

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA E METODOLOGIA DA
CIÊNCIA**

***DARSTELLUNGEN NOS PRINCÍPIOS DA MECÂNICA E NO TRACTATUS: A
REPRESENTAÇÃO DOS OBJETOS E A FIGURAÇÃO DO MUNDO EM HERTZ E
EM WITTGENSTEIN***

Eduardo Simões Silva

**São Carlos
2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA E METODOLOGIA DA
CIÊNCIA**

***DARSTELLUNGEN NOS PRINCÍPIOS DA MECÂNICA E NO TRACTATUS: A
REPRESENTAÇÃO DOS OBJETOS E A FIGURAÇÃO DO MUNDO EM HERTZ E
EM WITTGENSTEIN***

Eduardo Simões Silva

**Tese apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Filosofia e Metodologia
da Ciência da Universidade Federal de
São Carlos, como parte dos requisitos
para obtenção do Título de Doutor em
Filosofia.**

**Orientador: Prof. Dr. Mark Julian
Richter Cass**

**São Carlos
2012**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

S586dp

Silva, Eduardo Simões.

Darstellungen nos *Princípios da Mecânica* e no *Tractatus* : a representação dos objetos e a figuração do mundo em Hertz e em Wittgenstein / Eduardo Simões Silva. -- São Carlos : UFSCar, 2012.
174 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Filosofia da ciência. 2. Wittgenstein, Ludwig Josef Johann, 1889-1951. 3. Hertz, Heinrich Rudolf, 1857-1894. 4. Ontologia. 5. Representação (Filosofia). I. Título.

CDD: 121 (20^a)

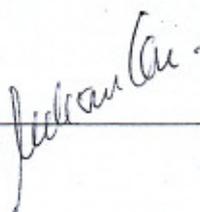
EDUARDO SIMÕES SILVA
DARSTELLUNGEN NOS PRINCÍPIOS DA MECÂNICA E NO TRACTATUS: A
REPRESENTAÇÃO DOS OBJETOS E A FIGURAÇÃO DO MUNDO EM HERTZ E EM
WITTGENSTEIN

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Filosofia.

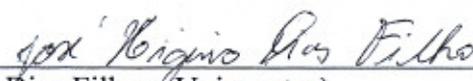
Aprovada em 15 de março de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Presidente _____
(Dr. Mark Julian Richter Cass - UFSCar)



1º Examinador _____
(Dr. José Higino Dias Filho - Unimontes)



2º Examinador _____
(Dr. Mauro Lúcio Leitão Condé - UFMG)



3º Examinador _____
(Dr. Bento Prado de Almeida Ferraz Neto - UFSCar)



4º Examinador _____
(Dra. Eliane Christina de Souza - UFSCar)



*Para
Dafne e Alana, minhas queridas filhas;
Silvana, minha esposa;
Maria das Graças,
minha mãe.*

AGRADECIMENTOS

Encaminho aqui meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que se colocaram disponíveis quando precisei de seus auxílios durante este trabalho de pesquisa. Primeiramente, agradeço ao professor Dr. Mark Julian pelo modo como conduziu minhas orientações desde os tempos de mestrado: seu exemplo de rigor e profundidade no trato das questões filosóficas, bem como de generosidade acadêmica, é algo que me ficará marcado para sempre. Agradeço também aos professores Dr. Bento Prado de Almeida Ferraz Neto e Dra. Eliane Christina de Souza pelas preciosas orientações que me deram na ocasião do Exame de Qualificação. Agradeço ainda ao professor Dr. Mauro Lúcio Leitão Condé pela atenção e generosidade em todas as ocasiões em que dele precisei, e ao professor Dr. José Higino Dias Filho, que me auxiliou nas questões que envolveram o conteúdo de Física desta tese. Não poderia deixar de agradecer também ao professor Dr. Werner Spaniol, que admito ter sido quem me introduziu no pensamento de Wittgenstein e que, ainda, proveu-me de recursos no trabalho inicial de pesquisa – sem o seu auxílio não teria avançado para além de minhas estritas fronteiras. Gostaria ainda de agradecer ao professor Marco Antônio Carvalho não só pelas indicações de literatura sobre o pensamento de Hertz, mas também por ter disponibilizado seu trabalho de pesquisa sobre este autor; da mesma forma que agradeço ao professor Dr. Ricardo Coelho, da Universidade de Lisboa, por me ter feito o mesmo. Por fim, agradeço à minha família e peço-lhe desculpas por não ter sido tão atencioso e presente quanto deveria ser nestes intensos dias de pesquisa. A todos vocês, o meu muito obrigado.

“Neste trabalho, mais do que em qualquer outro, vale a pena abordar questões, tidas já por solucionadas, sempre de lados novos, como se estivessem por resolver”.
(Notebooks, 12/11/1914)

“Nisso, estou ciente de ter ficado muito aquém do possível. Simplesmente porque minha capacidade é pouca para levar a tarefa a cabo. – Possam outros vir e fazer melhor”. (Prefácio do *Tractatus*)

RESUMO

O objetivo da presente tese assenta-se na defesa da hipótese de que existem influências marcantes do pensamento do físico Heinrich Hertz, especificamente de seu *Os Princípios da Mecânica* (1894), sobre o *Tractatus Logico-Philosophicus* (1922) de Wittgenstein. Para tal, propôs-se aqui, a partir de uma série de ocasiões em que Wittgenstein cita Hertz, verificar em que medida isso pode ser sustentado. Sendo assim, procurou-se apresentar o pensamento de Hertz dentro de um contexto no qual ele se envolve com a análise e discussão das mecânicas que lhe foram precedentes, onde propõe uma espécie de depuração dessas mecânicas, apresentando a sua própria imagem. Sua intenção era a de apresentar uma imagem peculiar da qual fosse subtraída aquilo que ele chama de pseudoconceitos, a saber, os de “força” e “energia”. Dessa imagem, defende-se aqui, Wittgenstein faz uso dos seus elementos substanciais (partícula material, ponto material e sistema) para constituir sua ontologia, bem como, da noção hertziana de que “figuramos fatos para nós mesmos”. Além do mais, com sua noção de rede-metafórica, ele se utiliza de um procedimento hertziano que é o de, por meio de um sistema de coordenadas, determinar plenamente o funcionamento de um sistema mecânico – no caso de Wittgenstein, determinar singularidade e a não-prioridade de uma teoria científica sobre a outra. No entanto, em momento algum é tencionado que Wittgenstein proveu uma espécie de aperfeiçoamento da mecânica de Hertz, isso porque, se assim o fosse, sugeriria que ambos estavam lidando com os mesmos assuntos, dentro de um mesmo domínio, o que obviamente não ocorreu – e Wittgenstein era plenamente ciente disso. O que Wittgenstein faz é uma reaplicação dos elementos da mecânica de Hertz, em um domínio diverso, para prover a sua filosofia de determinação, generalidade e independência formal. E a importância desta tese está em demonstrar que o tributo do primeiro para com o segundo é permissível.

