmitir os elementos físicos. Ou seja, nossos esforços serão de avaliar as ideias que aparecem em textos acadêmicos a respeito dos elementos físicos. Colocando-nos assim, devemos retomar algo que é bastante batido nas discussões sobre a natureza das ciências naturais, especialmente nas que versam sobre a natureza do conhecimento produzido pela Física, a saber, suas características quantitativas e a importância da matemática.

Parece-nos que a história das ciências físicas não permite que paire dúvida de que as bases de uma Física matematizada e de uma natureza essencialmente quantitativa foram fundadas definitivamente após os trabalhos newtonianos. As expressões “*Universo newtoniano*” e “*universo matematizado*” são, para a história dos conhecimentos físicos, de certa forma, expressões sinônimas. A Física moderna, portanto, tem seu sucesso fundado na grande aplicação das ideias de quantidades físicas, no ideal de matematização dos estudos naturais. Poderíamos, então, dicotomizar grosseiramente a produção da Física em duas fases. Uma *qualitativa*, na qual o ideal da explicação Física é a descrição do mundo pelas suas qualidades; outra *quantitativa* ou *matemática*, na qual a ideia de que uma explicação matemática reina sobre a física. É nesta segunda parte de criação do conhecimento físico que colocaremos nossos esforços de análise. A Física que temos por objeto em nossos estudos não somente nos apresenta suas *descrições* em linguagem matemática, como também traz suas explicações pelo viés das *razões* de quantidades e dos *porquês* matemáticos.

Contra as mais corriqueiras e comuns acusações de que a matemática apenas desempenha um papel *descritivo* das relações de quantidades nos fenômenos, de que ela é prescindível por não nos trazer as *razões* – em outras palavras, de que *ela descreve, mas não explica* – podemos ir além dos exemplos que citamos anteriormente em outra parte desse trabalho, e observarmos o papel dos postulados matemáticos que envolvem a Física contemporânea. Os papéis das geometrias não-euclidianas ou da mecânica baseada em equações de ondas ou da mecânica ondulatória não se restringem a mera descrição dos fenômenos. Quando se pergunta os *porquês* de detalhes desses fenômenos, o físico recorre aos elementos matemáticos para buscar as respostas. É nas equações que se encontram os motivos e as causas. Essa relação entre o concreto e o abstrato matemático revela-se como uma porta para um conjunto explicativo mais rico e mais intrincado com a quantidade, especialmente:

O papel matemático na física contemporânea supera pois, de modo singular, a simples descrição geométrica. O matematismo já não é descritivo e sim formador. A ciência da realidade já não se contenta com o *como* fenomenológico; ela procura o *porquê* matemático. (BACHELARD, 1996, p. 7).

O papel descritivo da matemática dentro dos eventos naturais parece encaixar-se justamente ainda nas concepções fenomenológicas. Tal como o texto descritivo que reconstrói a cena, a descrição matemática ainda é a descrição do fenômeno real, da impressão entre o *espírito* que conhece e seu *objeto*. O caráter explicativo parece pairar em algum local um pouco mais distante, no qual os *porquês* parecem ir além das descrições.

Em ambos os casos, pensamos existir algo de utilitário no papel da matemática; no primeiro ela se presta a *detalhar*, no segundo ela justifica trazendo as *razões*. Contudo, neste último caso, poderíamos argumentar que uma descrição coerente pode trazer a explicação, e ainda assim, estaríamos em campos de uma utilidade fenomenológica mais apurada e mais bem-sucedida do matematismo. Porém, não nos restaria dúvida do afastamento do caráter fenomenológico da questão e da natureza necessária da linguagem matemática quando notamos seu efeito criador no âmbito dos fenômenos naturais. É pela criação de fenômenos que não se produziriam na observação simples e direta que compreendemos a especificidade e necessidade da linguagem matemática. Já notamos anteriormente (seção 3.2) que essa criação segue junto com o poder de *descoberta* de novas nuances da realidade e, portanto, *Netuno* e *quantas* não podem ser outra coisa além de resultados da produtividade da matematização da Física em suas fazes moderna e contemporânea.

É no intuito de mostra o *maior comprometimento* (para usar os termos de Bachelard) da matemática dentro das ciências naturais que colocamos a questão no sentido de um afastamento de uma fenomenologia que pretende a matemática apenas com a finalidade descritiva, que a toma apenas como uma linguagem. Porque, tomá-la apenas como uma linguagem, parece-nos abrir a possibilidade de uma tradução fiel. Se ela é apenas um aparato descritivo, poderíamos descrever por meio de outros caracteres. Somos da opinião de que esse primeiro aspecto da matemática é apenas de fato o primeiro, suplantado pelo seu intrincamento mais enraizado da produtividade e de sua explicabilidade⁹. Enquanto linguagem, a matemática se mostra como uma linguagem intraduzível.

⁹ É importante notarmos que ao assistirmos a atualidade do desenvolvimento da Biologia em sua produtividade e previsibilidade, não poderemos defender que essas características pertencem *apenas* às ciências matematizadas. Embora a Biologia recorra sim às interfaces com ciências como a Física e Química, em seu núcleo parece existir um modo de investigar que, prescindindo da matemática, atua por meio orgânico capaz de ter as mesmas

No confronto entre o pesquisador e a realidade física, não é de primeiro golpe que surge a explicação e previsão científicas; pois, ante essa resistência ao conhecimento, podemos concluir que:

Sem dúvida o mundo costuma resistir, o mundo resiste sempre, e é preciso que o esforço matematizante se corrija, se amolde, se retifique. Mas ele se retifica enrijecendo-se. De repente, a eficácia do esforço matematizante é tal que o real se cristaliza nos eixos oferecidos pelo pensamento humano: novos fenômenos se produzem. Pois é possível falar sem hesitação de uma criação de fenômenos pelo homem. (BACHELARD, 1996, p.305-306).

Diante das qualidades da Matemática no percurso de construção das Físicas moderna e contemporânea, não podemos deixar de considerar truncadas e deficientes quaisquer tentativas de exclusão dos elementos da linguagem matemática. Não podemos falar em simples tradução, pois não há tradução entre o reino do quantitativo, que é o reino das relações matemáticas, e o reino das qualidades e impressões da atividade cotidiana. Um exemplo: por mais que tentemos explicitar qualitativamente, fora do cálculo, o conceito de *taxa de variação*, recorreremos à noção de *velocidade*. Porém, velocidade é ainda uma taxa de variação e, portanto, estaríamos em um exercício redundante. A taxa de variação é expressa por um número seguido de uma *dimensão*, ou seja, é a *quantidade* seguida da *qualidade matemática*, de uma *categoria*, daquilo que se expressa. As taxas de variações no cálculo diferencial guarda uma relação de mudança de uma variável com a medida de variação de outra. Expressamos como $(dx/dy) = K [x]/[y]$ tal quantidade K seguida de sua unidade de medida $[x]/[y]$. A velocidade é uma forma de taxa de variação, no caso, da posição em relação ao tempo: 100 km/h, por exemplo.

Por mais que se consiga boas explicações com essas tentativas, ainda estaríamos deixando de contemplar outras duas dimensões que argumentamos existir na aplicação matemática às ciências físicas. Não podemos pedir que um engenheiro *explique* as razões das dimensões exatas de um pilar. As dimensões exatas têm suas razões no cálculo estrutural. Para explicar, ele deverá nos mostrar seus cálculos. Da mesma forma não podemos esperar que a astronomia Aristotélica dê conta da previsão da existência de Netuno. As ideias qualitativas, tão coerentes e concatenadas, expressas em linguagem ordinária do sistema de Aristóteles não abrem caminho entre as perturbações nas órbitas de outros planetas e a existência daquele. Tampouco preveriam sua posição certa no instante da observação.

características. Não entraremos nessa seara, que exige um olha epistemológico de alguém que domine o *quinto ato* dessa ciência.

Estamos nos posicionando quanto ao papel matemático nas atividades e elementos da Física contemporânea e moderna, pois estamos indo à apreciação do renascimento dos obstáculos epistemológicos nas apropriações interepistêmicas, o verbalismo em forma de analogias e metáforas. **Vamos adiantar nosso pensamento principal: devido a destituição de todas as dimensões matemáticas, dimensões que são marcas de um desenvolvimento epistêmico das físicas contemporânea e moderna, as apropriações interepistêmicas recaem nos conteúdos resultantes da linguagem ordinária.** Portanto, carregam-se de analogias e metáforas exemplificativas e explicativas. Vejamos alguns exemplos em trabalhos acadêmicos nos quais o verbalismo renasce no ato das apropriações interepistêmicas.

O princípio da complementaridade onda-partícula é um dos elementos físicos sobre o qual incidem intensamente as noções verbalistas de forma bastante diversa e amorfa. A palavra *onda* em contraposição com a palavra *partícula* leva os significados de suas apropriações para longe do contexto científico de sua criação. Parece evocar as qualidades daquilo que *não é material* em oposição àquilo que *é concreto e palpável*; daquilo que *vai além*, opondo-se ao que está *localizado*. Recorrem ao próprio significado literal das palavras *onda* e *partícula*, às imagens sugeridas pela vivência empírica mais básica da Física, para criar involuntariamente quase que um outro substantivo que pode absorver muitos significados em função dos diversos contextos semânticos. A ligação entre essas duas palavras se torna ainda mais amorfa e superaplicável quando intermediada pelo termo *complementaridade*. Daqui em diante, o princípio da complementaridade onda-partícula ganha a possibilidade de ser buscado quando se trata de algo que não se sabe exatamente o que é, quando o objeto de estudo apresenta qualidades aparentemente contraditórias e estranhas. Enfim, quando o objeto sobre o qual versa o pensamento não foi bem definido e sublinhado na realidade do pesquisador.

A necessidade de conciliar, em um mesmo pensamento, propriedades ditas opostas requer um esforço de amalgamá-las, de completá-las por algum princípio. Em suma, quando a forma de abordagem não é *cartesiana e positivista* – termos aventados pelos próprios discursos apropriaacionistas, - o princípio da complementaridade onda-partícula assume com muita frequência posição nas apropriações interepistêmicas. Para essas apropriações, a necessidade teórica e experimental que dá origem ao princípio – me refiro aos contextos íntimos da Física do século XX – é apenas um fundo criacionista de algo que pode ser aplicado a qualquer tema, não apenas às partículas do laboratório do físico. As razões teóricas e experimentais, aquelas que exigem uma alternância entre as interpretações corpusculares e ondulatórias para os diferentes fenômenos físicos, passam a ser relidas pela estranheza dessa conciliação de palavras

com significados desigual. O resultado disso é a construção de discursos bastante confusos e de difícil análise epistemológica.

A psicologia protagoniza muitas dessas apropriações, mostrando a superaplicabilidade do princípio da complementaridade. Em um artigo brasileiro de psicologia citado abaixo, no qual o autor propõe estabelecer relações entre a Física contemporânea e a Psicologia Analítica, esse princípio é tomado como balizador das suposições e conclusões do texto. O autor propõe relacionar a Física contemporânea com o conceito de inconsciente na Psicologia Analítica. Ao tecer uma analogia com a apropriação realizada, o autor comenta que:

Hoje, após um século de abertura para o pensamento interdisciplinar, oferecido pela psicologia analítica, ela ainda não é bem compreendida pela academia. Muito menos a dimensão do inconsciente coletivo que ela também postula e, este, atualmente, abre um diálogo com a filosofia da mecânica quântica. Porque de acordo com a complementaridade onda-partícula, elaborada pela física quântica, é possível pensarmos em outras complementaridades: matéria-energia, corpo-alma, indivíduo-coletividade ou consciente-inconsciente (pessoal ou coletivo). Mas, é necessário compreender que tanto a onda quanto a partícula são propriedades da energia. Neste sentido, considerando o pensamento humano como uma onda, esta transcende o corpo individual e coletivo para ir ao encontro da condição humana que caracteriza as expressões “visões de mundo” e “espírito da época”. (SILVA, 2011, p. 27).

Considerar o pensamento humano como uma onda não parece ter uma necessidade científica para o caso, porque não estão muito bem explícitas as propriedades do pensamento humano que permitem essa consideração. É um pensamento que extrapola a realidade do elemento “pensamento humano” e se entrega ao devaneio da possibilidade de coisas mais fantásticas, deixando para trás qualquer senso de justeza com a construção científica e acadêmica. Antes, essa consideração parece ser realmente suficiente para o tecido da analogia que se propõe: “*considerando o pensamento humano como uma onda, podemos imaginá-lo propagando-se e influenciando outros indivíduos, formando assim uma espécie de ligação que vai além de cada um deles; a onda se propaga, não é um ente local, individualizado; ela pode oscilar qualquer partícula na superfície de um lago*”. Considerar o pensamento humano como uma onda é algo ligado à natureza do próprio pensamento humano em si ou é apenas um delírio sugerido pelas palavras “onda”, “propagação”, “complementaridade”? Nossa autora continua suas análises a partir da apropriação realizada:

A interação corpo-alma na psicologia profunda é análoga à complementaridade onda-partícula ou energia-matéria na física moderna. Isto é, o corpo estaria para a partícula, assim como, a alma estaria para a onda, neste contexto, temos as relações: corpo, matéria e partícula, e, alma, inconsciente e onda. (SILVA, 2011, p. 24).

Logo, o pensamento humano guarda analogia com a “*onda quântica*”, pois ele se propaga a partir do indivíduo para formar o consciente ou inconsciente coletivos e individuais, como se ele fosse influenciar qualquer indivíduo na sociedade. O corpo humano está para as partículas, entes locais e limitados por essa mesma localidade, assim como as ondas para o pensamento humano que forma o coletivo da psicologia analítica. É essa a relação estabelecida e ela se baseia estritamente nos significados das palavras usadas nas apropriações.

Mas como formular mais cientificamente a ideia de consciente ou inconsciente coletivo senão pela estrutura de imagem que oferece as palavras ondas e partículas, palavras que surgem na Física? Se ondas *ligam* as partículas, assim como num lago, o princípio da complementaridade oriundo da Física permite pensar a mente humana como onda que transcende o indivíduo e forma uma estrutura de ligação, de complementação. As palavras coordenam o pensamento apropriacionista interepistêmico, as imagens sugeridas por elas se condensam em raciocínios por analogias, as metáforas são tomadas como descrições.

Os pensamentos vagos também se firmam no princípio da complementaridade, demonstrando que as palavras se prestam a qualquer tessitura argumentativa desde que não seja uma alegação rigorosa. Na indecisão entre qual dos lados opostos de uma contenda teórica tomar, o pensamento apropriacionista dissolve as razões da obrigatoriedade das escolhas e assume sempre a noção de que os opostos se complementam, de que entidades da realidade ou do pensamento não podem ser divorciadas. A proposta é confortável, pois não exige que se trilhe o árduo caminho da dissecação analítica, coisa necessária para uma síntese teórica. Ela é interessante para a construção dos textos muito em moda nas produções acadêmicas de nossa época a medida que não trazem a diferenciação, não produzem o conhecimento por *discernimento*. Para isso, as apropriações interepistêmicas encontram suficiência em dizer que o exercício do discernir não é adequado à realidade donde se deve erigir o conhecimento:

Conceber o conhecimento a partir da visão holográfica, pela transdisciplinaridade, leva ao entrelaçamento desses olhares com o princípio de complementaridade dos opostos, de Niels Bohr (1961). Prêmio Nobel de Física em 1922, ao desenvolver a teoria da relatividade¹⁰ e da mecânica quântica, esse cientista propôs a noção de complementaridade buscando resolver impasses em torno da questão das unidades subatômicas, afirmando então que onda e partícula são dimensões integrantes de uma mesma realidade. (SANTOS, 2008, p.76).

¹⁰ Na realidade, quem desenvolve a teoria da Relatividade é Albert Einstein. Niels Bohr entra para a história das ciências primeiramente com o desenvolvimento do modelo atômico para o átomo de hidrogênio que leva seu nome. Contudo, nosso trabalho não se dedicará a pesquisar os erros conceituais ou históricos relacionados à Física. É sobre uma outra categoria de erro que queremos tratar: os erros que nos pensamentos interepistêmicos assemelham-se aos acertos.

Novamente, as ideias preconizadas pelo verbalismo ligado ao princípio da complementaridade levam nosso autor à crença de uma cientificidade nova e de uma novidade científica promissora. E realmente, quando se tomam essas mesmas propriedades como opostas e auto excludentes, a associação das propriedades de ondas e corpúsculos numa mesma descrição objetiva não pode levar a outra impressão senão a de contradição lógica. É compreensível que tomemos as propriedades de partículas e de onda como pertencentes a categorias diferentes: a experiência empírica primeira e cotidiana não nos deixa margem para igualarmos tais características. Mas se um objeto físico, em sua dinâmica de nascimento e criação, requer uma descrição dupla, conciliando propriedades de ondas e partículas num mesmo estatuto de sua existência, tal objeto somente nos aparentará como estranho se não o compreendermos como da ordem da *criação física*, produto da criatividade induzida por problemas internos à Física. Ou seja, somente nos será fantástica a ideias de complementaridade de propriedades coexistentes num mesmo objeto se tomarmos o sentido de sua existência nos mesmos termos da existência de uma bola de bilhar e das ondas na superfície do lago. Se para o realismo ingênuo das teorias físicas a existência de objetos duais tem o mesmo valor da existência dos objetos cotidianos, a complementaridade lhe será uma contradição lógica de caráter impressionante e quimérico. Porém, se tivermos a sobriedade que se consegue com as certezas dos estudos epistêmicos, da consciência de uma ciência histórica e matematizada, poderemos nos livrar dessas impressões fantásticas e conceber a complementaridade como algo epistemicamente necessário.