Palavras-chave: *Darstellung*; Mecânica; *Bild*; Ontologia; Figuração; Ciência.

ABSTRACT

The aim of this thesis is based on the defense of the hypothesis that there are remarkable influences of the physicist Heinrich Hertz's thinking, especially his *The Principles of Mechanics* (1894), on the Wittgenstein's *Tractatus Logico-Philosophicus* (1922). From a series of occasions in which Wittgenstein quotes Hertz, it was proposed here to ascertain what extent this could be sustained. Thus, we tried to display Hertz's thinking within a context in which he involves with the analysis and discussions of the mechanics that were previous to Hertz, proposing a kind of purification of these mechanics, presenting his own image. His intention was to present a unique image from which what he calls pseudo-concepts could be understood; that is, force and energy. From this image, it is argued here, Wittgenstein makes use of its substantial elements (material particle, material point and system) in order to construct his ontology as well as the Hertzian notion that "we form facts to ourselves". Besides, with his notion of metaphorical network, he uses a Hertzian procedure to determine the operation of a mechanical system through coordinates – about Wittgenstein, determining singularity and the non-priority of a scientific theory over the other. However, at no time it is said that Wittgenstein provided some kind of improvement regarding the mechanics of Hertz because it would suggest that both were dealing with the same subjects within the same scope which, obviously, did not occur – and Wittgenstein was aware of that. What Wittgenstein does is a reapplication of the elements of the mechanics of Hertz, in a diverse scope, in order to provide his philosophy with determination, generality and formal independence. The importance of this thesis lies in demonstrating that the tribute of the first to the second is permissible.

Keywords: *Darstellung*; Mechanics; *Bild*; Ontology; Picture; Science.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
------------------	----

Capítulo I - AS BASES METAFÍSICAS DA CIÊNCIA MODERNA

1 Introdução.....	19
1.1 Newton Metafísico.....	20
1.2 Eletromagnetismo: para além das leis de Newton.....	31
1.3 Considerações Finais.....	40

Capítulo II - HEINRICH HERTZ: MECÂNICA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA

2 Introdução.....	43
2.1 A Mecânica de Hertz: Considerações Preliminares.....	45
2.1.1 A Representação Newtoniana da Mecânica.....	53
2.1.2 A Representação Energetista da Mecânica.....	59
2.2 A Representação Hertziana da Mecânica.....	65
2.2.1 O Núcleo <i>a priori</i> da Teoria de Hertz: o Livro I.....	71
2.2.2 O Núcleo Experimental da Teoria de Hertz: o Livro II.....	75
2.3 A Filosofia da Ciência de Hertz.....	82
2.3.1 A Componente Filosófica de <i>Electric Waves</i>	82
2.3.2 A Componente Filosófica de <i>Os Princípios da Mecânica</i>	84
2.4 Implicações Filosóficas da Teoria de Hertz.....	93
2.5 Considerações Finais.....	98

Capítulo III - A FILOSOFIA DA CIÊNCIA DE H. HERTZ E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O *TRACTATUS* DE L. WITTGENSTEIN

3 Introdução.....	105
3.1 Russell, Wittgenstein e o Problema da Indeterminação do Sentido Proposicional	108
3.2 Objetos Hertzianos no <i>Tractatus</i> de Wittgenstein.....	114
3.3 O Sistema de Pontos Materiais de Hertz e o Mundo de Wittgenstein.....	126
3.4 <i>Darstellungen</i> em Hertz e Wittgenstein: Representação e Figuração do Mundo	133
3.5 Hertz e a Filosofia da Ciência do <i>Tractatus</i> de Wittgenstein.....	147
3.6 Considerações Finais.....	162
CONCLUSÃO	165
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	170

INTRODUÇÃO

O objetivo do presente trabalho assenta-se na defesa de duas teses fundamentais e uma acessória, todas relacionadas ao pensamento de L. Wittgenstein em seu *Tractatus Logico-Philosophicus*¹ (1922). Partindo do pressuposto de que existe alguma espécie de tributo da filosofia de Wittgenstein à filosofia da ciência do físico Heinrich Hertz, especificamente de seu *Os Princípios da Mecânica* (1894), pretende-se: a) demonstrar que a ontologia do *Tractatus* (TLP, 1 - 2.063) é de certa forma uma apropriação, em outro domínio, dos elementos fundamentais da mecânica de Hertz; b) evidenciar que existe uma similitude entre a figuração tractariana (TLP, 2.1 - 3.5) com o *modo de representação* proposto em *Os Princípios da Mecânica*. Um terceiro aspecto a ser trabalhado volta-se à concepção de ciência do *Tractatus* (TLP, 6.3 - 6.372). Defende-se que a interpretação desta concepção será facilitada na medida em que for feita em um espírito hertziano: tendo a ciência como algo que contém elementos *a priori*, a rede de nossa descrição do mundo.

Quanto à tese de que o mundo, tal como apresentado no *Tractatus*, é tributário do sistema mecânico de Hertz – obviamente em outro domínio – a proposta principal é a defesa de que a ontologia daquela obra (sua concepção de mundo, especificamente), apresentada nos aforismos de 1 ao 2.063, é uma manifestação de uma prática comum, desde a antiguidade grega, de pensadores cujas concepções de mundo e de realidade apresentaram-se mais como “criadas” do que “observadas”; e Hertz é um desses cientistas/filósofos. Em seu *Os Princípios da Mecânica* (1894), especificamente no Livro I, propõe uma concepção de “realidade” que, em última análise, não passa de uma realidade imaterial, transitória, expressa em uma linguagem descritiva, pela qual, segundo ele, todas as suas afirmações seriam “julgamentos *a priori*, no sentido de Kant” (HERTZ, 1956, p. 45). Como Wittgenstein demonstra que foi um leitor daquela obra², pelas várias vezes que a referencia em seus escritos anteriores ao *Tractatus*, bem como no próprio *Tractatus*, é conveniente conceber a ontologia da primeira fase de seu pensamento como tributária da obra de Hertz. A exemplo dos *julgamentos* de Hertz, os conceitos

¹ A partir de agora, será citado com as iniciais TLP.