De outra forma, ainda é intrigante percebermos como o princípio da complementaridade ganha outros significados nos diversos ambientes semânticos fornecidos pelas apropriações interepistêmicas. Sobre as propriedades de ondas e partículas e o conjunto de fenômenos associados a cada um deles, a afirmação mais honesta que podemos tecer é que *são distintas*. Quando o princípio da complementaridade afirma algo sobre seus objetos, diz exatamente que essas propriedades distintas são necessárias para caracterizar tais elementos, tais objetos. Mais exatamente, as ondas e corpúsculos são nomeados conforme as propriedades que apresentam; são partículas ou ondas se apresentam tais ou quais propriedades. A primazia não é do *ser*, mas de suas manifestações. As razões epistêmicas requerem uma descrição dupla para os objetos da Física. Um fóton requer essa posição de negociação com sua realidade construída. Embora sejam *diversas*, de maneira alguma são *opostas*. Caberia a noção de oposição entre partículas e ondas? Em que sentido tais entidades físicas seriam opostas? A oposição não deveria requerer

um sentido de valor bem mais polarizado e totalmente deslocado dos valores que pairam sobre a física?

Contudo, o princípio da complementaridade foi apropriado e o contexto semântico dessa apropriação lhe outorga um significado bem distinto daquele do contexto epistêmico: *da superposição de antagonismo, da conciliação de uma rivalidade, da síntese que parte dos auto-aniquiláveis*. A complementaridade passa a ser o diâmetro sintetizando dois pontos do círculo:

Ao articular os opostos, o princípio da complementaridade opõe-se à dicotomia dos binários, remetendo o olhar para o nível de realidade integrada, isto é, razão “e” emoção, indivíduo “e” sociedade, saúde “e” doença, subjetivo “e” objetivo, sapiens “e” demens, bem “e” mal, clausura “e” abertura das crenças ou das teorias. Impõe-se colocar a conjunção “e” para significar a junção, a associação, a articulação desses pares. (SANTOS, 2008, p. 77).

Além de existir as palavras “ondas” e “partículas” como propulsoras das apropriações, o termo “complementaridade” perde seu significado rigoroso e estritamente necessário à produção epistêmica e ganha como sinônimo a locução substantiva “casamento entre oposto”. Por isso, “*impõe-se colocar a conjunção ‘e’ para significar a junção, a associação, a articulação desses pares*”. Assim, as apropriações interepistêmicas recaem nos obstáculos epistemológicos porque não se apropriam do conhecimento Físico ou de seus significados, mas os elementos apropriados estão impregnados de ideias sugeridas pelas analogias com base nas palavras. Essas analogias, quase que inevitavelmente, levam a afirmação, em nossa opinião, facilmente criticáveis.

Vamos aqui repetir a mesma estrutura de crítica realizada na sessão precedente, inclusive sobre o mesmo artigo publicado em revista brasileira que trata sobre os temas da educação. Se nos deslocarmos ao nível do senso comum em toda sua inteireza e nos posicionarmos novamente como um ser não acadêmico, um ser ordinário das realidades brasileiras, aquele que torce para o *Vila Nova Futebol Clube*, poderemos rechaçar a afirmação de que emoção e razão são partes integrantes do ser humano? Podemos negar a noção de que sociedade é de certa forma um coletivo de indivíduos; e o que indivíduos se formam na sociedade, tomando para si suas demandas? Podemos contradizer a afirmação de que a doença se integra à noção de um distúrbio do estado de saúde ou de seu espectro contínuo de degeneração? De forma geral, se formos o ser miúdo da realidade brasileira, poderemos afirmar o contrário daquilo que é óbvio? **Certamente não, pois é papel do senso comum afirmar aquilo que é patente, aquilo que salta aos olhos e às ideias de primeiras instâncias das mesas de botequim.** Para afirmar que a realidade existe de forma completa e integral, que

doença e saúde andam de mãos dadas, que coletivos e indivíduos se conectam para integralizar uma sociedade, não precisamos ir além daquilo que as conversas carentes de teorias e reflexão podem oferecer: o *garçom* nos dá conta do conteúdo do senso comum.

Diversamente, é papel do pesquisador acurado afirmar aquilo que não é óbvio. Quem diz o intrigante, quem afirma o que precisa de provas para se acreditar – ou seja, quem afirma o que não é de domínio do senso comum – é o cientista, é o acadêmico comprometido com a construção do conhecimento promissor. É função da ciência afirmar o que não é evidente, é função da ciência afirmar o que é contestável, pois é na contestação das fragilidades e na defesa das afirmações frágeis que se fundamenta a prova, que reside a essência da discussão científica. O primeiro sintoma de que uma afirmação é promissora é de que ela precisa ser primeiramente provada, de que ela requer ser investigada. Cabe ao pesquisador ainda essa segunda tarefa, a de determinar a validade das afirmações.

Podemos ser mais restritos ainda: é função da ciência afirmar *apenas* aquilo que não é notório e gritante. Aquilo que é óbvio, para ciências, ou é pressuposto axiomático (e reafirmar axiomas não é construir conhecimento) ou é realidade aparente que deve ser contradita. Portanto, devemos aqui lançar um alerta que pretendemos expandir nas conclusões de nosso trabalho: os pensamentos que se dedicam a pensar a educação, especialmente no Brasil, não podem ser pegos por essas críticas, não podem ser dar ao luxo de se deixarem levar pela tautologia do senso comum, sob o preço de não construírem armas teóricas para lutar contra a transformação da educação em mero produto subvertido pelo capital. É urgente uma tomada de consciência de que nem tudo o que se afirmar é conhecimento e que, geralmente, o que é claro e que prescinde de provas, antes de ser um produto de pesquisa, é um mero produto das divagações observacionistas da realidade imediata. Portanto, em termos bachelardianos, uma *ilusão de conhecimento*.

As palavras utilizadas para explicar a equação de Schrödinger constroem, no contexto dos pensamentos interepistêmicos, analogias que são da mais passíveis de aplicação para outros campos de conhecimento. Essas analogias são de difícil compreensão porque tangem aos pensamentos mais íntimos de seus criadores e nada tem de objetivas, ou nada podem falar da realidade física. Contudo, é justamente essa liberdade conferida às analogias que permitem que a criatividade interepistêmica se aposse do formalismo traduzido das equações de Schroedinger. Assim, é justamente por esse caminho epistemológico que as palavras “partícula” e a locução substantiva “onda de probabilidade” são bases para as reflexões filosóficas acerca do livre arbítrio humano e do determinismo das leis físicas:

Outra reflexão é de natureza filosófica e diz respeito ao debate acerca do determinismo *versus* o livre arbítrio do ser humano. Esta questão se centraliza na interrogação – se futuro é certo como pode se conciliar com a liberdade de ação do ser humano? (VIANA, 2002, p. 232).

A questão por certo não é nada trivial, ela traduz uma discussão filosófica bastante interessante: se o mundo e o ser humano podem ser reduzidos às máquinas newtonianas, nos quais reina impassível o determinismo, então, as condições iniciais do mundo e do ser humano ditam o futuro. Essa redução do mundo ao newtonianismo coloca na berlinda a noção tão cara de livre arbítrio. Se tudo é determinado pelo próprio funcionamento da máquina de Newton, não caberia a noção de uma ação deliberada do ser humano, de ações que fossem orientadas apenas pelo poder de escolha da alma humana. Contrariamente, se as ações humanas são livres do determinismo da máquina newtoniana, como poderíamos dizer que o mundo é determinado pelos estados do passado, sabendo que o futuro depende das escolhas humanas? Ora, essas questões se fundam na própria história do pensamento ocidental e nada têm de simplistas ou triviais.

Dessa forma, para aqueles que estudam os eventos que se encaixam no campo da Parapsicologia, a precognição representa um problema quando diante dessas questões do livre arbítrio. A precognição é o evento no qual uma pessoa prevê acontecimentos do futuro, e tal evento colocaria um problema na questão do determinismo newtoniano, visto que a pessoa pode adotar escolhas a evitar os acontecimentos futuros. Mas essa situação, tão monstruosamente estranha e difícil de ser pensada por uma razão sadia e séria, é resolvida puerilmente por uma apropriação a partir da Física contemporânea. Ela é resolvida quase que por uma brincadeira por meio de uma analogia oriunda da interpretação ondulatória oferecida pela equação de *Schroedinger* mesclada com a ideia do princípio da complementaridade:

Um dos primeiros pensadores a levantar uma hipótese não excludente entre esses dois termos da indagação foi Ernesto Bozzano (1862 – 1943), estudioso italiano que seguia um método de investigação utilizando a análise comparada e a convergência de provas para certificação da existência dos fenômenos. Para Bozzano a precognição dizia respeito não a uma realidade inevitável, mas sim uma das possibilidades de futuro, assim antecipando algumas afirmações atuais de físicos quânticos quanto a natureza do universo quântico configurada em onda e partícula, que se apresentam unificadas na forma de "*densidade de probabilidade*". Ou como diz David Bohm na "*realidade implícita possível*" e "*a realidade explícita concretizada*". (VIANA, 2002, p. 232).

A relação analógica é vaga e cheia de imagens oníricas difíceis de serem dissecadas. Ao mesmo tempo que existe a apropriação da noção de densidade de probabilidade, também existe a apropriação da complementaridade onda-partícula e elas se misturam na construção da

analogia. A imagem sugerida pela palavra onda, tal como algo que é incerto no espaço, aquilo que não tem fim e não se sabe ao certo onde começa, se liga rapidamente à ideia de infinitas possibilidades exigida pela concepção do livre arbítrio. O futuro é algo incerto e não definido tal como uma onda. As semelhanças se concretizam ainda mais quando essa onda é uma onda de probabilidades (...) (futuro incerto. Nada mais conveniente que imaginar como ondas esparsas sobre um lago. A criança olha a água e se encanta com as ondas que não têm início e nem fim, e se deixa devanear sobre onde elas estão. O adulto pensa em seu futuro e não vê onde seu presente o levará, não sabe nem mesmo o poder daquilo que ele escolhe no hoje). Contrariamente, o livre arbítrio requer a destruição dessas possibilidades infinitas e a centralização de nossa existência apenas em uma determinada possibilidade. O futuro não pode ser um bacanal de possibilidades. Assim, o livre arbítrio cria um futuro que se analogiza com as partículas, com um corpo com limites perfeitos em suas formas. O futuro determinado tem a analogia com a partícula (futuro certo e determinado. Nada mais interessante que imaginar como uma pequena esfera que sei onde está e para onde vai. A criança olha sua bola em sua brincadeira e sabe onde ela está e para onde vai. O homem planeja seu futuro sentindo a liberdade de suas ações, seu futuro se determina.). Pronto. Temos aqui a solução de uma das questões mais interessantes da Filosofia. A questão entre determinismo versus livre arbítrio é resolvida pela imagem sugerida pela equação de Schroedinger:

Enquanto onda, tudo é possível dentro da densidade. Enquanto partícula, é a escolha de um caminho. Assim a função onda representa o mundo das possibilidades e corresponde ao universo determinado contido na "*densidade de probabilidade*". A função partícula já é o desempenho da liberdade de escolha entre as possibilidades e corresponde a auto determinação. (VIANA, 2002, p. 233).

Ou seja, o problema entre determinismo e livre arbítrio é resolvido por meio de uma analogia oriunda de uma das apropriações interepistêmicas. A ideia de uma partícula dançando dentro de uma onda – uma onda de possibilidades – é retirada da equação de Schroedinger quando aplicada ao movimento de um elétron. Essa ideia concilia uma escolha libertada pelo livre arbítrio com o determinismo do mundo newtoniano. Embora exista muitas possibilidades para o futuro, é o determinismo que se origina no livre arbítrio que faz concentrar nossas existências em apenas uma delas. Embora a confusão das ideias e das falas do autor do trecho que citamos, não podemos negar que a tentativa essencial é a resolução de um problema filosófico através de comparações entre imagens sugeridas, por meio de analogias vagas. O poder das analogias é grande, elas conseguem unir universos de pensamento infinitamente distantes.

Mas o que um físico poderia fazer para “desconvencer” o autor da aplicabilidade desses elementos da Física contemporânea ao problema da precognição? Adiantaria adentrar aos conhecimentos íntimos da Física e usar como argumento que as ondas das quais falam a equação de Schrödinger não são ondas no sentido vulgar do termo, mas que elas são elementos matemáticos ligados a um tipo de equação bem apropriada para descrever as ondas em geral? Seria suficiente dizer que essas ondas não têm realidade física, mas apenas uma realidade abstrata na Matemática que envolve o problema? Cremos que não. As razões epistêmicas não são suficientes para forçar o despertar do pensamento que realiza as apropriações interepistêmicas, esse pensamento sempre resiste aos ensinamentos epistêmicos.

Temos até aqui tentado esclarecer qual o âmbito epistêmico a qual pertencem as produções da Física contemporânea. São dois os seus constituintes: os problemas internos que se fazem na sua história e a linguagem específica pela qual se expressam suas produções – a matemática. Desse âmbito, e somente dele, que se parte para uma real compreensão dos elementos da Física atual. Ao afirmar tal postura, estamos esterçando nossas reflexões na direção de que, para se compreender uma ciência, faz-se necessário a compreensão das intimidades não traduzidas e não transpostas de seus elementos; que para entender a Física é necessário sua compreensão histórica e matemática. Afinal, como é possível entender se não se compreende os motivos específicos das criações físicas e a linguagem pela qual elas se expressam? Temos também renunciado nossas conclusões que já se encontram no título do trabalho: a ignorância desse âmbito induz ao realismo ingênuo dos elementos físicos. Por consequência, é sobre o realismo ingênuo que podemos firmar os obstáculos epistemológicos das apropriações interepistêmicas.

A respeito do nascimento do modelo atômico de Niels Bohr e da problemática física que o englobou historicamente e com intuito esclarecedor, queremos agora investigar mais um exemplo dos problemas epistêmicos que são as raízes das criações da Física contemporânea. Queremos, com isso, deixar mais óbvio a noção de intimidade específica da problemática física e, assim, elucidar os valores reais e os significados específicos da linguagem adotada para descrever suas soluções. Sabemos até aqui que seus significados reais se encontram somente na compreensão da linguagem matemática na qual se expressam. Contudo, algumas passagens históricas das ciências físicas ficaram conhecidas pelo conjunto de descrições não matemáticas que elas trouxeram dos fenômenos, modelos e outras criações. Para essas passagens, é fácil a confusão entre significados das palavras usadas. Os termos usados para descrever concretamente um fenômeno podem não ter similitude com seus reais significados específicos.

Os glossários da linguagem ordinária divergem daqueles construídos das necessidades características e singulares das soluções físicas.

Na resistência a sua solução, o problema das linhas espectrais do átomo de hidrogênio requer a dissolução do modelo de Rutherford, proposta já afrontada pelas incoerências com a realidade física e com o eletromagnetismo clássico. Do modelo de Rutherford não se tirara as linhas espectrais dos elementos químicos; muito menos ainda, se conciliara sua existência com a existência da própria matéria – assunto que já abordamos. Era, portanto, um modelo explicativo em grande escala. As ligações químicas se aproveitam da ideia de órbitas eletrônicas compartilhadas e fundamentam suas razões. Porém, o modelo planetóide de Rutherford, com suas analogias ao movimento macroscópico dos astros, estava confrontado pela mais clara das evidências: a realidade da matéria tal como ela é. Em termos kuhnianos, Rutherford traz à luz uma criação científica anômala, já que a sua anomalia é a própria contradição com aquilo que tenta explicar. No entanto, são as linhas espectrais que atraem as especulações de Bohr: não é sobre o segredo da existência da matéria ou do Universo que pesam no intelecto do cientista; não é sobre *como o mundo é* que o pensamento científico pondera. Longe de tentar conciliar o modelo atômico com uma realidade material evidente e clara, longe de tentar uma coerência aristotélica com o mundo imediato, as intenções de Bohr são outras bem menos audaciosas e elevadas. Não podemos, logicamente, negar que as incoerências do modelo então vigente eram de importância e se convertiam em incômodo ao pensamento científico. No entanto, as fontes nas quais Bohr haure suas forças intelectuais são justamente o que há de mais específico e pequeno perante a problemática de uma suposta harmonia natural. O problema que instiga a criação do modelo de Bohr é puramente as linhas espectrais do átomo de hidrogênio, não explicadas pelos modelos anteriores e que constitui uma das questões centrais das propostas que se encontram no esteio fundamental da interpretação quântica. Os segredos gerais do universo parecem ser mais objetos das atividades religiosas que das ciências.

É, então, de um problema interno, específico, de um problema técnico-especializado, que nasce a reforma dos modelos atômicos. Nesse sentido, em relação ao nosso trabalho: é do *âmbito de um problema epistêmico* que se compreende o nascimento das órbitas quantizadas e das transições eletrônicas necessárias à explicação das linhas espectrais. Pois as linhas espectrais e seu espectro hidrogenóide específico se adaptam muito bem às propostas de quantização das órbitas eletrônicas. Melhor formulando, a ideia de *transições energéticas quantizadas* entre diferentes estados de um átomo de hidrogênio dão sentidos racionais e significados físicos às emissões espectrais igualmente quantizadas; a quantização dos estados

energéticos do hidrogênio e suas transições *explicam* o espectro. Eis o problema e a solução na sua nudez epistêmica, inseridos nos conjuntos de valores imediatos de sua criação.

Contudo, a tentativa de traduzir para fora de seus contextos de criação, para fora dos âmbitos epistêmicos, forçam a utilização de uma linguagem não especializada. E ela o é justamente por desconhecer o valor semântico dos termos e expressões no contexto científico. Entrelaçados ainda com os modelos anteriores em seus valores realistas, os termos usados para descrever o átomo de Bohr ganham a concretude das noções naturais de órbitas, partículas e outros. A ideia de existência real do modelo proposto por Bohr, de que o modelo se conforma com a realidade tal como o desenho de uma bola se conforma com a bola que está nas mãos, é a indutora da impregnação de uma concretude na linguagem descritiva para o átomo de hidrogênio. Os postulados que fundamentam não apenas eram contraditórios com as propriedades físicas do átomo de Rutherford, como também se tornavam da ordem do estranho e do fantástico ao serem traduzidos para uma linguagem ordinária. Transpostos para fora do contexto semântico da intimidade dos problemas Físicos, os postulados tomam a dimensão maravilhosa.