² Essa afirmação é feita por um dos biógrafos de Wittgenstein, Ray Monk: MONK, Ray. *Wittgenstein: o dever do gênio*. Trad. Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Cia das Letras, 1995. p. 38; 397.

formais da ontologia do *Tractatus* também não enunciam nada acerca da realidade empírica, pois cumprem apenas a função de introduzir as condições de possibilidades internas e formais a toda e qualquer realidade que possa ser logicamente simbolizada, isto é, afigurada pelas proposições. Sua tese é a de que a necessidade lógica deriva de estruturas metafísicas que a linguagem tem em comum com a realidade.

Com relação à tese de que deve existir uma possível inspiração da ontologia tractariana no sistema mecânico de Hertz, o que possibilita essa hipótese é a identificação dos elementos dessa mesma ontologia (objeto simples, espaço lógico, concatenação, mundo) com os elementos da mecânica hertziana (partículas materiais coordenadas, sistemas de pontos materiais, estrutura). De acordo com essa hipótese, o que Wittgenstein parece fazer é uma reaplicação dos conceitos que foram trabalhados em *Os Princípios da Mecânica* e a sustentação da tese pautar-se-á, principalmente, pelo entendimento dos conceitos de objetos simples em Wittgenstein e partículas materiais em Hertz³. Tais concepções reúnem indícios de que se trata de uma análise permissível se se parte do entendimento da função dos objetos no sistema tractariano e das partículas materiais em Hertz: ambos apontam para entidades lógicas coordenadas, em vez de entidades físicas. Só podem ser entendidos nas formas kantianas de espaço e tempo, portanto, como uma experiência *a priori* – não se trata de partículas materiais, com as quais se preocupa a física de partículas, nem de objetos materiais da realidade empírica, e sim de simplicidade lógica.

Já no que concerne à segunda tese, de que existe uma semelhança entre a figuração tractariana (TLP, 2.1-3.5) e o modo de representação proposto em *Os Princípios da Mecânica*, certificando-se de que Wittgenstein foi leitor da obra de Hertz, é possível se pensar que esta inspiração tenha fundamento no modo de representação da mecânica do segundo. Hertz utiliza o termo *Darstellung* quando quer qualificar uma representação científica enquanto tal, como, por exemplo, a representação gráfica empregada atualmente em física. Mas utiliza principalmente o termo *Bild* que em alemão significa literalmente “quadro” ou “imagem”, como

³ Reforça-se, desde já, que não se pretende apresentar a filosofia de Wittgenstein como um “aperfeiçoamento” da mecânica de Hertz, pois isso sugeriria que ambos estão tratando de projetos de mesmo tipo. Os propósitos do *Tractatus* não são os mesmos dos de *Os Princípios da Mecânica* e Wittgenstein tinha consciência disso. No entanto, sugere-se que Wittgenstein usou o estratagema de Hertz em outro domínio.

representações, modelos, esquemas cognitivos – “imagens produzidas por nossa mente e necessariamente afetadas pelas características de seu modo de representação (portrayal)” (HERTZ, 1956, p. 2). Com essa mesma conotação, o termo *Bild* é utilizado no *Tractatus* nos aforismos que versam sobre a teoria da figuração. Já o termo *Darstellung*, quando entendido no contexto das proposições da ciência, por exemplo, equivale a “esquemas cognitivos”, “modelos” –, esquemas conscientemente construídos para o conhecimento – mesma equivalência assumida no *Tractatus*, o que se verá adiante. São as noções de uso de *Darstellung* e *Bild*, próprios de *Os Princípios da Mecânica* de Hertz, que terão uma importância substancial nos conceitos de representação e figuração do mundo no *Tractatus* de Wittgenstein. Representação e figuração são, portanto, termos comuns entre estes autores, que apontam para uma mesma realidade, a saber, de que “figuramos fatos” (TLP, 2.1) ou que “construímos imagens dos objetos exteriores para nós mesmos” (HERTZ, 1956, p. 1).

Da mesma forma que Hertz se esforçava para criar os fundamentos de uma ciência da mecânica que *não* postulasse *nada* sobre as coisas em si mesmas e que evitasse no interior dessa ciência o uso de pseudoconceitos, como os de “força” e “energia”, Wittgenstein buscava as condições de possibilidade para que proposições significantes dissessem algo a respeito do mundo, eximindo do interior do discurso linguístico (ou científico) qualquer termo desprovido de sentido ou que apontasse para pseudoproblemas. Se os únicos elementos apropriados da física hertziana são os *sistemas* de pontos materiais; em Wittgenstein, são os objetos: absolutamente simples, indestrutíveis e eternos.

A proposta de Hertz, de determinar *logicamente* os limites da física a partir de seu próprio interior, serviu de inspiração ao *Tractatus*, visto que tal proposta possibilitou a Wittgenstein entender que a inter-relação entre pensamento e mundo é de natureza *lógica* e não empírica. No caso específico das proposições empíricas, estas encontram, enquanto condição de possibilidades internas e formais, todo um discurso ontológico a respeito da realidade, uma vez que “a realidade empírica é limitada pela totalidade dos objetos” (TLP 5.5561). O papel da lógica neste contexto é o de apresentar o paralelismo das ordens *a priori* do mundo e do pensamento. No caso do pensamento, a ordem das proposições significantes (das proposições da ciência); e, no caso do mundo, a ordem dos estados de coisas. Ambos os sistemas, neste caso, parecem não pressupor nada acerca das conexões externas de suas

teorias, mas, ao contrário, servem para garantir a consistência formal, tornando-se expressão última da generalidade e independência formal⁴.

Por fim, a última tese, que, como se disse, será tratada de maneira acessória⁵, é a de que é possível entender a filosofia da ciência do *Tractatus* numa perspectiva hertziana. É plausível que os aforismos tractarianos que versam sobre a ciência (6.3 - 6.372) sejam interpretados a partir da mecânica de Hertz, entendendo-a como algo que contém elementos *a priori*, a rede de nossa descrição do mundo.

Teorias científicas são imagens do mundo e são construídas a partir de modelos que servem para a previsão de fenômenos. Tais modelos são construídos para explicar essas imagens, logo, as imagens são também construções nossas, pois o modelo é claramente uma construção nossa. Sendo a teoria física uma imagem, segue-se que a mesma também é uma construção nossa. Cada imagem servirá a demandas específicas da ciência para a previsão dos fenômenos. Somos capazes de construir imagens que nos permitem levar a cabo a tarefa da física, a previsão de fenômenos, em virtude duma certa conformidade entre o nosso espírito e a natureza (HERTZ, 1956, p. 1). Mas “não temos que temer a objeção de que, ao construir uma ciência dependente da experiência, tenhamos extrapolado o mundo da experiência” (HERTZ, 1956, p. 30). E Hertz extrapola o mundo da experiência por diversas vezes, incluindo em sua teoria elementos que não condizem com a realidade empírica. Este é o caso da postulação de sua “partícula material”. Em sua teoria, tal partícula é apresentada como uma associação de pontos em uma espécie de sistema de coordenadas. Tais partículas, conforme foi dito, não são as partículas com as quais lida a física de partículas, mas simplicidade lógica. E o que isso quer dizer? Hertz descreve a *Massenteilchen* (partícula material) como uma propriedade característica do espaço e tempo, não como um objeto material no espaço e tempo. Partículas materiais são propriedades do espaço e não têm extensão espacial (não têm, por exemplo, a propriedade de ser pesada); sua função é simplesmente marcar uma única localização no espaço-tempo. Como extensão do entendimento de

⁴ Acréscimos serão implementados adiante.

⁵ Acessória, visto não se tratar do núcleo central das pretensões deste trabalho. Mesmo assim, reitera-se que um dos momentos em que Wittgenstein cita diretamente Hertz em seu *Tractatus* é exatamente o centro dos aforismos que tratam da ciência, no aforismo 6.361.

partículas materiais pode-se entender o conceito de massa⁶ dentro das formas kantianas de espaço e tempo, portanto, como uma experiência *a priori*.

Interpretada como definição de massa *a priori*, pode-se dizer que é possível escolher certa área de pontos no espaço, definida por um jogo de coordenadas, e usar isso como unidade de medida a fim de definir a massa de algum outro jogo de pontos do espaço. E qual seria a aproximação dos modos supramencionados de conceber o funcionamento da ciência? Isso será tratado mais detalhadamente no avançar deste texto, mas, pode-se adiantar que o modelo hertziano se parece bastante com o “método” tractariano para definir uma configuração, descrevendo-a completamente por meio de uma determinada rede de malhas de uma determinada finura (TLP, 6.342):

Concebamos uma superfície branca sobre a qual houvesse manchas pretas irregulares. Dizemos, então: qualquer que seja a configuração que disso possa resultar, sempre poderei aproximar-me o quanto quiser de sua descrição recobrando a superfície com uma rede quadriculada de malhas convenientemente finas e dizendo, a respeito de cada quadrado, se é branco ou preto. Terei posto assim a descrição da superfície numa forma unitária (...).

“A rede, contudo, é *puramente* geométrica, todas as suas propriedades podem ser especificadas *a priori*” (TLP, 6.35).

A imagem das manchas pretas irregulares sobre uma superfície branca de Wittgenstein, como o sistema de coordenadas Hertz, faz uma projeção da distribuição de simples pontos materiais no espaço, isto é, indica que há pontos no espaço combinados com formas de manchas. E a rede em si é um sistema de coordenadas pelo qual a distribuição das manchas é definida. Essa rede poderia ser mais ou menos fina e, desse modo, descrever fatos mais ou menos acuradamente – como as diversas teorias científicas. Tal metáfora elucidada que as qualidades e finuras de redes de todos os tipos representariam modos diferentes (ou sistemas diferentes) para descrever o mundo. Desse modo, a mecânica é exemplar, no sentido que, de acordo com Wittgenstein, ela

⁶ “O número de partículas materiais em qualquer espaço, comparado com o número de partículas materiais em algum espaço escolhido em um momento fixo, é chamado de a massa contida no primeiro espaço” (HERTZ, 1956, p. 46).

determina uma forma de descrição do mundo ao dizer: todas as proposições da descrição do mundo devem ser obtidas, *de uma dada maneira, a partir de um certo número de proposições dadas* – os axiomas mecânicos. Provê, desse modo, as pedras para a construção do edifício científico e diz: qualquer que seja o edifício que você queira levantar, deve construí-lo, da maneira que seja, com estas e *apenas estas* pedras. (TLP, 6.341 – grifos meus)

Assim, tanto o olhar de Wittgenstein sobre a ciência, como sua concepção de mundo, bem como a definição de que figuramos fatos, parecem estar de acordo com a filosofia da ciência de Hertz e este trabalho tem como objetivo principal a análise e possível comprovação dessa inspiração.

Tendo apontado as intenções deste trabalho, o presente texto organizou-se da seguinte maneira: no primeiro capítulo, foi introduzido o que aqui se chama de “prática de fabricar⁷ a realidade”, tal como se entende que ocorreu na metafísica de Newton (seja em sua óptica ou em sua teoria da gravitação universal), que culminou no desenvolvimento da compreensão da eletricidade e do magnetismo e nas descobertas de Faraday e Maxwell em eletrodinâmica e óptica. Utilizou-se desses autores a fim de se armar um pano de fundo (*background*) para a defesa do que aqui se propõe: demonstrar que a filosofia da ciência de Hertz é fruto de um contexto histórico de fabricação da realidade no sentido de que, para ele, “uma teoria física é uma imagem construída por nós” (HERTZ, 1956, p. 1). Sendo assim, partindo dos vestígios deixados por Wittgenstein, a pressuposta influência seria descoberta na medida em que este autor teria concebido em seu *Tractatus* um mundo para além dos dados empíricos do sentido imediato – que pode ser figurado e em cuja figuração as proposições da ciência têm uma importância substancial, visto serem elas as únicas que podem representar a contingência dos objetos no espaço lógico.

E o que justifica introduzir uma série de autores e não ir diretamente aos pensamentos de Hertz e Wittgenstein? A resposta é simples. Pode parecer banal afirmar, mas Hertz e Wittgenstein não são personagens isolados na história da ciência e da filosofia. Suas ideias, como as de qualquer outro pensador, estão intrinsecamente ligadas aos fatos históricos, neste caso, de teorias que se

⁷ Espera-se que o que aqui se denomina “fabricação” não seja em momento algum confundido com o sentido fordista do termo (montar). Fabricação aqui vai ao encontro do que Alan Chalmers em seu livro *A Fabricação da Ciência* diz sobre o que esta seria: elaboração, construção – “[...] espero que um exame detalhado da maneira como é fabricado (num certo sentido de ‘fabricar’: *construir, elaborar*) o legítimo conhecimento científico mostre como ele pode ser diferenciado de suas fabricações (num segundo sentido de ‘fabricar’: *montar*)”.

CHALMERS, A. *A Fabricação da Ciência*. São Paulo: UNESP, 1994. p. 14

sobrepujam sistematicamente. Portanto, é imprescindível buscar uma fundamentação histórica para o que ali (capítulo I) se chama de prática de “fabricar a realidade”, pois, por mais inovador que seja um pensamento, ele é sempre resultado de uma história.