A partir de então, o elétron é um ser realístico, concreto e que contém o peso das experiências naturalizadas cotidianas. O átomo de hidrogênio passa a ter uma realidade palpável e tangível para a mente que o imagina. Ele não é mais uma criação da Física. Desse modo que o postulado de órbitas quantizadas em junção com o de transições instantâneas de órbitas leva a expressão “*transições quantizadas de estados energéticos do átomo*” para longe de seu valor epistêmico. Perde-se a abstração, ganha-se a concretude e o peso do realismo; esquece-se dos problemas físicos, interpõe-se na mente as imagens cotidianas. O átomo passa a ser uma “*escada*”, o elétron converte-se em uma “*bola*” que se encontra em seus degraus. Inevitável é, portanto, que a expressão “*transições quantizadas de estados energéticos*” ganhe o valor realístico do elétron transitando entre os degraus. Aliás, melhor ainda: a expressão “*transições energéticas quantizadas*” se transmuta em “*salto quânticos*”. E é tão intrigante a sedução imaginativa contida na palavra “quântico”.

Mas o que há aí de tão interessante para o pensamento interepistêmico? Apenas a deflexão de significados, apenas a perda da *afiada ponta abstrata* da ideia, explicaria as motivações do pensamento interepistêmicos? Não, apenas os erros conceituais não explicam a sedução. Mas aqui, repetidamente, o fantástico da Física contemporânea coata as apropriações interepistêmicas. Ele se impõe enquanto incitação ao pensamento interepistêmico. Porque os elétrons não descem simplesmente os degraus da escada, tal como uma pequena bola o faria em uma escada realística. Mas o elétron transita por saltos instantâneos, ou seja, sem gastar tempo

nessa transição. A instantaneidade do fenômeno é o fantástico. Além disso, esse mesmo elétron não exatamente transita, posto que ele não pode ocupar espaços entre os degraus, mas ele desaparece em um e reaparece no outro, sem passar pelos espaços intermediários. Eis o fantástico coadjuvando, eis como protagonista o significado vulgarizado das palavras nas traduções verbais dos fenômenos hidrogenoide do átomo de Bohr. Novamente – e já sendo repetitivo – uma descrição tão específica, tão técnica e descarregada das noções de realidade como “*transições quantizadas de estados energéticos*” tem desmontado todo o seu verdadeiro significado epistêmico quando traduzida pela analogia dos “*saltos quânticos*”. **O verbalismo cria o fantástico, o fantástico incita a apropriação interepistêmica.**

Assim, mais uma vez o desprezo por esse âmbito epistêmico dos problemas físicos e de suas linguagens coloca uma interpretação interepistêmica em situação obstante, dando margem às analogias mais provocativas, novamente, no campo das ciências psicológicas. As analogias se convertem em metáforas, ganham no pensamento apropriação das ciências psicológicas um valor instrumental que operam nos objetos ou nos discursos internos. As metáforas verbalistas se convertem em ferramentas de análises, em insumo de ideias, em recursos de investigação:

Segundo Goswami quando um elétron salta órbitas, ele não passa pelo espaço existente entre órbitas discretas, ele desaparece da antiga e reaparece na nova sem passar pelos espaços entre elas; é um movimento descontínuo, chamado “salto quântico”. Na psicologia analítica, existe o conceito de “função transcende” que se assemelha ao salto quântico, pois ele acontece quando um antigo padrão de pensamento morre e um novo o substitui, revelando um novo contexto ou um novo significado, sem conexão causal ou local entre os dois eventos. (SANTOS *et al.*, 2016, p.173).

A clareza de uma apropriação verbalista é patente neste trecho. As relações energéticas do átomo de Bohr se degeneram em rupturas “acausais” dos padrões de pensamentos. Não há nada mais análogo, evidentemente, que as ideias de saltos quânticos e mudanças abruptas de qualquer ente. Não existe nada mais sedutor que pensar uma mudança enquanto salto. Pela própria definição que realizamos de apropriações interepistêmicas, podemos ver que esse trecho não se deixa falhar em nada para atender às condições impostas por nossa definição: ela importa para outra ciência que trata de objetos inteiramente alheios aos da Física, um elemento que somente tem de aplicável a seus objetos aquilo que resta de metafórico após as traduções verbais. Fica mais claro, portanto, que a sedução das palavras concretas e das metáforas funcionais do pensamento interepistêmico são os motivos para a aplicação de elementos da Física a outros objetos completamente apartados do conjunto de seus componentes.

Para convencer-nos da deflexão de significados e aquilatar o penso do verbalismo dessa passagem, é imprescindível compreender aquilo que tentamos expor: as transições energéticas do átomo de Bohr não tratam de uma realidade natural. Os átomos, elétrons, as transições energéticas, energia, fótons e outros tantos entes físicos são criações epistêmicas. São criações epistêmicas completamente inválidas fora dos campos para os quais foram criados. São completamente nulas, embora as atividades interepistêmicas e o modo de fazer de algumas atividades acadêmicas almejem o contrário. Os elementos físicos se metamorfoseiam em um conjunto de palavras ou metáforas quem têm valores semânticos bem díspares daqueles que recebem na relação com seus objetos. **A consequência disso é uma afirmação que vai contra a maré das produções acadêmicas atuais, principalmente contra o clima que paira nas produções acadêmicas da educação: não é possível o diálogo entre outras ciências e a Física por meio de apropriações interepistêmicas.** Isso porque os elementos da Física, quando transpostos para a linguagem corriqueira, se transmutam em obstáculos epistemológicos às áreas adquirentes.

A pretensão de fazer as ciências ou as áreas acadêmicas dialogarem entre si não pode ser um projeto realizável senão sob a perspectiva de um problema específico e fechado, senão sobre uma problemática que de fato reúna as diferentes epistemes em torno de um mesmo objeto. São os objetos e os problemas que determinam quais conhecimentos epistêmicos – quais ciências – podem ser convidados para a conversa, eles invocam os pesquisadores de forma autônoma. Não é, tal como pretende as tendências interepistêmicas atuais, de forma aleatória, num congresso de diferentes acadêmicos com formações distintas, que se produzirá conhecimentos.

Não é incomum, nos ambientes escolares de nível básico, tomados ainda por uma ideologia da pedagogia dialogista, que os professores são postos a trabalhar em conjunto em prol de algum tema unificado. Mas eles esquecem de que esse tema não constitui um problema e que um real trabalho interdisciplinar é convocado não por decreto da vontade do educador, mas por uma exigência do próprio problema. É a própria linguagem, valores semânticos diferentes, que tornam fracassado o trabalho interdisciplinar. Em uma atividade escolar dessa natureza (e que ainda é muito comum nas escolas brasileiras), quando se defini o tema central, por exemplo, como *água*, os diferentes professores se acham em uma encruzilhada oculta, invisível, apesar do entusiasmo. A *água* para o geógrafo tem um valor semântico e suscita certas discussões; para o historiador, ele terá caráter eminentemente diferente. Indo para mais longe na escola, para o professor de química a abordagem mais conveniente seria a discussão da natureza molecular das ligações atômicas entre o oxigênio e os hidrogênios; e para o Físico,

estará inserido na hidrostática ou na hidrodinâmica. Da água pertencente a esses dois últimos professores à água do geógrafo temos um interstício astronômico. Aliás, não temos interstício, pois embora a palavra seja a mesma – *água* – para as diferentes epistemes ela representa entes completamente incomensuráveis. Mais constrangedora ainda é a situação na qual fica o matemático da escola: ele escolhe um *probleminha* de uma cachoeira e aplica o teorema de Pitágoras para calcular sua altura. Em que consiste a importância da *água* nesse tratamento? Maior pobreza de trabalho e de valor científico numa atividade educacional é impossível, pois na matemática não existe o objeto *água*. Ela não pertence ao rol das criações matemáticas. Eis porque tais atividades educativas são geralmente desajeitadas e improdutivas. Ao contrário do que se pensa, não é por *não sabermos fazer*; mas sim porque é *impossível fazer*. As questões verbalistas impõem uma barreira de intraduzibilidades entre os conhecimentos de epistemes distintas.

É clara a intencionalidade do artigo citado anteriormente em levantar as convergências conceituais entre a Física contemporânea e a Psicologia Analítica para demonstrar correlação desta com o suposto paradigma da Saúde Quântica. Tal intencionalidade não expressa outra coisa senão a crença esmiuçada na sessão precedente, a de uma correspondência ou de ligação entre as naturezas dos objetos das ciências psicológicas e os da Física. Contudo, ainda nos restava essa aparente ponte que, ilusoriamente, faz com que elementos dessas duas áreas sejam convergentes. Mas se existe alguma convergência real, nos parece ser não dos elementos em si, mas das expressões e das analogias e metáforas que elas sugerem. As convergências são resultados das atividades analógicas possibilitadas pelas palavras. Mas qual seria outro uso das analogias e metáforas que não a de “*fazer assemelhar-se a*”? Tais estruturas argumentativas parecem ser parte mesmo da estrutura de pensamento. Os saltos quânticos são análogos, portanto, a qualquer ruptura ou mudanças de pensamentos, mas somente pelo viés de que, mesmo nos dicionários, a palavra “*salto*” tem como um dos sinônimos a expressão “*de repente*”. Não há outra convergência que se possa materializar em argumentos indutivos.

Pelo valor da analogia, podemos barganhar as produções acadêmicas? Através da concretude das metáforas, erige-se os fundamentos de uma convergência? Em suma, podemos fundar os trabalhos acadêmicos nos percalços do verbalismo? Como respostas, podemos rerepresentar aqui a mesma estrutura de argumento feita para outras apropriações que figuraram em nosso trabalho e que também pertencem ao conjunto de artigos acadêmicos publicados: é aceitável que a mnemonização do verbalismo da expressão “*salto quântico*” integre as bases da produção do conhecimento científico e acadêmico? Para a cidadela de pesquisadores, para o coletivo de doutores, é suficiente que fundemos o conhecimento em semelhanças de

significados sem atentar para a semântica dos termos? Porque se tais forem aceitáveis, não precisamos nos atentar para as mais louvadas das atuais proposições gerais do *zeitgeist acadêmico*; a saber, o relativismo enquanto atenção ao local e ao tempo dos conhecimentos e discursos produzidos. Se for para tal, basta-nos novamente o senso comum, a conversa acrítica e carente da herança epistêmica daqueles se se encontram fora dos muros da cidadela.

Eis, portanto, uma das consequências das apropriações verbalistas que partem da Física: iludir, por uma falsa ideia de adquirir elementos da Física, os pensadores que se apropriam da verbalidade sugerida pelas teorias da Física contemporânea. O que funda, portanto, o renascimento do obstáculo verbalista nas apropriações interepistêmicas parece ser o significado mais corriqueiro que a palavra suscita; ou seja, é exatamente a imagem por detrás da palavra de uso recorrente que forma a dinamicidade que alimenta a apropriação. A dinâmica da apropriação do princípio da complementaridade, a super validade que invade as áreas adquirentes do princípio da incerteza de Heisenberg, ou de qualquer outro elemento da Física contemporânea, são antes produtos da atividade fecunda e frenética das metáforas que da promissividade e aplicabilidade físicas e científicas desses elementos. Há, assim, trocas de significados: as razões teóricas e experimentais pelas vicissitudes da interpretação; a matemática e a técnica física pelas linguagens e imagens ordinárias. É a precisa destituição das dimensões do âmbito científico, restando apenas o que paira sobre elas – a saber, as interpretações e traduções – que permite o *ressurgimento* dos obstáculos verbalistas.

Justamente nas primeiras tentativas de descrever os elementos empíricos, nas primeiras racionalizações da experiência natural imediata – nas quais essas racionalizações ainda não possuem os dois âmbitos científicos – que surgem, conforme nosso filósofo, os efeitos das imagens e metáforas. Para ele, no ato da racionalização dos conhecimentos empíricos,

(...) nunca se pode garantir que valores sensíveis primitivos não interfiram nos argumentos. De modo visível, pode-se reconhecer que a ideia científica usual fica carregada de um concreto psicológico pesado demais, que ela reúne inúmeras analogias, imagens, metáforas e perde aos poucos seu vetor de abstração, sua afiada ponta abstrata. (BACHELARD, 1996, p. 19).

A *afiada ponta abstrata* da ideia científica passa a ser desgastada pela concretude das imagens sugeridas pela verbalidade de suas traduções. Nossa afirmação essencial para essa parte do trabalho é que as imagens contidas nas descrições tradutivas das teorias físicas simulam, em toda sua virtualidade, a *Experiência Primeira* a qual Bachelard se refere. É na surrealidade do conjunto de imagens que surgem das teorias empobrecidas pela linguagem ordinárias que as apropriações se fantasiam em sua primeira experiência fantástica e

entusiástica com a Física. Ressurge, portanto, sob pensamentos construídos em cima dessas imagens, um obstáculo ao desenvolvimento dessas áreas. As metáforas e analogias produzidas nas tentativas tradutivas das teorias contemporâneas da Física sintetizam imagens e mecanismos mentais que invisivelmente tomam lugar das próprias teorias. As condições das áreas adquirentes passam a ser prejudicadas pelos amontoados de figuras concretas que assumem o papel funcional dos elementos teóricos abstratos. Perante tal configuração de ideias e atividades nos colocamos a questionar a validade de tais incorporações para uma produção acadêmica e científica, tema que abordaremos nas partes finais de nosso trabalho.

Creemos ter demonstrado com nossas exemplificações de apropriações que elas não se fecham em si, apenas como meras referências aos conhecimentos de outros campos. Elas se proliferam em teoremas que buscam a coerência da Física com outras formas de conhecimento. Elas são prolíferas, embora nem sempre sejam produtivas. Essa profusão do verbalismo interepistêmico resgata as primeiras racionalizações empíricas das ciências naturais, carregadas das dinamicidades analógicas e metafóricas.

Para Bachelard (1996), este é um problema relevante, pois metáforas não são entidades estáticas: “O perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem” (BACHELARD, 1996, p. 101), ou seja, as imagens e concretudes geradas por essas apropriações criam sistemas de pensamentos independentes, sistemas de ideias explicativas com uma fecundidade própria. Assim, as metáforas que tentam explicar as partículas fundamentais que obedecem a princípios físicos de conservação de spin, quando por meio das imagens de “girar”, “perturbar” e pela ideia de ação à distância, fecundam-se e abrem terreno para conjecturas que explicam, por meio de tais imagens concretas, fenômenos como a *telepatia e sincronicidade*, e servem de suporte para as interpretações dos que leem, nas psicologias, as propostas de Carl Jung. Nesse sentido, então, nascem as propostas de que as “funções de onda” podem servir de “ferramenta para capacitação humana”; ou que a “correlação quântica” tem a ver com o “poder de atrair negócios e pessoas”.

Há de se perguntar, portanto, quais os processos que fizeram tais expressões teóricas assumirem significados concretos e metafóricos; quais os reais significados dessas expressões em outras áreas. Seria processo legítimo de apropriação? Não seria o caso de metáforas e ideias concretas assumindo papéis operativos no interior dessas áreas de conhecimento? Conseqüentemente, teorias mais internas da Física podem, por esse mecanismo autônomo das imagens, servir de ponto de partida ou suporte para os mais diversos e alheios fenômenos

estudados por outras áreas de conhecimento. **O ressurgimento dos obstáculos verbalistas, portanto, parte do reino das imagens, pois:**

Por mais que se faça, as imagens seduzem a razão. São imagens particulares e distantes que, insensivelmente, tornam-se esquemas gerais. Uma psicanálise do conhecimento objetivo deve pois tentar diluir, senão apagar, essas imagens ingênuas. Quando a abstração se fizer presente, será a hora de *ilustrar* os esquemas racionais. Em suma, a intuição primeira é um obstáculo para o pensamento científico; apenas a ilustração que opera depois do conceito, acrescentado um pouco de cor aos traços essenciais, pode ajudar o conhecimento científico. (BACHELARD, 1996. p. 97).

A dureza e abstração do conhecimento produzido dentro da Física, particularmente no século XX, foram fortemente ilustradas. As palavras ondas, partículas, saltos, barreiras e outras que ainda constituem o conjunto de termos que permeiam as explicações físicas são as *ilustrações* de conjecturas mais etéreas, de partes mais íntimas e matemáticas. Tais conjecturas constituem peças do quebra-cabeças que, quando montados, nos fornecem as teorias e teoremas físicos. As apropriações interepistêmicas não se apropriam desses termos em seus reais significados, mas incorporam as *ilustrações*: tentam erigir e instituir seus conhecimentos nas bases das ilustrações verbais, reinvocam o verbalismo ao sistema de pensamento de seus campos de estudo. Ressurge, deste modo, sob a ingenuidade a respeito da natureza das teorias físicas e sobre a desconsideração de seu âmbito epistêmico, um obstáculo epistemológico.

5 CONTRIBUIÇÕES AO ENSINO DE CIÊNCIAS, APROPRIAÇÕES INTEREPISTÊMICAS, REALISMO INGÊNUO E RACIONALISMOS REGIONAIS

Consideraremos agora as partes finais de nosso trabalho, em que faremos três divisões, para tentativa de contribuição não apenas para o campo de pesquisas em Ensino de Ciências, mas para toda produção acadêmica que se interesse pelos temas, teorias e objetos da Física.

Primeiro, buscaremos tecer contribuições ao Ensino de Ciências em uma análise de um texto em que o chamado Novo Paradigma é invocado para dar novos rumos ao pensamento sobre a ciência e seu ensino. Procuraremos ainda, sob a luz dos argumentos já feitos neste trabalho, demonstrar em que ponto o realismo ingênuo dos elementos da Física contemporânea, base deste paradigma inovador, se converte em obstáculo ao pensamento sobre as ciências.

Segundo, trabalharemos as problemáticas epistemológicas das apropriações utilizando o conceito bachelardiano de racionalismos regionais, além dos conceitos que já trabalhamos anteriormente. A intenção desta parte é trazer conclusões sobre os problemas das apropriações interepistêmicas por meio de considerações epistemológicas acerca da natureza das produções físicas e da constituição de uma racionalidade particular no ensino de ciências.

Por último – terceiro - faremos nossas considerações finais, revelando, em uma última instância, a dualidade de consequências de nosso trabalho, construindo comentários sobre as reais condições dos elementos da Física, das atividades interepistêmicas e do que, para nós, representa as tendências interdisciplinares no ensino de ciências e nas construções acadêmicas.

5.1 Contribuições ao Ensino de Ciências

Não é necessário dizer que as tendências interepistêmicas, as quais temos recorrido para caracterizar as apropriações dos elementos da Física, surgem de uma promessa – ou quem sabe, de uma necessidade – de que a Física contemporânea seja promissora para a construção de uma nova forma de pensar, de uma nova forma de ver o mundo. Essa novidade teórica, uma mundividência ampla, seria construída sobre novidades da Física que surgiram no início do século passado até nossos dias. **Portanto, é de um valor de promessa para a construção de conhecimento de outras áreas que a Física se reveste, uma promessa de que os elementos da Física e suas novidades estranhas, que contradizem o senso construído no mundo**

comum, são as bases de uma nova forma necessária de interpretarmos o mundo e construirmos conhecimento. Estes são, assim, evidências de um paradigma inovador e em contraposição ao paradigma moderno, cartesiano e newtoniano – constantemente referido como sendo uma visão de necessária suplantação.

Não é raro encontrarmos ideias como essas nos trabalhos acadêmicos das mais diversas áreas de pesquisa. A postura de apropriação e de assumir uma promissividade da Física é comum nos artigos e livros do campo de Ensino de Ciências (mostraremos um exemplo mais à frente) no intuito de fundar uma forma de pensar as questões das ciências e do ensino de ciências por um viés mais holístico - para usar um termo bem frequente nessas produções. Esse holismo nos âmbitos das produções dos conhecimentos de diversas áreas parece se traduzir como uma necessidade cada vez mais marcante de uma atividade não disciplinar de produção do conhecimento, **ou seja, o imperativo de construção de conhecimentos holísticos vem com a necessidade de produção de elementos não disciplinares.** Esse passa a ser o índice de qualidade e a nova forma imperante de produção: o que se deve é, portanto, fabricar conhecimentos com a marca de um novo paradigma: o paradigma não disciplinar, não especializante.

É nesse contexto que a Física e seus elementos passam a ser apropriados por diversos campos. Capra (1993) é claro em seus pensamentos quanto à ideia de que a Física deve ser, portanto, uma espécie de “*background*” científico para a fundamentação de outras ciências. O autor é claro também quanto ao fato de que ela foi, em sua versão moderna, base para outras ciências como a Sociologia e Psicologia:

Desde o século XVII, a física tem sido o exemplo brilhante de uma ciência "exata", servindo como modelo para todas as outras ciências. Durante dois séculos e meio, os físicos se utilizaram de uma visão mecanicista do mundo para desenvolver e refinar a estrutura conceitual do que é conhecido como física clássica. Basearam suas ideias na teoria matemática de Isaac Newton, na filosofia de René Descartes e na metodologia científica defendida por Francis Bacon, e desenvolveram-nas de acordo com a concepção geral de realidade predominante nos séculos XVII, XVIII e XIX. Pensava-se que a matéria era a base de toda a existência, e o mundo material era visto como uma profusão de objetos separados, montados numa gigantesca máquina. Tal como as máquinas construídas por seres humanos, achava-se que a máquina cósmica também consistia em peças elementares. Por conseguinte, acreditava-se que os fenômenos complexos podiam ser sempre entendidos desde que se os reduzisse a seus componentes básicos e se investigasse os mecanismos através dos quais esses componentes interagem. Essa atitude, conhecida como reducionismo, ficou tão profundamente arraigada em nossa cultura, que tem sido frequentemente identificada com o método científico. As outras ciências aceitaram os pontos de vista mecanicista e reducionista da física clássica como a descrição correta da realidade, adotando-os como modelos para suas próprias teorias. Os psicólogos, sociólogos e economistas, ao tentarem ser científicos, sempre se voltaram naturalmente para os conceitos básicos da física newtoniana. (CAPRA, 1993, p. 44).

Portanto, é por uma busca de cientificidade que outros campos de conhecimento, como já argumentamos, tomam a Física moderna como modelo de produção e de validação de conhecimentos. Esse reducionismo, esse modelo mecanicista-newtoniano e suas consequências se firmaram enquanto modo válido de produção de conhecimento científico, não importando o objeto e suas especificidades.

Todavia, mesmo que essas áreas tenham abandonado, algumas mais outras menos, o modo produção de conhecimento baseado na Física moderna, o estudioso reitera a visão de que a nova fase da Física, a Física contemporânea, deve ser ainda o pano de fundo para as novas formas de investigação e produção de conhecimento. Essa justificativa vem do fato de que a nova Física seria uma potencial fonte de paradigma e deve ser usada como ponto de partida para a nova fase das formas de conhecimento humano:

No século XX, entretanto, a física passou por várias revoluções conceituais que revelam claramente as limitações da visão de mundo mecanicista e levam a uma visão orgânica, ecológica, que mostra grandes semelhanças com as visões dos místicos de todas as épocas e tradições. O universo deixou de ser visto como uma máquina, composta de uma profusão de objetos distintos, para apresentar-se agora como um todo harmonioso e indivisível, uma rede de reações dinâmicas que incluem o observador humano e sua consciência de um modo essencial. O fato de a física moderna, a manifestação de uma extrema especialização da mente racional, estar agora estabelecendo contato com o misticismo, essência da religião e manifestação de uma extrema especialização da mente intuitiva, mostra de uma bela forma a unidade e a natureza complementar dos modos racional e intuitivo de consciência, do yang e do yin. Portanto, os físicos podem fornecer o background científico para as mudanças de atitudes e de valores de que nossa sociedade tão urgentemente necessita. Numa cultura dominada pela ciência, será muito mais fácil convencer nossas instituições sociais da necessidade de mudanças fundamentais se pudermos apoiar nossos argumentos em uma base científica. É justamente nesse particular que os físicos podem hoje atuar. A física moderna pode mostrar às outras ciências que o pensamento científico não tem que ser necessariamente reducionista e mecanicista, que as concepções holísticas e ecológicas também são cientificamente válidas. (CAPRA, 1993, p. 44 – grifos nossos).

Esse trecho de um autor tão conhecido e referendado por uma parte do campo de ensino de ciências deixa claro, portanto, a tendência de ainda colocarmos a Física como um modelo de ciência, um modo válido de produção de conhecimento e, ainda, como algo que deve ser a base para as mudanças fora do terreno científico. As mudanças de que a sociedade necessita, indicadas por Capra, no campo dos valores e das atitudes, podem, portanto, ser orientadas pelos físicos e pelos elementos da Física contemporânea. O viés dessas mudanças é a influência que a Física exerce numa sociedade que é governada, supostamente, pelas ciências, ou seja, parece existir uma estratégia de argumentação e de persuasão para convencer as instituições de necessidades que transcendem às ciências.

A crença é claramente exposta: a Física a que o autor classifica de moderna pode mostrar a outros campos de conhecimento caminhos mais holísticos e abrangentes. Esse poder que se delega à Física contemporânea de fundamentar paradigmas e pensamentos que se intentam mais abrangentes – menos reducionistas, para usar um termo que é comum – se transmuta em possibilidades de ver na Física contemporânea fontes de elementos teóricos a serem usados como suporte e como base nas construções de outras áreas. Dessa concepção, dessa crença científica, trabalhos de áreas específicas, como mostramos, se alimentam ainda com a ideia de um respaldo, que argumentam existir nas produções da Física. Essas tendências interdisciplinares se manifestam não apenas nos textos dos grandes autores que influenciam o pensamento do Ensino de ciências, mas nas produções acadêmicas brasileiras. Tais tendências interdisciplinares que veem na Física contemporânea uma expectativa são, frequentemente, bem claras:

O mundo surpreendente descortinado pela Física Quântica, que amplia a noção de realidade, instigando abordagens novas em várias áreas das ciências, e dando suporte para a compreensão dos eventos tratados na Parapsicologia. Essas contribuições da Física Quântica para um repensar sobre o mundo, que se descortina multidimensional e interativo, podem ser vistas como o principal elemento para a emergência de um novo pensamento no campo científico. (VIANA, 2002, p. 66 – grifos nossos).

Fica claro, dessa forma, que existe uma concepção de que a Física contemporânea é tomada como algo que pode constituir uma nova forma de pensar o mundo e as coisas que se encontram fora da validade de seus objetos. São estas tendências intepistêmicas, que visam construir conhecimentos com validades gerais numa busca de uma unidade teórica e paradigmática, que estimulam as apropriações dos elementos da Física. Em suma: cremos que não podemos negar as disposições de ainda existir sobre a Física contemporânea a expectativa de que ela seja o princípio de um novo paradigma para as ciências.

Pode ser que neste ponto de nossas argumentações exista uma certa ansiedade para que nos debrucemos sobre as diversas áreas que se apropriam dos elementos da Física e apontemos quais as influências maléficas dessas apropriações. A ideia de que o realismo ingênuo sobre os elementos da Física gera os obstáculos epistemológicos parece requerer que esses obstáculos se expressem em erros nas produções acadêmicas de diversos campos. Tais erros seriam intrinsecamente ligados às noções físicas apropriadas e gerariam construções teóricas necessariamente errôneas. Contudo, levando em conta o caminho argumentativo que estamos trilhando, cremos não ser necessário partir para tais análises, inclusive porque suspeitamos que elas não nos indicarão muitas coisas (afirmação que pode requerer investigações que fogem de nossos objetivos). Logicamente, um olhar mais acurado e mais dominante dos conhecimentos

específicos de outras áreas, como o da Psicologia, pode assumir a empreita de investigação das consequências epistêmicas dessas apropriações. No entanto, dado que nosso ponto de vista é o da Física e o da epistemologia de Bachelard, podemos dizer que nossa visão e nossas análises são “internalistas” no sentido de que se abastecem das noções internas dos conhecimentos físicos e epistemológicos para tecer um ferramental de análise. Por meio da análise internalista das apropriações interepistêmicas o que queremos demonstrar, em suma, é que elas não são nada promissoras enquanto meio de produção de conhecimentos. Pensamos que nos meios acadêmicos, nos quais se deve imperar a noção do crescimento de conhecimento, a não promissividade de uma proposta já é um obstáculo que deve ser superado. Podemos ter como contra-argumento que essas apropriações servem como inspiração para as produções de outras áreas, no entanto, não é como inspiração que os elementos apropriados figuram nas produções acadêmicas, mas sim são considerados como elementos de base, constituintes mesmo das produções interepistêmicas.

Assim, não propomos neste trabalho encarar o renascimento dos obstáculos epistemológicos como causa de algo a se manifestar no interno das produções de outros campos de conhecimento. Na verdade, estamos pensando esses obstáculos – nos limitando de certo modo - como consequências não promissoras de um caminho de erro epistemológico em torno dos elementos da Física contemporânea. As interpretações realistas ingênuas geram o Fantástico da Física contemporânea; esse mesmo Fantástico incita os campos a apropriações, sendo que o verbalismo e as tendências às generalizações são usados como caminhos de argumentação e de evidenciação dos problemas dessas apropriações. Os obstáculos tomados aos moldes de Bachelard (1996) mostram como o realismo ingênuo é uma postura amplamente apontada como um erro epistemológico. Isso tudo apenas para as produções acadêmicas, que são áreas para as quais pretendemos dar algum tipo de contribuição, portanto, no caminho em que trilhamos, os obstáculos epistemológicos que renascem nas apropriações acadêmicas são antes uma consequência que uma causa; representam o fim de um processo que começa por uma interpretação realista ingênua e termina no verbalismo e na supergeneralização da Física.

No sentido destes serem obstáculos é que pensamos que não dão oportunidade de produções que deles realmente derivem. Argumentamos que as apropriações interepistêmicas como caracterizamos não são promissoras por serem justamente um obstáculo. Cremos que, no máximo, uma investigação que se pretenda externalista, investigando as produções que partem das apropriações interepistêmicas no contexto de cada um dos campos de conhecimento, conclua que existe uma ruptura de discurso. Ruptura esta no sentido de que, se não houverem erros, os conteúdos que supostamente nascem das apropriações não guardam necessariamente

ligação com os elementos da Física, portanto, existiria uma ruptura: começa-se com as apropriações dos elementos da Física e, na sequência, parte para algo que prescinde dessas apropriações. Nesse caso, poderíamos falar em analogia, em inspiração ou comparação, mas não em produção efetivamente baseada nos elementos físicos apropriados.

No entanto, se não nos é possível, ou se não podemos realizar uma análise externalista dessas apropriações para outros campos, podemos realizar com mais categoria uma análise externalista sobre quais as consequências dessas apropriações no campo de Ensino de Ciências. Nosso campo de pesquisa não está imune às tendências de apropriações dos elementos da Física contemporânea. O novo paradigma interepistêmico de produção de conhecimento parece ser umas das novas bases de pensamento de nosso campo de pesquisa, mostrando que as tendências interepistêmicas nas produções são as novas formas de produção dos trabalhos em Ensino de Ciências. Em um artigo de nosso campo que analisa essas novas formas de produção científica, em contraposição com a antiga forma das ciências modernas – cartesianas, newtonianas e reducionistas – os autores apresentam, baseados em outras fontes, novos princípios científicos - um novo paradigma. Esse novo paradigma é baseado, novamente, em elementos da Física contemporânea:

Esse é um artigo introdutório à discussão de paradigmas, no sentido de levantar alguns princípios e pressupostos do Paradigma Tradicional (baseado nas contribuições filosóficas e científicas de Galileu Galilei, Francis Bacon, René Descartes e Isaac Newton) e do **Paradigma Emergente (apoiado na Teoria da Relatividade de Albert Einstein, no Princípio da Complementaridade de Niels Bohr, no Princípio da Incerteza de Karl Heisenberg e na Teoria das Estruturas Dissipativas de Ilya Prigogine) como também objetiva expor algumas implicações desses dois paradigmas na Educação** (CARVALHO *et al.*, 2010, p. 2 – grifos nossos).

Portanto, esse novo paradigma, um Paradigma Emergente, nasce dos elementos da Física contemporânea como a concretização da concepção de que esses elementos podem, de forma certa, indicar novos caminhos para a produção científica e acadêmica juntamente com as produções para o campo de Ensino de ciências. O viés para a construção desse novo paradigma é a reinterpretação, externa e deslocada dos campos da própria Física, das principais novidades epistêmicas da Física que se iniciam no século XX, ou seja, o caminho de construção do Paradigma Emergente é o caminho das apropriações dessas novidades.

Em sessão destinada a apontar os novos princípios científicos desse paradigma emergente, os autores enumeram e explicam, sob seus pontos de vista, o que seriam os elementos apropriados da Física contemporânea e que constituem as novas bases. Muitas novidades teóricas da Física do século XX entram nessa lista.

Em primeiro lugar, vai a construção da Teoria da Relatividade:

Em 1905, o físico alemão Albert Einstein (1879-1955) desenvolveu a Teoria da Relatividade, demonstrando que a simultaneidade dos acontecimentos distantes não pode ser verificada, pode somente ser definida, pois ela é arbitrária. Com essa teoria identificou-se que a energia tem massa e que não há espaços e tempos absolutos no Universo, pois as medidas desses são relativas e sua distribuição depende da matéria. Logo, o conceito de “espaço vazio” perdeu significado na Astrofísica. (CARVALHO *et al.*, 2010, p. 11).

Em segundo e terceiro lugares, as apropriações indicam os trabalhos de Rutherford e de Bohr para a construção de seus modelos atômicos e do Princípio da Complementaridade:

(...) a partir dos experimentos do físico e químico neozelandês Rutherford (1871-1937), que bombardeou átomos com partículas alfas, ficou demonstrado que os átomos, em vez de sólidos e indestrutíveis, possuíam um espaço no qual se moviam partículas extremamente pequenas. O físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) afirmou, através do seu Princípio da Complementaridade que, dependendo da forma de como as unidades subatômicas são abordadas, elas podem aparecer tanto como partículas, quanto como ondas. A matéria vista como partícula significa que ela tem massa e ocupa um lugar no espaço, já na forma de onda significa que a matéria é invisível, não tem massa e não pode ser localizada. (CARVALHO *et al.*, 2010, p. 11).

Conforme ainda aponta o texto, o Princípio da Incerteza também é apropriado para a constituição desses novos princípios das ciências:

O físico alemão Werner Karl Heisenberg (1901-1976), em 1927, descobriu que o comportamento das partículas é totalmente imprevisível. O seu Princípio da Incerteza parte do pressuposto de que não há como mensurar ou produzir as ações de um elétron, como também esse não possui significado como entidade isolada. A “incerteza” não é o resultado da imprecisão da vida, mas proveniente de um princípio que poderia ser demonstrado empiricamente. Por conta disso, Heisenberg realçava que a vida não é linear, pois ela acumula energia e dá saltos, ela é incerta e desordenada. (CARVALHO *et al.*, 2010, p. 12).

Partindo dessas e de outras apropriações os autores partem para as análises das implicações educacionais do que chamam de Paradigma Emergente, colocando sempre à frente dessas conclusões os elementos da Física. Tais conclusões em uma produção do campo de Ensino de Ciências trazem um agravante, que é o de serem conclusões internas ao campo que deveria prezar justamente pelo rigor epistemológico de suas ideias.