Em virtude do que aqui se afirma, foi necessária uma análise da história da ciência moderna, ou melhor, da filosofia da ciência moderna, que perpassasse por algumas fases de seu desenvolvimento, com o propósito de apresentar os pensamentos de Hertz e Wittgenstein como uma herança dessa mesma história. Não se trata de um trabalho específico de história da filosofia ou de história da ciência, mas sim de um estudo da filosofia da ciência no contexto de sua história; pois, diante da questão sobre qual seria a competência epistêmica que delimita a filosofia em sua essência, não se encontra outra maneira de tentar determiná-la a não ser consultando sua própria história (SPINELLI, 1990)⁸. Esse procedimento, no entanto, é suplementar visto que não se pretende analisar minuciosamente o que tais pensadores produziram durante esses séculos. O que se pretende é utilizar dessa exposição precedente como premissa para a defesa da tese que aqui se propõe. Portanto, não se pode esperar dessas discussões introdutórias a defesa de qualquer pensamento, ou tese; bem como, não se encontrarão argumentações a respeito da “verdade” das teorias ali apresentadas, pois, reitera-se, essa não é a proposta. Também não serão encontrados no contexto deste trabalho quaisquer tipos de equações acompanhadas de suas elucidações pormenorizadas, pois se discutem aqui conceitos e ideias, mas não através da álgebra e do cálculo.

Para defender que a filosofia do *Tractatus* é tributária da mecânica de Hertz, precisa-se mostrar como se dá a articulação dos elementos de sua ontologia, revelando suas funções no âmbito da figuração e demonstrando como as proposições da ciência representam as condições de possibilidade de que o mundo seja de fato figurado. Ao mesmo tempo, deve-se demonstrar como a aplicação de seus elementos identifica-se com o sistema hertziano. Para tal, quatro premissas foram imprescindíveis para sustentar as hipóteses levantadas, que se resumem nas seguintes teses: a) no *Tractatus* não se encontra nenhum discurso acerca da constituição da realidade empírica; em vez disso, encontra-se uma robusta metafísica, inteiramente fundamentada na intuição de propriedades e relações

⁸ SPINELLI, Miguel. *Filosofia e Ciência*. São Paulo: EDICON, 1990.

internas; b) a ontologia do *Tractatus* cumpre somente a função de introduzir as condições de possibilidades internas e formais para toda a realidade que possa ser logicamente simbolizada; c) a obra *Os Princípios da Mecânica* trata-se de um conjunto de proposições “que satisfazem a exigência de que o conjunto da mecânica possa ser desenvolvido a partir delas através de raciocínio puramente dedutivo, sem qualquer apelo adicional à experiência” (HERTZ, 1956, p. 4); d) tanto o objeto simples tractariano, como as partículas materiais de Hertz, remetem a intuições *a priori*, no sentido da “coisa em si” de Kant. E o mérito deste trabalho será o de demonstrar que tais hipóteses podem ser pertinentes e que a realidade pode se apresentar verdadeira e, se assim o for, suas consequências serão importantes para o entendimento tanto da ontologia do *Tractatus*, quanto de sua filosofia da ciência e de sua teoria da figuração – “teoria da figuração confinada ao discurso científico”⁹.

Enfim, não se tenciona aqui desmerecer o prestigioso trabalho da ciência classificando-o como ilusório, ou fictício, ou elucubração mental, ou invenção irreal. Pretende-se ratificar sua importância sem negar que, mesmo assim, em seu interior é plenamente plausível que se “fabrique a realidade” ou, nos dizeres de Hertz, que “se construam imagens”, ou teorias, que podem ser endossadas *a posteriori*. Isso geralmente ocorre porque, nos dizeres de Kant, a razão humana tende a “desenfrear-se em trevas”, visto que há uma “tendência inata da razão para passar da própria experiência sensível para uma explicação dessa experiência, embora tal explicação se situe para além dela, na esfera das ‘coisas em si mesmas’” (KANT, 1787 *apud* JANIK; TOULMIN, 1991, p. 164)¹⁰. Isto é, existe uma disposição natural por parte da razão para explicar o mundo da percepção, em termos de mundo inteligível, para além da possibilidade da percepção: tal explicação é característica da metafísica. Portanto, visa-se apresentar a ciência do ponto de vista da subjetividade, destacando suas várias abordagens conjecturais e falíveis – mas, não obstante, racionais – sobre a questão da natureza da realidade.

⁹ GRIFFIN, James. *O Atomismo Lógico de Wittgenstein*. Porto: Editora do Porto, 1998. p. 143.

¹⁰ JANIK, A.; TOULMIN, S. *A Viena de Wittgenstein*. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

CAPÍTULO I

AS BASES METAFÍSICAS DA CIÊNCIA MODERNA

1 Introdução

Este capítulo será desenvolvido sem pretensões teóricas mais consistentes. Seu objetivo, mais do que o da defesa de um ponto de vista, visa elucidar algumas questões que, para o desenvolvimento do conjunto posterior do trabalho, será de capital importância. Trata-se de um capítulo propedêutico e elucidativo que, para quem é iniciado em ciência, talvez não represente contribuição significativa; ou então, tornar-se-á tedioso na medida em que os problemas aqui apresentados parecem ter sido por demais dissecados, elucidados e resolvidos. No entanto, para aqueles que não compartilham de tal profundidade no tratamento do desenvolvimento da ciência contemporânea, a partir das tensões no fazer ciência da modernidade, essas discussões preliminares tornar-se-ão essenciais.

Os questionamentos preliminares que poderão surgir da leitura deste primeiro capítulo serão da seguinte ordem: Este trabalho é de filosofia ou de física? Onde se encontram aqui questões que poderíamos chamar genuinamente filosóficas? O que interessa a um filósofo leitor este tipo de exposição? Quais são as pretensões filosóficas deste texto? Quais as contribuições que os pensamentos de Newton e de Maxwell, por exemplo, dão as investigações aqui propostas, sugestivamente em filosofia? Para que se evitem, desde então, conflitos dessa ordem, adianta-se que o entendimento da mecânica de Hertz pressupõe o entendimento dos problemas sobre os quais ele se debruçou e procurou resolver em *Os Princípios*, a saber, os da inteligibilidade de conceitos como os de “força” e “energia”, que se apresentavam nos dois modelos de mecânica que lhe precederam: as representações newtoniana e energetista da mecânica. Portanto, o que se seguirá, repetidas vezes, é o uso de conceitos tais como: força, velocidade, massa, peso, gravidade, espaço, tempo, movimento, repouso, partícula, ação, reação, sistemas, medida, coesão, refração, reflexão, éter, cinética, mecânica, eletrodinâmica, hidrodinâmica, eletricidade, magnetismo, carga elétrica, estado eletrotônico, linhas de força, campos elétrico e magnético, onda, calor, etc., típicos das referidas mecânicas. Reforça-se que todos esses conceitos estão diretamente ligados à crítica hertziana à indeterminação do sentido conceitual no interior das mecânicas que lhe precederam. Ele sugere, então, uma terceira via para a mecânica com a qual, em um sistema formal de representação simbólica, consegue eximi-la do que entende por pseudoconceitos;

esta terceira via será denominada mecânica de Hertz. E este modelo foi exemplar para Wittgenstein, na medida em que lhe serviu para livrar a linguagem geral – não especificamente a linguagem da física – da indeterminação do sentido proposicional causada por sua “gramática¹ superficial”.

Em que sentido este capítulo é propedêutico e elucidativo? No sentido em que ele procura orientar-nos rumo ao pensamento de Hertz; entender como seu pensamento se encaixa em um contexto histórico; com quais discussões ele estava envolvido; de qual pensamento ele era tributário e qual pretendia superar; visualizá-lo no contexto do desenvolvimento da ciência e entender que ele não é uma peça isolada nessa história, isso porque, “a fim de se enxergar com maior clareza as questões filosóficas envolvidas em proporção, devemos colocá-las em sua perspectiva histórica” (JANIK; TOULMIN, 1991, p. 163). Quando todo o terreno estiver preparado e a metafísica de Hertz emergir espontaneamente de sua física, verificar-se-á o grau de proximidade com a ontologia do *Tractatus* de L. Wittgenstein; mais acuradamente: verificar-se-á que tal proximidade se dá não somente em relação à ontologia, mas também em relação à teoria da figuração e à filosofia da ciência, tal como elas se desenvolvem no interior daquela obra. No entanto, para se chegar a tal ponto, trilhou-se um caminho particular: o de tentar entender as bases metafísicas da ciência da ciência moderna – de Newton a Maxwell.

1.1 Newton Metafísico

Partindo do pressuposto de que é a mecânica de Newton o ponto de partida de *Os Princípios da Mecânica* de Hertz, mesmo que do ponto de vista da negação daquela, é pelo pensamento de Newton que se começará essa fundamentação. Seu pensamento será introduzido levantando-se suas principais contribuições para o desenvolvimento da física clássica. Somente mais tarde, averigua-se o que significa dizer que sua física adquire feição metafísica, na medida em que concebe espaço e tempo como sendo entidades absolutas e ainda introduz um elemento *ad hoc* em sua teoria: o famigerado meio etéreo². Em sua concepção teórica, “força” ganha

¹ Observa-se que o termo “gramática” não é próprio do *Tractatus*; seu uso dar-se-á a partir do período intermediário de seu pensamento.

² As questões a respeito do éter e do meio etéreo serão mantidas neste capítulo, tendo em vista o fato da sua importância, tanto na mecânica clássica (para a explicação da força de atração

status de entidade física, quando, na verdade, aos olhos de Hertz, parece não apontar para realidade alguma; daí é que seu pensamento servirá de mola propulsora para uma das mais originais concepções da mecânica na contemporaneidade – a mecânica de Hertz.

Conhecido como uma das mentes mais brilhantes da história da humanidade, Isaac Newton (1643-1727) foi imortalizado por sua obra mais significativa, o *Principia Mathematica (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural)* de 1687. Nela ele consegue promover a unificação dos corpos planetários e terrestres por meio de um conjunto de equações capazes de prever exatamente – com base na massa de um corpo qualquer, na velocidade e na direção do movimento – como esse corpo se movimentaria sob a ação de uma força conhecida. Com isso, postulou que poderia prever o curso integral dos acontecimentos se fosse dado a conhecer as posições e *forças* de todas as coisas no universo em um determinado instante. Desde os maiores corpos do universo aos mais leves átomos, nada seria incerto, e o futuro, à semelhança do passado, estaria presente diante dos nossos olhos. Em busca da resposta à pergunta sobre como se altera o estado de movimento de uma massa puntiforme (que tem forma ou aparência de ponto) num tempo infinitamente curto sob a influência de uma *força* externa, Newton chegou a ela analisando a trajetória de uma partícula ideal. Aplicou as suas leis do movimento a um pequeno intervalo de tempo e, com isso, previu a posição da partícula e a velocidade ao final desse intervalo. E essa experiência, repetida sucessivas vezes, aplicando-se o mesmo cálculo, permitiu-lhe estimar a trajetória total. E isso só foi possível graças à aplicação de um atalho matemático que ele inventou (paralelamente a Gottfried Leibniz) chamado cálculo diferencial. Com o cálculo ele conseguiu abreviar o processo passo a passo, o que lhe possibilitou analisar o que acontece à velocidade de uma partícula em movimento, na medida em que a diferença temporal se torna infinitesimal. Nisso, resultou as suas três conhecidas leis do movimento, nas quais o conceito de força encontra-se intimamente associado:

- A primeira diz que “todo corpo persevera em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a mudar seu estado por forças aplicadas”. Em outras palavras, *um corpo continuará em repouso a menos*

gravitacional), quanto na mecânica energetista (para a explicação da transmissão dos efeitos eletromagnéticos de forma contígua e mediatizada). Tais noções serão questionadas por Hertz em sua própria imagem da mecânica, mas o “elemento” éter será mantido em sua teoria.

que uma força atue sobre ele, e um corpo em movimento retilíneo uniforme continuará a mover-se na mesma velocidade em linha reta a menos que uma força atue sobre ele. Isso quer dizer que, uma bola em uma superfície plana somente se moverá se uma força atuar sobre ela. Se uma força a faz começar rolar e se ela não encontra nenhum obstáculo em seu caminho, ela continuará rolando na mesma direção para sempre. Esse princípio pode também ser chamado princípio da inércia, sendo esta a propriedade da matéria que a faz resistir a qualquer mudança em seu movimento.

- A segunda lei diz que “uma alteração no movimento é proporcional à força motora e ocorre ao longo da linha reta na qual tal força é aplicada”. O que quer dizer que a *aceleração (taxa de variação da velocidade)*³ é diretamente proporcional à força. Por exemplo, quanto maior a força gerada pelo motor de um automóvel, mais o carro se acelerará. O dobro da força duplicará a aceleração.

- No caso da terceira lei, essa diz que “para qualquer ação existe sempre uma reação igual e oposta; em outras palavras, as ações de dois corpos um sobre o outro são iguais e se dirigem a partes contrárias”. Por exemplo, a “ação” de uma bala disparada por um revólver resulta na “reação” do coice da arma. Ou então, quando estamos sentados em uma cadeira, esta exerce uma força para cima de nós para compensar o nosso peso, que pressiona para baixo. Dizia Newton que isso acontece também no céu: enquanto a Terra exerce uma influência gravitacional sobre a Lua, mantendo-a em órbita, a Lua faz o mesmo em relação à Terra, criando as marés nos oceanos.