Se por um lado o campo de Ensino de Ciências deve cuidar para que a prática do ensino das ciências não recaia em uma atividade destituída das dimensões constituintes das ciências (LARANJEIRAS, 2010), por outro, devemos evitar que este campo de pesquisa não seja um campo autônomo. Essas dimensões das ciências, como seus conteúdos epistêmicos, sua história, seu espectro de interpretações epistemológicas etc., devem ser prioridades das atividades e pesquisas do campo de Ensino de Ciências, mas devem ser prioridade enquanto elementos que

devem ser levados aos que pretendem aprender ciências, não como elementos que devem atuar epistemicamente no seio das discussões de seu ensino. Os elementos das ciências e as dimensões deles não se prestam a falar sobre seu ensino, da mesma forma que preparar uma aula não é apenas estudar o conteúdo a ser ministrado. Dominar o conteúdo é pré-requisito, mas isso não garante que saibamos o caminho para o ensinar. Tal questão toca de forma inicial no caráter interdisciplinar do campo.

Assim, o Ensino de Ciências é, por sua natureza, um campo de pesquisa em que vários conhecimentos se confluem em esforços de reflexão para o ensino das ciências. Logicamente, os conhecimentos científicos (Física, Química, Biologia e Matemática) são lugares de destaque no meio de todas reflexões e produções, juntando-se a outros diversos campos do saber e das práticas dentro de um conjunto de diálogos. Podemos ter essa conclusão de diversas formas, porque:

As marcas de tais diálogos se manifestam nas pesquisas em ensino de ciências e matemática de diferentes formas, tais como: a) a utilização dos conjuntos de princípios e práticas fundamentais da psicologia, da mitologia, pedagogia... como fundamentos teóricos das investigações que, por sua vez, podem ser evidenciados ao se observar as referências bibliográficas de artigos (GIL-PÉREZ; CARRASCOSA; MARTÍNEZ-TERRADES, 2000), por exemplo; b) a influência dos conhecimentos dos campos de origem (física, química, biologia e matemática) nas trajetórias e interesses de investigação de muitos pesquisadores pioneiros na pesquisa em ensino de ciências e matemática, como destacou o pesquisador Sjøberg (2007); c) o escopo de vários periódicos e das linhas de submissão de trabalhos de congressos internacionais e nacionais de pesquisa em ensino de ciências e matemática fazem referência explícita a campos de conhecimento que influenciaram e influenciam a pesquisa em ensino de ciências e matemática, como é o caso do periódico *Science and Education* que publica fundamentalmente investigações que problematizam aspectos da história e filosofia da ciência no ensino de ciências e matemática; dentre outras manifestações que no caso do Brasil podem ser facilmente identificadas, basta para tanto se ater às linhas de submissão de trabalhos de eventos como o SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física), o EPEF (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física) e o ENPEC (Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências), para citar somente alguns. (GENOVESE *et al.*, 2016, p. 346).

De tal modo, por diversas formas, podemos constatar que nosso campo de pesquisa é um campo interdisciplinar, em que existem diversas contribuições de campos que nos são inicialmente alheios. No entanto, essa confluência de campos de conhecimentos aliada aos conhecimentos epistêmicos das ciências não significa que nossos objetos de estudo devam ser os mesmos objetos de outros campos, o que não significa também que, por sua característica interdisciplinar, deva existir misturas de objetos das diferentes disciplinas no contexto das discussões. Cada uma das áreas de conhecimento tem seus objetos – e mais de um objeto, dado que a pluralidade também se firma dentro dos campos particulares –, paradigmas e elementos de criações internas. No entanto, a interdisciplinaridade que é exigida pelo campo de Ensino de

Ciências não justifica que nossos objetos de pesquisa e de trabalho sejam os mesmos dos campos sobre os quais nos apoiamos. A independência de pesquisa, de problematização e de criação de problemas específicos em torno de um objeto são requisitos para a autonomia de qualquer campo. Portanto, existe a necessidade de se separar com clareza e com veemência os objetos das ciências propriamente dos objetos do Ensino de Ciências; separar também os campos de investigação que nos fomentam do campo do Ensino de Ciências, campo este que está em emergência.

No campo de Ensino de Ciências a interdisciplinaridade se impõe com toda a força possível e de forma irrevogável. O caso é que o próprio objeto e o próprio problema que se pretende investigar, em suas conjunturas, impõem as múltiplas disciplinas e seus diálogos necessários. Nossa defesa de um trabalho efetivamente interdisciplinar é a de que essa interdisciplinaridade deve sempre ser instituída pelo objeto e pelos problemas em seu entorno, nunca instituída *a priori* pelo processo de apropriação intepistêmicas sem que exista um problema específico que o requeira. Se, parcamente, podemos definir como objetivo do campo de Ensino de Ciências a apreensão do conhecimento científico de forma crítica pelo sujeito estudante, então nosso objetivo se desenha através de diversos agentes em jogo nesse processo. O primeiro é a ciência em si, seus conteúdos, sua história e seu espectro epistemológico; o segundo, os sujeitos envolvidos nesse processo, como professores e estudantes; terceiro, os ambientes de ensino aprendizagem, como escolas e laboratórios; e quarto, o meio social desses elementos citados. Poderíamos, conforme nossa capacidade de especificação, enumerar muitos outros agentes envolvidos no processo de levar o conhecimento científico para um estudante de ciências e fazer com que esse conhecimento seja um acréscimo em sua capacidade de crítica. É nesse conjunto de agentes envolvidos que nasce, em nossa visão, a indispensabilidade de uma abordagem interdisciplinar invocada pelo próprio objeto do campo.

Se a ciência é um dos elementos, se torna indispensável os conhecimentos das ciências, bem como sua história e a filosofia; se os sujeitos envolvidos são humanos, naturalmente partes da Psicologia seriam invocadas a darem suas contribuições; a Pedagogia estaria em primeiro plano pensando as questões da escola, das atividades que nela seriam realizadas e do ensino-aprendizagem; a questão do meio social mais que invoca a Sociologia em suas variadas facetas, e etc. A interdisciplinaridade se instituiria como algo *a posteriori*, posterior à definição dos objetos e dos problemas do campo. Quando assim se pensa a interdisciplinaridade, como uma consequência de um problema proposto em torno de um objeto específico, as possibilidades de invocações de certos campos de conhecimento diminuem ou mesmo acabam. Por mais que algum elemento fora dessas necessidades seja interessante ou que guarde alguma analogia com

o campo de estudo, nem sempre ele poderá ser invocado legitimamente para uma atividade interdisciplinar. Não se constrói a interdisciplinaridade por meio de um decreto do que serve ou não em detrimento dos objetos e dos problemas propostos, os diálogos não podem ser anárquicos, devem ser moderados e os dialogantes devem ser selecionados pelo objeto.

As apropriações intepistêmicas dos elementos da Física contemporânea para dentro do campo de Ensino de Ciências, sob nossa visão, é um exemplo – e dos mais graves – da tentativa de instituição de uma interdisciplinaridade que se institui *a priori*, sem que os objetos e os problemas de nosso campo requeiram. Duas consequências se formam quando isso ocorre.

A primeira é a que temos falado, que as apropriações estão fundadas em uma interpretação realista ingênua dos elementos da Física contemporânea. Isso é bem grave quando se trata da área que se pretende pensar o ensino das ciências e de todas as suas dimensões. Se no seio dessas atividades residem uma noção epistemologicamente errônea, dando uma imagem dos elementos da Física como elementos reais, recaindo desavisadamente em verbalismos e generalizando suas idiosincrasias para além dos campos da própria Física, então, o próprio ensino da Física se encontra ameaçado. Isso porque existe uma obrigação implícita no ensino de uma ciência em dizer em que ponto a validade daqueles conhecimentos específicos terminam, determinando os limites da realidade descrita por aquela ciência.

A segunda consequência é que essa apropriação de elementos dá a entender que os objetos do campo de Ensino de Ciências são também os elementos apropriados. Os elementos da Física contemporânea devem sim ser temas de reflexão por parte do campo de Ensino, mas não podem figurar como seres atuantes e determinantes dos meio de ensino. Sendo assim, embora o Ensino de Ciências tenha como objetivo o ensinar as ciências para aqueles que pretendem aprendê-las, não é por meio das apropriações do que pensamos ser tal ciências que devemos construir os caminhos de nossas reflexões, sob o preço de não constituirmos com clareza nossos objetos de estudo. Se, à primeira vista, o teorema da incerteza de Heisenberg nos aparenta dizer que o mundo é incerto, o papel do campo de Ensino de Ciência é mostrar que existe um limite para esse teorema, que ele é essencialmente matemático e que nasce em condições de laboratório de um objeto que tem suas especificidades históricas. Não se pode tomar de empréstimo esse teorema, sob o discurso de construção de uma interdisciplinaridade, e colocá-lo para fundamentar que a vida é incerta e que o mundo não pode ser previsto. É nesse sentido que afirmamos que, no máximo, existe uma ruptura de discurso, pois para afirmar que o mundo e as ações pedagógicas são incertas não precisamos ir buscar fundamentos na Física. Fica a impressão, portanto, que existe uma ligação necessária entre Física e o campo de Ensino de Física no tocante ao tema da incerteza do mundo e a incerteza experimental de elétrons, mas

não há, pois são dois objetos distintos. Quando se traz objetos estranhos para dentro do campo de Ensino muda-se o foco de investigação: não mais pensamos em como transpor aqueles entes epistêmicos da Física em atividades de ensino, mas começamos a pensar na contramão disso, tentando inventar um ensino de Física aos moldes da estranha Física contemporânea.

Consideramos as apropriações interepistêmicas, portanto, um desfavor ao campo de Ensino de Ciências, uma vez que rouba de cena o nosso objeto principal, a saber o processo de ensino das ciências, e nos deixa no lugar uma empreita duvidosa que é a construção de um ensino de ciências a partir de elementos apropriados e, para além disso, elementos com problemas epistemológicos que deveriam ser combatidos por uma epistemologia e um ensino que extinguissem o realismo ingênuo do próprio seio do ensino de Física. Quando o campo de Ensino de Ciências, por meio de seus trabalhos acadêmicos e de suas discussões internas, realiza apropriações interepistêmicas de elementos da Física contemporânea, o que se pressupõe é que o ensino deve ser tomado aos moldes dos objetos da própria Física. E esses moldes, como mostramos, são impregnados de interpretações realistas ingênuas que não podem, em nossa visão, influenciar os parâmetros de pesquisa do campo de Ensino de Ciências. Logo, as apropriações interepistêmicas de elementos da Física contemporânea realizadas pelo campo de Ensino de Ciência coloca em risco a delimitação de nosso real objeto de estudo, uma vez que supõe que o ensino de uma ciência deva ser pensado em termos dos próprio elementos daquela ciência.

Ainda sobre o artigo de Carvalho *et al.* (2010), vamos citar aqui apenas os trechos mais contundentes e mais representativos dos resultados dessas apropriações para o sentido do ensino de ciências. Temos a consciência de que tais ideias não são apenas dos autores desse artigo, entendemos que eles tomam de tais tendências interepistêmicas e dos pensadores desta proposta suas principais concepções e conclusões. Porém, a intenção ao analisarmos o artigo é demonstrar que as apropriações interepistêmicas constituem parte das atividades de nosso campo de pesquisa, influenciando não apenas a formação dos professores de ciências e demais educadores, mas também a formação de estudantes de ciências em diversos níveis. Para essas apropriações, a partir da Física contemporânea, a conclusão a que o texto chega é que o mundo passa a ser tomado em outros termos:

Com efeito, as construções relacionadas à Teoria da Relatividade, bem como algumas teorias e princípios que compõem a física quântica – Princípio da Complementaridade de Bohr, Princípio da Incerteza de Heisenberg, Teoria das Estruturas Dissipativas de Prigogine, dentre outras – **esfacelam os principais conceitos da visão de mundo cartesiana e da mecânica newtoniana** associados à noção de espaço e tempo absolutos, às partículas sólidas elementares, à objetividade científica, à causalidade e

a separatividade, fazendo com que nenhum desses conceitos pudesse sobreviver às emergentes contribuições da física. **O mundo passou a ser concebido em termos de movimento, fluxo de energia e processos de mudança.** (CARVALHO *et al.*, 2010, p. 13 – grifos nossos).

Esse novo mundo, que deve ser regido pelo Paradigma Emergente, portanto, é um mundo que passa a ser compreendido de tal forma após as invenções da Física que, na concepção dos autores, “*esfacelam os principais conceitos da visão de mundo cartesiana e da mecânica newtoniana*”. É sobre uma nova forma de ver o mundo, inaugurado pelos elementos da Física contemporânea, que o texto comenta e coloca como sendo um dos caminhos promissores e de grande impacto no processo de repensarmos o Ensino das ciências. Dessa forma, algumas consequências do Paradigma Emergente são apontadas:

A visão quântica apresenta uma leitura de mundo globalizante, holística, o que implica em uma nova ordem: a totalidade indivisível. Nessa, a visão é ecológica, na acepção de que há interdependências complexas dos diversos sistemas vivos que compõem a realidade em diferentes níveis, mediante o processo de auto-organização, tendo assim a valorização do contexto sociocultural ao qual, nós humanos, estamos inseridos. **A Teoria da Relatividade e os supracitados princípios da física quântica levantam uma gama de implicações que, inexoravelmente, influenciam nossas vidas e, por conseguinte, a Educação.** A ideia de totalidade indivisível é relevante se pensarmos que o mundo deva ser visto como um todo indivisível, no qual todas as parcelas que compõem o Universo, incluindo o sujeito observador, configuram uma única totalidade. **Isso nos faz pensar que a diversidade é, antes e acima de tudo, uma grande rede de ligações inerentemente dinâmica, construída de interconexões invisíveis, envolvendo, de acordo com Morin, os fenômenos biológicos, físicos, psíquicos, sociais e culturais.** (CARVALHO *et al.*, 2010, p. 13 – grifos nossos).

Ainda cabe uma consideração sobre uma escola baseada nas consequências desses elementos da Física contemporânea: uma escola quântica que seria, de tal forma, nascida da atenção às idiossincrasias das teorias inovadoras da Física do século XX:

A Escola quântica é criativa, transcendente, participativa, edificadora de ambientes alegres e estimuladora da religação dos saberes. A ênfase é dada na aprendizagem do aluno, na sua emergência, criatividade e criticidade. A Escola torna-se o locus da heterogeneidade e das múltiplas diferenças, sendo essas revestidas pelo princípio da igualdade, pois esse princípio não dissolve o particular, pelo contrário, promove a igualdade na diferença. (CARVALHO *et al.*, 2010, p. 15 – grifos nossos).

O Paradigma Emergente, para esses autores, seria o oposto daquilo que é chamado de paradigma cartesiano e newtoniano. O segundo pensa as coisas em suas individualidades, fragmentando o mundo para que possa ser compreendido. O outro, preza pela visão coletiva e mais ampla – holística – primando por tentar encontrar uma linha de pensamento que consiga

pensar as coisas em suas diversas e quase infinitas ligações. Uma visão mais ecológica do mundo e da construção do conhecimento.

Se são essas as características essenciais dos paradigmas, devemos esclarecer que não é nosso intuito aqui ir contra a necessidade de uma construção de uma visão mais holística das ciências. Não queremos contra-argumentar os benefícios que teriam visões como essas, que preveem um novo paradigma que suplante o que se chama de cartesiano-newtoniano. Muito menos queremos ir contra a ideia de que os inúmeros problemas pelos quais passam os diferentes países e o mundo de forma geral possam de fato terem sido criados por uma ótica cientificista, dismanteladora e de caráter cartesiano (embora pensemos que tais problemáticas, em suas diversas naturezas, devam ser de maior responsabilidade dos modos de produção de riquezas que de qualquer outra coisa). Pensamos que, se existem possibilidades racionais de se construir com exatidão e com operacionalidade qualquer tipo de pensamento que se aproxime de tal complexidade almejada pelos que defendem a necessidade de suplantação do antigo paradigma, então, essa possibilidade deve ser procurada de todas as formas e com todas as forças que o intelecto humano dispõe. Também não nos opomos à ideia de repensar a escola e o Ensino de ciências, coisa que deve ser feita o mais rapidamente possível, tendo como pano de fundo a sociedade que queremos construir e as variadas forças que se opõem às mudanças na educação.

Todavia, o que queremos é demonstrar que se há possibilidades reais de se construir tais visões amplas, tal Paradigma Emergente (para usar o termo do artigo citado), pensamos que não é sobre as apropriações dos elementos da Física que se deva realizar tais esforços. Em nossas concepções, fundadas nos conhecimentos epistêmicos da Física, nas considerações epistemológicas sobre os produtos e objetos das ciências, o viés das apropriações dos elementos da quântica e da relatividade não podem fornecer bases epistemológicas reais para a construção de uma visão como a que é preconizada pelo novo paradigma. Esse exercício interepistêmico de apropriação dos elementos da Física contemporânea não pode fundamentar epistemologicamente a intenção de conduzir as produções de conhecimento para uma complexidade totalmente globalizante, muito embora, reconheçamos que isso pareça ser possível. Assim, a enganosa aparência que advém dessas interpretações surge daquilo que temos defendido ao longo de quase todo o nosso trabalho até aqui: **o realismo dos elementos teóricos da Física contemporânea**. É esse realismo ingênuo, hipostasiador, que quer conferir realidade àquilo que nasce como instrumento epistêmico e racional, a essência do que estamos indicando como um obstáculo epistemológico. Portanto, quando indicamos como o renascimento dos obstáculos epistemológicos apontados por Bachelard os resultados das

apropriações dos elementos da Física, queremos mostrar que não se pode construir uma noção científica, nem um paradigma de atuação e pensamento para a comunidade que constrói conhecimentos em cima de bases tão epistemologicamente prejudicadas pelo realismo, portanto, não há motivo para se prender a esses elementos.