Mas, a lei da gravidade é que foi a grande descoberta de Newton. Sua ideia é que uma *força invisível* exerce controle sobre a matéria sem haver um contato físico direto. A palavra gravidade foi cunhada a partir da palavra latina *gravitas*, que significa “peso”. Com ela explicou com tamanha precisão os movimentos das luas de Júpiter, de Saturno e da Terra, bem como os movimentos de todos os planetas ao redor do sol, que nos duzentos anos seguintes poucas melhoras significativas foram feitas em relação à sua obra. Essa força invisível, para Newton, atua entre as massas e é proporcional ao valor das mesmas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. Isso significa que se duas massas são separadas, a força da gravidade entre elas diminui de tal forma que, quando a distância chega a

³ A “quantidade de movimento”, ou “movimento”, é dada pelo produto da massa de um corpo por sua velocidade: “ $F=ma$ ”.

10 vezes, a força é de 100 vezes (quadrado de dez) menor do que a atração inicial. No caso do Sol, que está 400 vezes mais distante da Terra do que a Lua, o fator inversamente proporcional redutor da força gravitacional fica em cerca de 400^2 (160.000) – mas essa enorme redução é compensada pela massa imensamente maior do Sol em comparação à da Lua (a proporção de massa Sol-Lua é 30.000.000:1). Assim, a Terra continua orbitando o Sol. Toda essa explicação faz parte do terceiro livro⁴ do *Principia* que termina por explicar os movimentos precisos da Lua e a ensinar que as marés oceânicas se devem à atração gravitacional da Lua e do Sol sobre as águas. Além disso, calcula a atração do Sol sobre os cometas que, como se viu, dependerá mais uma vez da aplicação do conceito “força”. Mas, o ponto fraco da teoria de Newton é que ela exigia a existência de um tempo e espaço absolutos. É justamente aqui o rito de passagem de sua física para a sua metafísica, em que a aplicação do conceito em questão continua manifesto em sua teoria.

É sabido de todos os estudiosos do pensamento de Newton sua obsessão pela conclusão experimental de suas teorias. Tanto é que somente vinte anos depois de ter chegado a todas as conclusões do *Principia*, encorajado pelo matemático Edmond Halley (1656-1742), que arcou com os custos da publicação, tais conclusões chegaram a público. Sua justificativa era que para as suas descobertas seriam necessárias mais experimentações e provas. Determinados cálculos não lhe pareciam precisos, pois eram baseados no valor aceito (mas, incorreto) do diâmetro da terra e ele insistia em não admitir hipóteses. Diz Newton, “se ainda houver alguma dúvida [sobre minhas conclusões], é melhor colocar o caso em circunstâncias mais aprofundadas do experimento do que aquiescer à possibilidade de qualquer explicação hipotética” (*Opera*, IV, p. 335)⁵. Isso porque

qualquer coisa não deduzida de fenômenos deve ser chamada de hipótese; e hipóteses, sejam metafísicas ou físicas, referentes a qualidades ocultas ou mecânicas, não têm lugar na filosofia experimental. Nesta filosofia,

⁴ O *Principia* que granjeou imediatamente fama para Newton, na verdade, é um livro muito complexo e difícil de compreender (cinquenta anos se passaram até que o esquema newtoniano fosse plenamente aceito e ensinado nas escolas e universidades). Ele se divide em três livros, embora tenha sido publicado em um único volume em 1687: o primeiro livro trata da mecânica e explica a razão porque os corpos se movem de determinada maneira no espaço vazio; o segundo livro trata do movimento dos corpos em meios que oferecem resistência, como o ar ou a água; e o terceiro trata da estrutura e funcionamento do sistema solar e da gravidade.

⁵ NEWTON, Isaac. *Isaac Newtoni Opera quae exstant Omnia*. Edição Samuel Horsley, 5 vols., L.L.D: Londres, 1779 *apud* BURTT, 1983, p. 173. Daqui para frente todas as indicações de *Opera*, referem-se àquelas encontradas em BURTT, Edwin A. *As Bases Metafísicas da Ciência Moderna*. Trad. José Viegas Filho, Orlando Araújo Henriques. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1983.

proposições particulares são inferidas dos fenômenos, e tornadas gerais, em seguida, por indução. Assim foi que a impenetrabilidade, a mobilidade, e a força impulsiva dos corpos, e as leis de movimento e de gravitação foram descobertas. (*Principles*, II, p. 314)⁶

Mesmo com tantas reservas com relação às hipóteses, suas concepções sobre espaço e tempo, especialmente sobre espaço e tempo absolutos, deixam margens para questionamentos, principalmente sobre o valor não-hipotético de ambos. E é nesse ponto de sua teoria que se iniciam as concepções metafísicas da ciência moderna.

Apesar dos avanços de seus predecessores, foi com Newton que a natureza passou a ser pensada essencialmente como domínio das massas, que se movem de acordo com leis matemáticas no espaço e no tempo, sob a influência de *forças* definidas e confiáveis. A definição de massa é dada por ele já no primeiro parágrafo do *Principia* e é feita em termos de densidade e volume. E a descoberta é que ela tem diferentes pesos a distâncias diferentes do centro da Terra e que é composta, em última análise, de *partículas* absolutamente rígidas, indestrutíveis, impenetráveis, etc. Todas as mudanças na natureza devem ser vistas como separações, associações e movimentos desses *átomos* permanentes, que são predominantemente matemáticos.