Para nós fica claro aqui que os elementos apropriados no contexto do artigo de Carvalho *et al.* (2010) não servem de agentes em prol do Ensino de Ciências, não são elementos que devem ser levados aos conhecimentos do estudante, pois eles assumem um papel bem diferente que é o de servir de agentes de mutação dos processos de ensino das ciências: se antes o paradigma cartesiano-newtoniano imperava como paradigma de ensino, agora, por meio da Física contemporânea, o paradigma antigo deve ser descartado e uma nova forma de pensar o próprio ensino geral – e a escola – deve ser inaugurado. Os elementos estranhos aos campos de Ensino de Ciências, vindos da Física, assumem o papel principal, passando a dar o tom do processo de reflexão dos métodos de ensino. Ora, é aqui que reside o principal problema para o campo: se dermos crédito para a interpretação do holismo e do generalismo dos elementos apropriados, temos de nos perguntar se realmente tais caracteres, que se presume existirem, devem nortear as pesquisas em ensino de ciências. Colocando em uma questão mais evidente: se já se compreendeu que o método positivista tradicional, com observações e estudos estatísticos, que diziam imperar nas ciências naturais, foi abandonado como método para as pesquisas em Ensino de Ciências justamente por se tratar de objetos diferentes – inclusive por questões éticas, uma vez que lidamos com seres humanos e não com seres inanimados – por quais razões deveríamos pensar o ensino de ciências aos moldes de uma Física nova? Não continuamos aqui tratando de dois campos distintos, um do universo humano e outro do universo do físico e material?

Portanto, quando o campo de Ensino de Ciências se apropria dos elementos da Física contemporânea, o que efetivamente acontece, é uma troca de objetos. O objeto do campo de Ensino de Ciências dá espaço para os seres estranhos vindos da Física, mas essa troca coloca em risco a autonomia do campo de pesquisa em buscar a construção de um paradigma de pesquisa e compreensão de seus objetos.

O artigo que escolhemos e que dele supracitamos os trechos mais expressivos é derivado de uma dissertação de mestrado. Tanto o artigo quanto a dissertação buscam contribuições para a educação de forma geral e para o Ensino de Ciências. Neste caso, o artigo e demais produções acadêmicas desse tipo merecem críticas de cunho mais epistêmico, uma vez que ocorre dentro de campo que se propõe o ensino correto das ciências. Sob nossa ótica, o problema se encontra justamente na discrepância da intenção do caminho com que se tenta realizá-la: quando se trata

de dar contribuições ao Ensino de Ciência, não deveria ser prioridade o cuidado com suas próprias características? Como poderia, então, dar contribuições ao Ensino de Ciências quando as próprias bases do pensamento se enganam em relação a um dos principais pilares de sustentação das ciências, a saber, a natureza verdadeira de seus elementos, produtos e objetos? Se estamos certos, partir da Física apropriada dentro das noções realistas ingênuas, dentro das tendências generalizantes e fiadas no verbalismo, não pode ser o caminho correto para a verdadeira contribuição ao Ensino e à formação de professores.

Um dos caminhos que poderíamos ter escolhido para nossas argumentações é o de indicar erros nas interpretações dos elementos da Física contemporânea nos processos de apropriação interepistêmicas. No entanto, não adotamos essa estratégia porque fecharia as possibilidades de compreensão somente ao conjunto de físicos formados. Nosso almejo é que não apenas estes entendam os motivos dos problemas das apropriações, mas que nossos pares dos diversos campos de ensinos e de outras áreas compreendam, mesmo sem os conhecimentos específicos da Física. Cremos que são eles os maiores beneficiados com isso. No entanto, muito embora nossas intenções neste trabalho não sejam as de indicar os problemas conceituais e epistêmicos dentro das apropriações a partir da Física contemporânea, baseando nossas argumentações no apontamento dos erros científicos, devemos notar que muitos dos comentários feitos a respeito dessas apropriações e dos elementos contêm erros sérios e que jamais poderiam suscitar contribuições coerentes e coesas, mesmo se não existissem os erros epistemológicos. Estamos falando em erros de Física mesmo, erros de conteúdo e de teorias. A Física que é apropriada, em muitos casos, não mantém o rigor científico e a exatidão das ideias que a Física em si traz. Se o olhar sobre os elementos da Física, na intenção de buscar conhecimentos que fomentem a produção em outros campos, não conservar a própria Física, os reais significados e o mínimo de rigor, então, não é a Física que está sendo apropriada. Isso se torna mais grave ainda no contexto do Ensino de ciências. São grandes os problemas epistemológicos que essas noções oriundas das apropriações podem causar na formação de professores e, por consequência, no ensino de Física no contexto da escola.

Para além da confusão conceitual e dos erros quando os autores tratam dos conhecimentos da Física em si, derivados da falta de estudo dessa ciência, o artigo de Carvalho *et al.* (2010) despreza aquilo que já falamos anteriormente - capítulo 4 - quando mostramos que esses elementos da Física são frutos de um processo epistêmico e íntimo da Física. Nascem num contexto de resolução de problemas mais específicos e somente têm validade e sentido quando compreendidos no interno desse cenário. A relatividade dos intervalos de tempo, a relatividade das medidas espaciais e outras relatividades são consequências de condições específicas da

Física e especificadas pela linguagem matemática. Não são as mesmas relatividades da vida normal. É certo que as consequências da Teoria da Relatividade são interessantes, estranhas e fantásticas, no entanto, é apenas e justamente isso que justifica a apropriação de ideias como a da relatividade ou a ideia de que a massa pode ser interpretada como uma das manifestações de energia. Elementos como os modelos de Bohr, Rutherford e o Princípio da Complementaridade, de que já tratamos também, quando apropriados, mostram a falha de interpretação desses elementos. As intimidades da construção de um modelo, as necessidades da descrição fenomenológicas dos acontecimentos dos laboratórios são tomados ao pé da letra e levados às últimas consequências por meio do verbalismo inerente a essas apropriações. O princípio da Incerteza também sofre do problema de ter desprezado o contexto epistêmico e matemático de sua criação, além de ter verbalizado a ideia de incerteza na Física para o mesmo valor corriqueiro da palavra. Essas apropriações não podem outra coisa senão cair em problemas de construção de conhecimento quando cometem tais erros sobre os reais valores e contextos dos termos da Física.

As consequências dessas apropriações são coerentes com esses elementos apropriados, mas também são com seus erros. Quando analisamos as apropriações pelo viés dos erros epistemológicos, pelo viés dos obstáculos que elas causam, podemos compreender que, mesmo com um tom de promissividade e de coerência, as consequências, se são corretas, não os são por serem baseadas na Física. O que estamos dizendo não é que os trabalhos em que existam apropriações interepistêmicas não devam ser levados em consideração e que nada neles deva ser tomado como correto, mas que se existem coisas promissoras, elas não se devem a esses elementos apropriados. Quando os autores indicam que “*o mundo passou a ser concebido em termos de movimento, fluxo de energia e processos de mudança*” (CARVALHO *et al.*, 2010, p. 13) devido às apropriações oriundas da Relatividade ou dos trabalhos de Bohr, nos dá a impressão de que os trabalhos da Física contemporânea causaram uma grande revolução no mundo cotidiano, no mundo das coisas que não são das ciências. Essa supervalorização da Física, no contexto em que se pensa o seu ensino, não pode trazer frutos positivos porque não podemos afirmar com certeza que a validade dela chega a tal ponto, porque não se demonstrou que isso é possível. Alargar a validade das teorias físicas para outros campos de conhecimento e para outros universos humanos não tem caráter apodítico – para usar um termo bem explorado por Bachelard em sua obra. No seio do campo de Ensino de Ciências isso é realmente mais grave, porque esse caráter apodítico dos conhecimentos científicos é o que os difere do conteúdo do senso comum e das construções que não têm compromisso com a verdade sobre as coisas do mundo. Realizar generalizações como essas no campo em que se deveria prezar pela

demonstrabilidade das afirmações é infringir as bases das ciências e, portanto, não se presta ao ensino delas.

Além, há de se pensar se realmente a Física abre espaço para tais interpretações tão móveis e fluidas das coisas, tão não-cartesianas e não newtonianas. Pensamos que se umas das características do cartesianismo é a alta especialização, é a divisão do real para a produção de conhecimentos mais exatos, então, a Física contemporânea inaugura um supercartesianismo. A matéria nunca foi tão esmiuçada e entendida de forma tão compartimentada. As linhas espectrais se resolveram no átomo de hidrogênio, o menor dos átomos; as transições eletrônicas, fenômeno usado para argumentar a transitoriedade da vida, é tão seguro e constante que se pode descobrir hidrogênios a anos luz de distância. A interpretação probabilística da quântica é tão dominada que se pode prever com quase infinita certeza determinados acontecimentos do mundo macroscópico. O próprio Princípio da Incerteza de Heisenberg é quase uma ironia: se pode com ele ter a certeza das margens incertas de um acontecimento por meio de um cálculo, que calcula a incerteza. Literalmente, calcula-se a incerteza e é possível pensar o incerto em termos matemáticos. Um incerto tão matemático assim não pode deixar de ter o caráter de certeza. Quando os autores apresentam a ideia de que *a visão quântica apresenta uma leitura de mundo globalizante, holística, o que implica em uma nova ordem: a totalidade indivisível*, novamente temos a impressão de uma transcendência da Física, que a Quântica fala das coisas do mundo comum. Realmente, quando abrimos e compreendemos de fato um livro de Quântica, nos impressiona a interdependência fenomenológica entre as coisas que ali estão, mas não podemos nos esquecer que esse holismo teórico da Física é um holismo que termina nos limites do próprio livro, ele não contamina o mundo por extensão (sobre isso, ainda não compreendemos em que há uma ausência de um holismo numa visão cartesiana de realidade. O artifício mental de uma divisão do real como instrumento para a construção de uma primeira aproximação de conhecimento nunca excluiu a consciência de uma totalidade interdependente). Em sentido oposto, o nascimento da Física contemporânea é a prova de que a especialização e a divisão da realidade ainda é o caminho para a produção de conhecimentos, pois ela nunca deixou de compartimentar as coisas. Pelo contrário, como argumentamos no capítulo 4, ela nasce de problemas tão específicos e pontuais em que sempre é complicado a tentativa de sua real valorização e explanação. Portanto, se existem o holismo e o globalismo quântico é, no fim das contas, resultado de um supercartesianismo e de um newtonianismo avançado, onde a realidade material do mundo é tratada por uma matemática e uma por tecnociência que consegue o holismo como efeito colateral de uma especialização aguda.

As interpretações das teorias e as apropriações interepistêmicas querem crer numa revolução de visão de mundo, numa revolução do próprio mundo, que parte da Física e que nela é fiada. Não queremos negar a necessidade de questionarmos determinados modos de pensamentos e de certos meios de realizarmos as coisas enquanto produtores de conhecimentos. O que queremos indicar é que existe um problema epistemológico quando adotamos as apropriações como caminho para a consolidação dessas intenções. É aí que vemos a oportunidade de nascimento de obstáculos, pois não é analisando o que pensamos ser a Física e apropriando os elementos que podemos avaliar com certeza a necessidade de uma mudança de modos de operação e de paradigmas. Existe a necessidade anterior de avaliarmos se realmente as consequências científicas dos elementos da Física contemporânea abrem portas para as consequências que as apropriações parecem ter.

Nos trabalhos em que figuram essas apropriações interepistêmicas partindo da Física contemporânea não é incomum a demonstração da crença generalizante de forma bem patente. Essa generalização pode abarcar muitos campos da vida e do conhecimento, sem que os autores se prestem a fundamentá-la de forma mais concreta, mais racionalizada ou explicada. Ela simplesmente é tida como certa. O campo de ensino de ciências não deixa de receber as consequências epistemológicas dessas apropriações. Tal é o sentido dos trechos onde os autores afirmam que a *Teoria da Relatividade e os supracitados princípios da física quântica levantam uma gama de implicações que, inexoravelmente, influenciam nossas vidas e, por conseguinte, a Educação*. Ou ainda, de forma mais aplicada e de modo a revelar já uma construção de adjetivos partindo das apropriações interepistêmicas, a Escola passa a ser a *Escola quântica, que é criativa, transcendente, participativa, edificadora de ambientes alegres e estimuladora da religação dos saberes*. Jamais queremos ir contra a necessidade de que a escola se vista dessas qualidades que os autores alegam ter Escola Quântica, o que estamos aqui defendendo é que a construção de uma escola como essa, se possível, que tenha todas essas qualidades, não precisa de elementos apropriados da Física contemporânea como orientadores de sua forma de construção. Ela pode ser criativa, participativa e edificadora, mas para isso ela não precisa ser “quântica”, pois não necessitamos apoiarmo-nos na Física contemporânea para construirmos uma defesa de construção de uma escola como essa, o que caracteriza uma ruptura de discurso que aventamos anteriormente. Da Física apropriada para escola com essas amplas qualidades não existe ligação precisa e imprescindível, existe um salto discursivo em que não acompanhamos as ligações. cremos que essas características da escola, do ensino de ciências e da formação de professores no campo de Ensino de Ciências pode abrir mão das apropriações interepistêmicas.

Poderíamos ter como contra-argumentos que essas apropriações não causam prejuízo, uma vez que podem dar um tipo de inspiração de pensamento. No entanto, se a ideia de uma escola revolucionário e progressista – para usar os termos mais correntes – é baseada num erro epistemológico, num erro de interpretação das ciências, o que poderíamos pensar do rigor que essa mesma escola pode tratar à própria ciência no contexto pedagógico? Em outras palavras, se existe um problema epistemológico nos atos de apropriação interepistêmicas para a constituição do ensino das ciências, o que diríamos do contexto pedagógico? Se o campo de Ensino de Ciências se torna terreno de erros epistemológicos nos atos de construção de seus conhecimentos específicos, o que poderia ser legado aos atos de transmissão dos conhecimentos científicos aos professores em formação e estudantes em geral? Não cremos que os erros epistemológicos se anulem de forma tão fácil. A ideia de uma Física supervalidada passa a constituir as noções gerais de alunos e professores de ciências.

As ciências têm suas dimensões mais ou menos bem delimitadas, embora existam contextos em que essas dimensões se encontrem de forma indistinguíveis. Esta característica de multidimensionalidade das ciências deve se traduzir no ensino, desde daquele versado na formação de professores até o que tange ao aluno dos níveis básicos da educação. Uma dessas dimensões é a epistemológica. Se ela é parcela constituinte da atividade de construção de conhecimento e deve ser compreendida tacitamente, mesmo pelos cientistas mais desligados das questões filosóficas das ciências, ela deve figurar nas atividades de ensino e de formação docente. Caso contrário, tais erros epistemológicos que temos apontando ao longo de todo nosso trabalho podem ocorrer de forma desavisada, passando por temas promissores, inclusive para o campo de Ensino de Ciências. É, portanto, de uma grande urgência basearmos o ensino da Física – especificando nosso caso – na própria atividade da Física:

Nosso ensino de ciências tem abdicado das ciências, tornando-as ausentes de seu contexto, não poucas vezes negando-as, razão pela qual tem se convertido em mero simulacro de educação científica. Dessa forma, constitui-se em uma realidade auto-referenciada e bastante alheia àquela que deveria servir-lhe de inspiração e referência: a da ciência. O sentido da investigação científica, para o qual as diferentes disciplinas da área de Ciências da Natureza deveriam convergir, tem se perdido em meio a práticas pedagógicas que, desconhecendo o processo mesmo de construção da ciência, vem violentando a sua integridade na escola, promovendo pseudo-apropriação de informações desconexas, travestidas de conhecimento científico. (LARANJEIRAS, 2010).

São justamente as apropriações desconexas e travestidas de conhecimento científico para o campo de Ensino de Ciências que queremos evitar. Pensamos que, enquanto coletivo de um campo de pesquisa de tamanha importância para um país necessitado de ciências, não podemos nos dar ao luxo de cometermos erros nas formações de nossos professores e

estudantes. Não podemos nos desviar das ciências em si, com todas suas dimensões constituintes, e referenciar nosso ensino em apropriações interepistêmicas que trazem de volta obstáculos epistemológicos oriundos de um realismo ingênuo. Para evitarmos esses erros nos contextos do ensino de ciências e na formação de professores, não podemos prescindir de uma reflexão epistemológica mais profunda e mais criteriosa a respeito dos elementos das ciências, especialmente, os da Física contemporânea. Essa reflexão deve estar no seio do campo de Ensino de Ciências, tal como os textos básicos que nosso programa de pesquisa preconizam:

(...) a educação em ciência enquanto área emergente do saber em estreita conexão com a ciência necessita da epistemologia para uma fundamentada orientação, devendo ser ainda um referencial seguro para uma mais adequada construção das suas análises. A epistemologia ao pretender saber das características do que é ou não é específico da cientificidade e tendo como objeto de estudo a reflexão sobre a produção da ciência, sobre os seus fundamentos e métodos, sobre o seu crescimento, sobre os contextos de descoberta, não constitui uma construção racional isolada. Ela faz parte de uma teia de relações, muitas vezes oculta, mas que importa trazer ao de cima numa educação científica que ao refletir sobre as suas finalidades, sobre os seus fundamentos e raízes, sobre as incidências que produz no ensino praticado e nas aprendizagens realizadas pelos alunos se esclarece na própria orientação epistemológica que segue. O reconhecimento da existência de relações entre a epistemologia e o ensino e aprendizagem das ciências faz parte de uma espécie de consenso, às vezes tácito, às vezes explícito, dentro da comunidade científica que trabalha no âmbito da educação em ciência. (CACHAPUZ *et. al.*, 2005, p. 72).

Sob o preço de vermos nossas atividades de professores e estudantes de ciências dando suporte às mais variadas formas de apropriação interepistêmicas, representantes de um erro epistemológico de interpretação dos elementos da Física contemporânea, é que devemos estar atentos a seus reais valores. Se não frisarmos bem as possibilidades e limites dessas apropriações nos contextos de ensino de ciências e formação de professores, se não tecermos uma análise epistemológica sóbria das coisas das ciências, se não soubermos resistir às tentações interepistêmicas por meio de critérios oriundos das próprias ciências, poderemos realmente estar violentando o ensino de ciências e não cumprindo nossos papéis de formadores.

Portanto, especialmente para o campo de Ensino de Ciências - restringindo ainda mais: para o campo de Ensino de Física - as apropriações interepistêmicas de elementos da Física contemporânea se constituem em obstáculos epistemológicos. Particularmente para nosso caso, não é difícil de ver tais obstáculo, como argumentamos. Primeiro, por serem fundadas no realismo ingênuo desses mesmos elementos, tal concepção epistemológica da Física não poderia subsistir no campo preocupado com o ensino correto de uma ciência. Segundo, que isso coloca em risco a autonomia do campo, uma vez que causa a confusão entre o que é das ciências e o que é do Ensino de Ciências. Terceiro, é a questão da promissividade dessas apropriações,

que não se mostram promissoras quando, por meio de apenas analogias, recaem em uma ruptura de discursos. É, portanto, esse o prejuízo que deve ser evitado pela crítica a apropriações.

5.2 Apropriações Interepistêmicas, Realismo Ingênuo e Racionalismos Regionais

Temos que nos manter sempre atentos contra a mania mental de conferir realidade aos elementos e às ideias mais abstratas e especializadas de uma teoria da Física contemporânea. Essa mania podemos indicar como realismo. Todo o restante da Física nos traz exemplos diversos de que ela é uma leitura da realidade, embora não possamos falar que seja uma leitura comprometida apenas com a criatividade. É esse realismo que vê a função da ciência mais como um instrumental descritivo e deixa de lado a verdade de uma construção. O racionalismo e o realismo ingênuo nas interpretações dos produtos da Física contemporânea são opostos no ato de pensar a epistemologia das ciências. Poderíamos dizer que os dois não coexistem em qualquer análise desses elementos de nossa Física mais recente, pois o realismo deriva da certeza de que existe uma realidade para os elementos da Física, tal como a realidade das coisas corriqueiras do cotidiano. Por sua vez, o racionalismo, embora comprometido com um mundo real, é do campo de uma produção e investigação dos noumenos matemáticos, que se constroem por um exercício dialético com a realidade, mediado por uma técnica de produção de fenômenos em campos específicos das atividades das ciências.

Temos como ideia primordial deste trabalho a concepção de que é o realismo ingênuo que dá origem às apropriações interepistêmicas quando, por força mesmo de encontrar realidade nas teorias da Física contemporânea, postula como possível a expansão de suas aplicações para campos alheios. A ideia de realidade é imperiosa e nos deixa sempre a tentação de pensar que os objetos da Física contemporânea compõem outros objetos. Contra essa tentação, com a intencionalidade de suplantar as bases das apropriações interepistêmicas, tentamos mostrar que a realidade noumênica da Física atual é produto de um racionalismo aplicado, extraída de um âmbito íntimo de atividades. Tentamos evidenciar que essas apropriações se convertem em obstáculos epistemológicos, usando o peso pejorativo do termo para denunciar o erro epistemológico e, conseqüentemente, pedagógico. Portanto, é contra o peso de um realismo que estamos lutando, contra o peso de encontrar realidade onde há abstração. Antes de qualquer coisa, conferir valor de concretude realística ao trabalho racionalista da Física contemporânea,

tão moldado nas dialéticas já descritas por Bachelard, é a hipóstase que produz as tendências interepistêmicas.

Esse hipostasiar resulta numa inversão, fruto da crença realista, que consiste na ideia de que as coisas cotidianas são descritas pelos elementos da Física e que aquele fantástico e aquela estranheza dos fenômenos quânticos e relativísticos são também as do mundo. O conhecimento é, portanto, uma interpretação humana construída, tendo validade histórica limitada. A Física contemporânea é uma interpretação até o momento conveniente dos fenômenos naturais e dos fenômenos criados nos laboratórios. Novamente: é neste sentido que o conhecimento é um construto humano, portanto, não faz sentido falar em estranhezas dos fenômenos da Física atual. A estranheza e o assombro revelam uma inversão da ordem do conhecimento: mostra a crença de que o fantástico tem origem na própria natureza e tem existência no próprio mundo. As apropriações interepistêmicas parecem partir do pressuposto de que esses elementos estranhos pertencem ao mundo e configuram um tipo de realismo do fantástico. Mas, esquecem que a estranheza e o fascínio residem justamente no resultado de considerar como reais, como existentes, todos os elementos e fenômenos da Física.

Quando as apropriações interepistêmicas buscam na Física contemporânea elementos que possam servir em outros campos de conhecimento, o fazem por um peso de realidade que pensam neles conter. A força de uma descoberta de uma realidade oculta, como já falamos, é o que atrai os olhares para a quântica e relatividade, para além dos claros espantos que giram em torno de suas estranhezas. Quando tais atividades de apropriação falam desses constituintes da Física, como saltos quânticos, ondas de probabilidade etc., é com peso que se fala de algo que existe, tal como uma cadeira, no mesmo sentido de existência. Poderíamos tentar uma diferenciação dos sentidos de existência, mostrando que a existência da cadeira é algo diferente da existência das órbitas quantizadas dos elétrons, no entanto, cremos que essa diferenciação seria bem redundante com nosso esforço de demonstrar que a existência dos elementos da Física do século XX é mais uma existência epistêmica, criada num contexto de intimidade das discussões das problemáticas científicas.

Ante essa novidade de escavação daquilo que não se vê, de investigação de um mundo que não é mundo das cadeiras e das coisas cotidianas, Bachelard analisa a nova ótica da Física, a nova visão, quando a microfísica se desponta como atividade de pesquisa, ainda no início do século passado. É vendo esse despontar de uma investigação, não de uma realidade no nível da cadeira, mas no nível de um noumeno matemático, que podemos compreender em que as apropriações interepistêmicas erram.

O erro parece ser a inércia de concepção de ciência e de seus objetos que vêm impulsionados pela Física construída até o século XIX, que era a Física das coisas do mundo macroscópico, das coisas do nosso dia. Naturalmente, a imagem da ciência passa a ser a imagem de uma empreita que descobre o mundo:

De toda forma, julgando afastar qualquer preocupação filosófica, a ciência do século XIX aparecia como um conhecimento homogêneo, como ciência de nosso próprio mundo, no contato da experiência cotidiana, organizada por uma razão universal e estável, com a sensação final do interesse comum. O cientista era, no sentido de Conrad, “um de nós”. Viviam em nossa realidade, manipulavam nossos objetos, aprendiam com nosso fenômeno, encontravam evidência na clareza de nossas intuições. Desenvolvia suas demonstrações seguindo nossa geometria e nossa mecânica. (BACHELARD, 2008, p.11).

É dessa ideia de ciência, da concepção herdada ainda das ciências que reinaram até o século XIX, que o realismo supõe o caráter puramente descritivo e realista das ciências atuais. No entanto, é justamente a discrepância entre essa noção e os novos modos da Física contemporânea que Bachelard usa para mostrar a novidade racionalista:

Mas eis que chega a Física contemporânea com mensagens de um mundo desconhecido. Mensagens redigidas em “hieróglifos”, segundo a expressão de Walter Ritz. Ao tentar decifrá-las, percebe-se que os sinais desconhecidos se interpretam mal no plano de nossos hábitos psicológicos. (...) A força da descoberta passou quase que integralmente para a teoria matemática. Outrora, a filosofia geral da experiência em Física bem expressada nessa frase de Valery: “É preciso reduzir o que se vê àquilo que se vê”. Diríamos agora, para traduzir a verdadeira tarefa da microfísica: é preciso reduzir o que não se vê àquilo que não se vê, passando pela experiência visível. Nossa intuição intelectual prevalece agora sobre a intuição sensível. (...) Pouco a pouco, é a coerência racional que suplanta em força de convicção a coerência da experiência usual. *A microfísica deixa de ser uma hipótese entre duas experiências para ser uma experiência entre dois teoremas.* (BACHELARD, 2008, p. 12).

Essa revolução que leva de uma fenomenologia anterior para uma numenologia atual que foi esquecida ou não aprendida pelos que ainda postulam um realismo nos produtos da Física contemporânea. Logicamente, somente consegue perceber essa revolução e a diferença essencial entre Newton e Einstein, entre Galileu e Planck quem tem o conhecimento íntimo da Física e as reflexões da epistemologia. Nesse sentido, a convicção de um racionalismo atuante na Física contemporânea é resultado de um esforço de estudo e reflexão. Ante isso, poderíamos ter como contra-argumento que esse não é o caso dos que realizam as apropriações interepistêmicas dentro das produções acadêmicas, especialmente nas atividades do campo de ensino de ciências. Isso bem é verdade. Os que geralmente produzem artigos e textos diversos contendo elementos expropriados da Física contemporânea não transitam

pelas questões pelas quais temos transitado, contudo, é a isso que este trabalho se presta. Justamente é esta a nossa proposta: avisar os desavisados das impropriedades dessas apropriações, mostrando, por argumentos físicos e epistemológicos, em que consiste o erro. No fim das contas, nosso trabalho é um esforço pedagógico direcionado à comunidade que tenta produzir conhecimento e aos que lidam no campo de formação de professores de ciências, sendo estudantes ou formadores.

A crença na unidade da natureza, que já abordamos e que indicamos como sendo uma das ocasiões em que os obstáculos epistemológicos renascem, parece estar ligada a outra crença, a de que o racionalismo é único e instrumento homogêneo na construção de conhecimentos. Essa uniformidade, essa indivisibilidade de uma racionalidade de descobertas – não de coordenações de relações noumênicas, de construções de fenômenos – parece ter suas bases na noção de natureza única e uniforme. Questões como especializações, regiões de conhecimentos e outras são coisas de nosso tempo, resultado da atualidade de nossa ciência:

Se observarmos a história do pensamento ocidental, a história das ciências, particularmente, poderemos constatar que temas tais como fronteiras do saber, campos de conhecimento, especialização, regiões epistemológicas, e discussões correlatas, como interdisciplinaridade e transversalidade, somente aparecem em nosso tempo (...) Afloram somente em momentos históricos posteriores, não antes do século XIX. O que não me parece casual. E não estamos diante de modismos, apenas. É a natureza do pensamento moderno, e modernidade, aqui, tem um sentido preciso, a nossa modernidade, que torna possível esse tipo de questões. Por outro lado, deparamo-nos com as mais variadas e controvertidas interpretações desse acontecimento. (TERNES, 2008, p.181).

Portanto, é de nosso tempo, de nossa fase de produção do conhecimento científico, o caráter de conhecimento especializado, de conhecimento que se constrói no seio de uma região da experiência. A pulverização epistemológica, a necessidade de produção epistêmica íntima dos objetos das ciências – especialmente os da Física – vai na contramão das tendências interepistêmicas que julgam necessária a reunificação dos saberes, a reconstrução da unidade de racionalidade para podermos pensar as coisas do mundo, do ser humano e da sociedade.

Contudo, como já nos posicionamos, somos advogados de uma outra postura. Não apenas pensamos que essa pulverização é inevitável e que sobre ela não deveria recair o julgamento negativo, um problema da ciência atual, como pensamos que é justamente essa diversidade de racionalidades que garante a construção progressiva da verdade nas ciências. Busquemos, assim, as contribuições de nosso filósofo para mostrarmos que essas diversidades de racionalidades, esses racionalismos regionais, são mais um motivo para questionarmos as apropriações interepistêmicas. Sobre as noções de especialização e de racionalismos

regionais, Bachelard contrapõe a ideia de regiões racionais do saber com a de um racionalismo afeito a unidade:

Será sadia a ideia de determinar regiões distintas na organização racional do saber? Não terá contra si a tradição filosófica do racionalismo apaixonado pela total unidade? E – objeção mais grave – a ideia de regionalizar o racionalismo não irá contra todos os esforços da epistemologia contemporânea para fundamentar a ciência, para encontrar o fundamento de toda ciência? (BACHELARD, 1977, p. 140).

É frente ao ideal de uma Natureza unificada, natureza única e abarcável por uma racionalidade igualmente homogênea, que se contrapõe a noção de racionalidades fragmentadas. Ora, pensar em racionalidades, pensar em especialização da atividade das ciências, é ter a certeza de que essas racionalidades giram em torno de um determinado e construído objeto. É a certeza da existência de objetos, não é que isso precise de uma investigação, de uma análise mais acurada. Essas regiões fendidas pelas diferentes culturas de estudo de seus objetos são marcas das atividades da ciência contemporânea, das ciências de nosso tempo. O plural aqui, mesmo que transgredido inúmeras vezes em nosso trabalho, é necessário para expressar que não há apenas um campo de pensamento epistemológico da atividade humana de produção de conhecimento. “Se nos situarmos numa perspectiva estritamente epistemológica, não mais encontramos a ciência, mas ciências. Nas palavras de Bachelard, deparamo-nos com organizações racionais do saber” (TERNES, 2008, p. 184).

Essas ciências, em suas pluralidades específicas, são definidas por meio de racionalidades particulares, mas como se formam essas racionalidades? Qual seria o germe de suas formações? Numa posição de realismo poderíamos indicar as coisas do mundo como a origem dessas racionalidades, como se o contato primeiro com elas pudesse determinar e delimitar as regiões das ciências e suas formas de trabalhar seus objetos. Essa posição realista, no entanto, não explica como a racionalidade que rege os objetos da Física não poderia, por extensão, também reger os da Biologia. Por uma extensão ainda maior, não nos explica como a racionalidade newtoniana encontra resistência a ser usada para a abordagem dos objetos da Psicologia – embora, de certa forma, as apropriações interepistêmicas pretendam essa mesma aplicação. Bachelard nos diz o contrário: o que determina as ciências e suas racionalidade não são as coisas em si, mas a reflexão:

As regiões do saber científico são determinadas pela reflexão. Não as encontramos esboçadas numa fenomenologia de primeiro contato (...) Assim, em conexão direta com o mundo fenomenal – não sendo ainda exercida ainda a força de eliminação – as regiões do saber ainda não estão constituídas. Elas não podem ser circunscrita

num primeiro esboço, a menos que a faculdade de discernir tenha determinado suas razões de funcionar. (BACHELARD, 1977, p. 143).

É essa reflexão interna sobre as coisas que determina e delimita o campo de atuação de uma ciência. Não se pode dizer que os campos de conhecimento têm em comum o mesmo substrato de atuação, a natureza e que, portanto, estão ali fazendo fronteiras todas umas com as outras. Essa ideia nos autorizaria pensar que, por estarem os campos separados por algum tipo de fronteira criada pelos fenômenos e esboçada pelas coisas, seria possível o trânsito livre entre eles. Esse livre transitar não é possível porque não existem objetos assentados no mesmo estrato da natureza, no mesmo plano das coisas. Já trabalhamos aqui a ideia de objetos científicos criados. Para além disso, a racionalidade é o que coordena, concatena numa conjunto de ligações, as razões dos fenômenos. Não é, portanto, dos fenômenos aos noumenos o caminho do racionalismo, mas é justamente o oposto. Esse sentido de ligação, essa forma de construir o conhecimento é que organiza o caos dos fenômenos e dá a eles o estatuto de fatos das ciências. “Desse modo, os fatos encandeiam-se tanto mais solidamente quanto mais implicados estão numa rede de razões. É pelo encandeamento, concebido racionalmente, que os fatos heteróclitos adquirem seu estatuto de fatos científicos.” (BACHELARD, 1977, p.144).

A construção do conhecimento científico, em Bachelard, passa portanto pelo caminho de uma construção racional, que tenta dar razões, coordenações aos diferentes fatos. Quando se trata da Física, a razão deve adquirir mais ainda a função de adaptação. A explicação, o poder de dedução, nasce de uma capacidade de adaptação e de uma sensibilidade da razão de se adaptar às coisas. Cremos ser justamente esse o ponto onde as racionalidades regionais nascem: “Devemos provar que as regiões do racional nas ciências físicas se determinam numa experimentação nomenal do fenômeno. É nisso, e não, absolutamente, nas superfícies dos fenômenos, que se pode sentir a sensibilidade da adaptação racional.” (BACHELARD, 1977, p. 145).

Essa adaptação passa a ser função da razão se pensarmos que é ela que vai dar coordenação aos fenômenos mais dispersos e que não poderiam ser captados numa primeira experiência com os objetos. Portanto, é ante esse quadro das ciências, especialmente da Física contemporânea, dessa atualidade de um racionalismo pluralizado, de objetos sendo criados nos mais diferentes campos das ciências, dentro de cada ciência, que os discursos interdisciplinares pretendem ir contra a dispersão epistemológica. Avocam a tarefa de uma necessária reconstituição da unidade dos saberes. A especialização e a regionalização das racionalidades passam a ser vistas como algo a ser combatido. Em nossa opinião, umas das

formas em que se configura tal embate no seio dos discursos interdisciplinares - de forma mais ampla, discursos não-epistêmicos – é a atividade de apropriação de elementos, apropriações inter-regionais, interepistêmicas. Numa busca de unidade, ou pressupondo uma unidade das coisas, tais discursos não levam em consideração a característica de pluralidade racional. Passam a considerar racionalidades diferentes e seus produtos como sendo algo relativamente compatíveis. Assim, por exemplo, mesclam as discussões da Psicologia, da administração de empresas etc. com elementos da Física atual. Isso equivale a comparar coisas que não são comparáveis, que são incomensuráveis. Essas buscas de unidades, essas tendências não epistêmicas, são atividades muitas vezes de pensamentos que nascem fora das ciências, na Filosofia frequentemente:

Com efeito, é muito comum, especialmente em nossas escolas, filósofos se arrogarem o direito de dar lições à ciência. E a mais tradicional parece ser, mesmo, a da unidade. E hoje, mais do que nunca, diante do gritante esfacelamento do quadro epistemológico, caberia à filosofia a função de reunificação. Uma nova síntese, assim como já teria ocorrido na Grécia Antiga, com Aristóteles, na Idade Média, com Tomás, no século XVII, com Descartes. Tarefa nada modesta e da qual a epistemologia francesa declina, pois dá à filosofia outra função. (TERNES, 2008, p.187).

As lições às ciências vêm, no caso de nossas produções acadêmicas, em forma de um imperativo de produções não-epistêmicas. Como se trançando elementos de diferentes racionalidades, abandonando-se os contextos íntimos de produção, levando a Física para a constituição de outros campos de conhecimento, as produções acadêmicas estariam indo em busca da unidade esfacelada, em um esforço de resolução dos problemas que atuam em nossos diversos contextos. No entanto, juntando-se aqui todos os argumentos já feitos neste trabalho a respeito dos problemas dessas apropriações aos de uma racionalidade específica para cada ciência, questionamos essas atividades.

Portanto, para além do realismo ingênuo e acrítico que leva às apropriações interepistêmicas, formando situações epistemológicas nas quais nossas produções acadêmicas se veem revivendo os obstáculos epistemológicos do verbalismo e das tendências às generalizações, temos contra essas apropriações as existências de racionalidades tão específicas que devem ser levadas em consideração. Esses racionalismos regionais de que nos fala Bachelard são a configuração de produções específicas, em linguagens específicas, em contextos determinados por uma problemática. Um racionalismo tão regionalizado que guarda mais compromisso consigo mesmo que com o mundo do conhecimento não especializado.

É nesse contexto que pretendemos dar mais uma contribuição ao nosso campo de conhecimento: queremos levantar uma crítica acerca das possibilidades de interações disciplinares pelo viés simplório das apropriações interepistêmicas. As tendências não epistêmicas de produções acadêmicas de nossas áreas, que podem ser resumidas em uma interdisciplinaridade – não aprofundando nas especificidade de conceitos correlatos –, não levam em consideração que:

(...) uma região epistemológica não pode ser demarcada de fora. É, antes, uma tarefa de pensamento. Os objetos das ciências modernas são, efetivamente, criados, pensados. Não mais são dados, como se acreditou por muito tempo, como se acredita ainda em muitos círculos: são construídos. (TERNES, 2008, p.191).

Logicamente, não queremos aqui negar completamente as possibilidades de um trabalho efetivamente interdisciplinar, não epistêmico. Contudo, queremos mostrar que qualquer possibilidade de que tais atividades ocorram com qualidade e promissividade não passa pelas apropriações interepistêmicas na forma como mostramos. O caminho das apropriações interepistêmicas é, antes de qualquer coisa, um caminho a ser evitado. Não é o caso de condenar definitivamente as tendências interepistêmicas, mas de mostrar que quando elas se baseiam em expropriação de elementos de um determinado campo e sua inserção em outro, sem a convocação do objeto de estudo, em lugar de progresso, podemos estar diante de um obstáculo. Reconhecer que as atividades das ciências são frutos de uma racionalidade regionalizada, que seus frutos são criados, deve ser condição para a discussão das possibilidades de interação entre diferentes campos de conhecimento. Se as ciências são, conforme a tese de regionalização da racionalidade, criações e – em especial – se os elementos da Física contemporânea são produtos epistemicamente construídos em contextos íntimos, nosso campo de pesquisa necessita se questionar acerca das possibilidades de interações. Caso contrário, nossas produções podem não estar contribuindo com a formação científica de estudantes e professores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas nossas considerações sobre a natureza dos elementos da Física contemporânea, as problemáticas epistemológicas de suas apropriações, as considerações em torno do renascimento dos obstáculos epistemológicos e nossas críticas diversas podem nos levar a duas conclusões importantes. Duas conclusões distintas, mas que se complementam e que fecham em nossas intenções. Portanto, pretendemos na parte final de nosso trabalho, mostrar quais seriam, sob nosso ponto de vista, tais consequências, sobretudo para o campo de educação em ciências e para as atividades que pretendem conversar com a Física em seus atos de produção de conhecimentos.

Primeiramente, nosso trabalho sempre se posicionou como um trabalho de dentro da Física, interno ao seu campo epistêmico e sustentado pelas razões epistêmicas e histórica do campo de produção do conhecimento físico. Não se pretende como um trabalho externalista, que intenta analisar outros campos de conhecimento, por isso, reafirmamos aqui uma posição que já expomos quando demonstramos nossa linha metodológica de produção e planejamento de nossas argumentações: pensamos que não precisamos investigar sistematicamente as áreas que realizam as apropriações dos elementos da Física para concluir das problemáticas epistemológicas de tais atividades. Se existe uma problemática epistemológica em qualquer atividade das ciências e dos diversos campos de conhecimento, cremos que nada mais ficaria imune as suas consequências. Portanto, é do interno das questões da Física que partimos para a construção de nossa tese.

Nosso posicionamento de que a Física e seus elementos (teorias, modelos, teoremas, etc.) são produtos epistêmicos íntimos cria, dessa forma, um aspecto de hermetismo e de esoterismo em torno dela, no entanto, cremos que tal característica não é particular da Física. Qualquer atividade que tenha se estabelecido nos arredores de um determinado objeto, desenvolvido uma racionalidade singularizada e customizada, terá como consequência essa especialização, o hermetismo tão comum aos conhecimentos atuais. Não se pode mais falar em vulgarização fácil das produções dos campos de conhecimentos. Assim, esse fechamento epistemológico dos produtos da Física contemporânea independe de nossas argumentações e é, com toda força da expressão, uma característica inata das ciências atuais.

Porém, se nossos argumentos nos levam a esse hermetismo e a esse fechamento epistemológico, é essa consciência que pode nos trazer a mais importante consequência almejada por nosso trabalho: a libertação de outros campos da necessidade de se tomar a

Física como base ou modelo para a produção de conhecimentos. Uma libertação epistemológica. Indo mais além, chegando ao ponto em que trabalhamos para alcançar, podemos dizer que a consciência da natureza dos elementos da Física contemporânea e de seu racionalismo nos dá a consciência de que não só são desnecessárias, como são prejudiciais as apropriações. Toda a argumentação do renascimento dos obstáculos epistemológicos tem apenas esta intencionalidade: trazer a consciência dos prejuízos para a produção de conhecimentos quando se apropria de elementos impróprios. A demonstração dessas impropriedades, desses obstáculos e desse realismo ingênuo a respeito dos elementos da Física contemporânea é o motivo de nossos esforços aqui. Não nos bastaria apenas afirmar as impropriedades sem tais argumentações.

Como apontamos anteriormente, as tendências não epistêmicas são umas das formas de tentar colocar o pensamento que tenta produzir conhecimentos em uma outra posição para, então, vislumbrar as coisas por um outro ângulo. Nada mais legítimo que a tentativa de fundar uma nova ótica, nada mais promissor que a inovação. Dentro dessa consciência é que tentamos restringir nossas objeções às atividades de apropriações dos elementos da Física contemporânea, mostrando seus perigos epistemológicos. Tentamos evitar tocar nos termos que representariam caminhos metodológicos muito trilhados no campo de educação em ciências e em matemática, como a interdisciplinaridade, que se fundamentam em pilares que vão além das apropriações intepistêmicas. No entanto, cremos ser inegável que nossas produções acadêmicas mais diversas, passando por muitos campos de conhecimento, se apropriam dos elementos da Física atual como consequência de um realismo e de um desconhecimento dos contextos de sua produção. É nesse ponto que pensamos poder contribuir mostrando o erro dessas apropriações quando indicamos o renascimento de obstáculos epistemológicos. Nossa intencionalidade principal é, portanto, ao demonstrar esses obstáculos, que possamos convencer nossos interlocutores de que as apropriações intepistêmicas não apenas são desnecessárias, como também são muito frequentemente problemáticas.

Desnecessárias porque se almejamos, enquanto produtores de conhecimento, colocar a ideia de um mundo não determinado, complexo, não cartesiano; se pretendemos demonstrar que a visão mecanicista newtoniana se tornou ultrapassada, então, não precisamos nos apoiar nos elementos da Física contemporânea pelo viés das apropriações intepistêmicas. Esses elementos pertencem a outro universo epistemológico, construtos de uma racionalidade que gira em torno de outras problemáticas.

Finalmente, pretendemos que o que aqui estamos chamando de libertação epistemológica possa esterçar o vetor de nossas produções acadêmicas para problemáticas mais urgentes. Nossa proposta, por conseguinte, é que deixemos de lado a Física e seus elementos mais atuais – colocando-os em seus devidos lugares epistemológicos - e deixemos que eles apareçam nas cenas de nossas produções acadêmicas apenas quando os objetos de nossos conhecimentos os invocarem. É uma libertação epistemológica que tentamos produzir em nosso trabalho.

REFERÊNCIAS

A BÍBLIA. **Evangelho de S. Mateus**. Capítulo 8, versículo de 5-13. Bíblia online. Disponível em: <https://www.bibliaonline.com.br/acf/mt/8/5-13>.

ABDALLA, M. C. **Bohr: o arquiteto do átomo**. São Paulo: Odysseus, 2002.

ALMEIDA, F.F. **A poética como ontologia da diferença: ensaio sobre a filosofia de Gaston Bachelard**. 2007. 235 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Filosofia Moderna e Contemporânea da Universidade do Estado do Rio de Janeiro). Rio de Janeiro: UERJ, 2007.

ALMEIDA, T. S. **Canguilhem e a gênese do possível: estudos sobre a historicização das ciências**. São Paulo: LibreArs, 2018.

ALTHUSSER, L. **Filosofia e filosofia espontânea dos cientistas**. Tradução: Elisa Amado Bacelar. São Paulo: Martins Fontes, 1974.

BACON, F. Tradução de José Aluysio Reis de Andrade. **Nova Organum ou Verdadeiras Indicações para Interpretação da Natureza**. 1973. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=2278

BACHELARD, G. Tradução de Estela dos Santos Abreu. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. Tradução de Joaquim José de Moura Ramos. **A filosofia do não: filosofia do novo espírito científico**. Lisboa: Editora Presença, 1987.

_____. Tradução de Estela dos Santos Abreu. **Estudos**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

_____. Tradução de Nathanael C. Caixeiro. **Epistemologia: trechos escolhidos**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.

_____. Tradução de Estela dos Santos Abreu. **Ensaio Sobre o conhecimento aproximado**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.

_____. Tradução de Juvenal Hahne Júnior. **O novo espírito científico**. Rio de Janeiro: Editora Tempo Brasileiro, 1968.

_____. Tradução de Nathanael C. Caixeiro. **O Racionalismo Aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.

BELCHIOR. **Caso comum de trânsito**. São Paulo: Warner Bros. Records, 1977. Acesso via Spotify.

BRADLEY, F. **Movimentos da Arte Moderna**. São Paulo: Cosac-Naify, 2001.

BULCÃO, M. **O racionalismo da ciência contemporânea: Introdução ao pensamento de Gaston Bachelard**. São Paulo: Ideias e Letras, 2009.

CACHAPUZ, A.; GIL, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo - SP: Cortez, 2005.

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente**. São Paulo: Editora Cultrix, 1993.

CARVALHO, R.; WALLACE, L.; WOLNEY, C.; LIBERATO, R. C. Paradigma Tradicional E Paradigma Emergente: Algumas Implicações Na Educação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** [en linea]. 2010, 12(1), [fecha de Consulta 18 de Febrero de 2020]. ISSN: 1415-2150. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129512578003>

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

_____. **A fabricação da Ciência**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1994.

CRUZ, F. F. S. Mecânica Quântica e a cultura em dois momentos. *In*: FREIRE JR, O.; PESSOA JR., O.; BROMBERG, J. L. (org.). **Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

CORRÊA, A. C.; FERNANDES, E. F.; ERDMANN, R. H.; SCHUCH JUNIOR, V. F. Concepção epistemológica da administração em um paradigma alternativo: abordagem quântica sob os fundamentos de algumas ciências da complexidade. *In*: II Colóquio Internacional De Epistemologia e Sociologia Da Ciência Da Administração. Florianópolis: 2012. ANE 112 **Anais do II COLÓQUIO INTERNACIONAL DE EPISTEMOLOGIA E SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA DA ADMINISTRAÇÃO**, 2012.

DESCARTES, R. **Meditações Metafísicas**. Tradução de Maria Ermantina de Almeida Prado Galvão. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

DUPLESSIS, Y. **O Surrealismo**. Tradução de Pierre Santos. São Paulo: Difusão Europeia do livro, 1956.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas**. Tradução de Paulo C. Ribeiro e Enio F. S. Barroso. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1979.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. Tradução: Cezar Augusto Mortari. 3. ed. São Paulo: UNESP, 2007.

GENOVESE, L. G. R. *et al.* Programa institucional de bolsa de iniciação à docência: termos em reflexão à luz dos pressupostos do GGP-PIBID-Física do Instituto de Física-UFG. *In: GENOVESE, L. G. R. et al. (org.). Diálogo entre as múltiplas perspectivas na pesquisa em ensino de Física*. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

GONÇALVES, I. **Viajar na Idade Média: através da Península em meados do século XIV**. Arquipélago. Série Ciências Humanas. n.2. jan 1980, p.119-142. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.3/562>.

GOSWAMI, A. **O universo autoconsciente: como a consciência cria o mundo material**. Tradução: Ruy Jungmann. 3. ed. São Paulo: Goya, 2015.

HESSEN, J. **Teoria do Conhecimento**. Coimbra: Arménio Amado, 201p (STVDIVM), 1976.

JAPIASSÚ, H. **Para ler Bachelard**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1976.

KARDEC, A. **O livro dos espíritos**. Tradução de Salvador Gentile. 52. ed. São Paulo: Editora IDE, 2008.

KENOMA. Direção: Eliane Caffé. São Paulo: Warner Bros, 1998. DVD (111 min).

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2009.

_____. **A Revolução Copernicana.** Tradução Marília Costa Fontes. Lisboa: Edições 70, 1957.

LARANJEIRAS, C. Um Ensino de Ciências sem Ciências: Um Simulacro de Educação Científica. **Jornal da Ciência**, 2010. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detalhe.jsp?id=69992>. Acesso em: 25/08/2011.

LIMA, M. A. M; MARINELLI, M. A Epistemologia de Gaston Bachelard: uma ruptura com as filosofias do imobilismo. **Revista de Ciências Humanas**. Florianópolis, vol. 45, n.2, p. 393-406, outubro de 2011.

MACHADO, S.S.L; CRUZ. F.F. A Teoria Quântica e a Apropriação do Conhecimento Científico: o uso da História e Filosofia da Ciência pelos Misticismos. Congresso De História Da Ciência e da Tecnologia. **Anais eletrônicos do 15º CONGRESSO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA**. Florianópolis, 2016. Disponível em: https://www.15snhct.sbhct.org.br/resources/anais/12/1473986841_ARQUIVO_ATeoriaQuanti caeaApropriacaoDoConhecimentoCientifico.pdf

MARQUEZ, G. G. **Crônica de uma morte anunciada**. Tradução de Remy Gorga Filho. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 1981.

MOURÃO, R. R de F. **Kepler: a descoberta das leis dos movimentos planetários**. Coleção Imortais das Ciências. São Paulo: Editora Odisseus, 2003.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2005.

_____. **O método I: a natureza da natureza**. 2ª ed. Tradução de Ilana Heineberg. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2003.

PATY, M. **A matéria roubada: a apropriação crítica dos objetos da Física Contemporânea**. Trad. Mary Amazonas Leite Barros. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1995.

PIETROCOLA, M. **A matemática como estruturante do conhecimento físico**. CADERNO CATARINENSE DE ENSINO DE FÍSICA, v. 19, n. 1, p. 89-109, 2002.

REALE, M. **Introdução à Filosofia**. São Paulo: Editora Saraiva, 1988.

RODOVALHO, B. **Ciência e fé: o reencontro pela física quântica**. Rio de Janeiro: Editora Leya, 2013.

SANTOS, G. S. dos. A arte de sangrar na Lisboa do Antigo Regime. **Revista Tempo**, Rio de Janeiro, n. 19, p. 43-60, 2005.

SANTOS, A. G.; TORRES, A. de. S.; SANTOS, J. S.; FURTADO, S.; LIMA, J. de. A. Psicologia Analítica e Saúde Quântica: um encontro da alma com o universo simbólico. **Revista Científico**. v. 16, n. 33. Fortaleza, jan/jun. 2016.

SANTOS, A. Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. **Revista Brasileira de Educação**. v. 13, n. 37, jan./abr, 2008.

SARTRE, J. P. **A náusea**. Tradução de Rita Braga. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2016.

SILVA, M. A. S. M. Psicologia analítica e física quântica integrando psique e matéria na nova ciência. **Travessia (Olinda)**. v. XII, p. 139-145, 2010.

SILVA, N. S. da. Onda psi na física quântica e inconsciente coletivo. **Boletim Interfaces da Psicologia da UFRRJ**. Rio de Janeiro, v. 4 (1). jan/jun, 2011.

STRATHERN, P. **Bohr e a teoria quântica**. Tradução de Maria Helena Geordane. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editores, 1999.

SUSKIND, P. **O Perfume: a história de um assassino**. São Paulo: Editora Record, 1985.

SYMON, K. R. **Mecânica**. Tradução de Gilson Brande Batista. São Paulo: Editora Campus, 1996.

TIPLER, F. J. **A Física do cristianismo: antigos mistérios da religião cristã revelados pela ciência moderna**. Tradução de Aleph Eichenberg e Newton Eichenberg. São Paulo: Editora Cultrix, 2010.

TERNES, J. Racionalismos Regionais e os discursos da interdisciplinaridade. **Revista Educativa**. Goiânia: Edufg, v. 11 (2). p. 109-120, jul/dez, 2008.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2008.

VIANA, R. M. **Paradigmas de Luz**. 2002. 328 f. Tese (Doutorado em ciências sociais) – Faculdade de Filosofia e Ciências Sociais da UNICAMP. São Paulo: Universidade de Campinas, 2002.

VIANNA, T. L. Teoria quântica do direito: o direito como instrumento de dominação e resistência. **Revista Prisma Jurídico**, v. 7, n. 1, p. 109-129, jan-jun, 2008.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II – Termodinâmica e ondas**. 10ª ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.