Aprendemos, pela experiência, que a maior parte dos corpos é dura; e como a dureza do todo deriva da dureza das partes, nós justamente inferimos, portanto, a dureza das partículas não divididas não somente dos corpos que percebemos, mas também de todos os outros. Não é da razão, mas, sim, da sensação que concluímos que todos os corpos são impenetráveis (...). E daí concluímos serem as menores partículas de todos os corpos também dotadas de extensão, duras, impenetráveis, capazes de serem movimentadas e dotadas de suas próprias *vires inertiae*. (*Principles*, II, p. 161)

Vê-se aqui que Newton também recorre à realidade do átomo, até então desconhecido empiricamente, para explicar a composição última da matéria. Seu emprego do atomismo é admissível, porque, por dedução, parece ser “óbvio” que por trás de todo real devesse haver um componente último do mesmo real e que aquilo que caracteriza o todo devesse também caracterizar a parte. Portanto, é

⁶ NEWTON, Isaac. *Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Trad. Andrew Motte. 3 vols. Londres, 1803 *apud* BURTT, 1983, p. 174. Daqui para frente também as indicações de *Principles* referem-se àquelas encontradas em Burt.

possível conceber os argumentos newtonianos como genuinamente físicos e manter o devido respeito a sua personalidade experimental. As coisas se complicam na medida em que ele passa da definição de massa à definição de tempo e espaço absolutos – é nesse ponto que ele abandona seu empirismo, não conseguindo se esquivar do discurso das essências, do absoluto, do metafísico. Ele mesmo admite que, ao oferecer caracterizações de espaço, tempo e movimento absolutos, “devemos abstrair-nos dos nossos sentidos e considerar as coisas por si próprias, distintas do que são apenas medidas perceptíveis delas” (*Principles*, I, p. 9)⁷. Desse modo, uma confusão acaba de ser instaurada no interior do pensamento de Newton: o que é o tempo absoluto? E o relativo? E quanto ao espaço absoluto, do que se trata? E o relativo? Qual é a necessidade subjacente a essas divisões? O que as justifica? Todas as respostas são dadas pelo próprio Newton e se encaixam perfeitamente em seu sistema, mas, parece, a contragosto da própria realidade empírica:

I – O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por si, e pela sua própria natureza, flui uniformemente, sem observar qualquer coisa externa, e é chamado, também, de duração: o tempo relativo, aparente e comum, é uma medida perceptível e externa (seja precisa ou variável) de duração por meio do movimento, que é comumente utilizada em vez do tempo verdadeiro, como uma hora, um dia, um mês, um ano.

II – O espaço absoluto, por sua própria natureza, indiferente a qualquer coisa externa, permanece sempre similar e imóvel. O espaço relativo é uma dimensão móvel ou medida dos espaços absolutos; o que nossos sentidos determinam por sua posição relativa aos corpos, e que é vulgarmente tido como espaço imóvel; esta é a dimensão de um espaço subterrâneo, aéreo ou celeste, determinado por sua posição com relação à Terra. O espaço absoluto e o relativo são iguais em figura e magnitude; mas não permanecem sempre numericamente iguais. Porque, se a Terra se move, por exemplo, um espaço do nosso ar que, com relação à Terra, sempre permanece o mesmo, será em determinado momento parte do espaço absoluto no qual passa o ar; em outro momento, corresponderá a outra parte do mesmo, e assim, absolutamente compreendido, será perpetuamente mutável. (*apud* BURTT, 1983, p. 193-194)

“O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por si, e pela sua própria natureza, flui uniformemente (...)”. “O espaço absoluto, por sua própria natureza, indiferente a qualquer coisa externa, permanece sempre similar e imóvel (...)”. Veja um exemplo de sua justificativa: um passageiro de um barco se move em relação ao

⁷ E aqui, mais uma vez, a concepção kantiana de que a razão humana tende desenfrear em trevas é cabível, visto que há uma “tendência inata da razão para passar da própria experiência sensível para uma explicação dessa experiência, embora tal explicação se situe para além dela, na esfera das ‘coisas em si mesmas’” (KANT, 1787, p. 164).

barco, o barco se move em relação à Terra, a Terra se move em relação ao Sol – e tudo que é físico se move em relação a um referencial espaço-temporal que se encontra em “repouso”, absoluto. Quanto ao espaço e tempo absolutos “estes são infinitos, homogêneos, entidade contínuas, inteiramente independentes de qualquer objeto perceptível ou movimento pelo qual tentamos medi-lo, e o tempo flui uniformemente da eternidade para a eternidade, e o espaço todo, ao mesmo tempo, em imobilidade infinita” (BURTT, 1983, p. 195). A questão que ora se apresenta é: qual a natureza deste referencial universal?

Ainda sem respostas para as confusas elucubrações de Newton, vem à mente a questão de se saber se a exigência de tempo e espaço absolutos convive com a concepção de um movimento absoluto ou mesmo um repouso absoluto. E a resposta é positiva. E o que seriam eles? Quando um corpo se transfere de uma parte do espaço absoluto para outra parte, temos um *movimento absoluto* e quando há uma continuidade de um corpo na mesma parte do espaço absoluto temos o *repouso absoluto*. A existência de um movimento absoluto implica a existência de um *ambiente infinito* no qual se pode mover, e a mensurabilidade exata daquele movimento sugere que esse ambiente é um *sistema geométrico perfeito*⁸ e um *tempo matemático puro* – em outras palavras, movimento absoluto sugere duração absoluta e espaço absoluto. Observa-se que Newton, forçosamente, quer transformar tempo e espaço em entidades reais e absolutas que existem independentemente da mente humana (ontologia), entidades nas quais o movimento e suas forças geradoras funcionam na mais perfeita harmonia. Essa certeza proporcionou uma fundação sólida sobre a qual a ciência construiu o que veio a se chamar de “física clássica”, que durou dois séculos, e que funcionou perfeitamente bem até o advento da relatividade, no século XX. Só que sua teoria aplica-se bem ao movimento dos grandes sistemas; permite que uma inteligência humana, se lhe fosse dado conhecer as posições e *forças* das coisas no universo em um determinado instante, prediga o curso integral dos acontecimentos, desde os maiores corpos do universo aos mais leves átomos – desde que seus movimentos fossem harmônicos.

Alguns “religiosos” de plantão, como parecia ser o caso de Leibniz, por exemplo, que foi um crítico ferrenho das concepções newtonianas, apontaram para

⁸ Isso se parece muito com a noção de espaço lógico em Wittgenstein e de sistema de coordenadas em Hertz.

aquilo que chamaram de influência anticristã do *Principia*: as posições fundamentais foram as de que espaço e tempo infinitos e absolutos eram admitidos como entidades independentes, vastas, nas quais as *massas moviam-se mecanicamente*, e isso significaria dar a Deus férias de suas funções primordiais. Onde caberia a ação divina se tudo funcionasse como uma espécie de relógio, harmonicamente acertado? Deus parecia ter sido varrido da existência e nada havia para tomar o seu lugar, exceto esses seres matemáticos ilimitados.

Isso ecoou mais intolerável para Newton do que a própria querela entre ele e Leibniz sobre o plágio que este último teria feito de sua invenção: o cálculo diferencial⁹. Mas, as acusações eram injustificadas. Esse relógio que era o universo, para Newton, não poderia funcionar para sempre sem a intervenção de Deus, pois, sendo assim, a necessidade divina seria supérflua. Certas irregularidades no sistema solar, não explicadas pelos movimentos dos planetas, poderiam tirar todo o sistema dos eixos, daí caberia a intervenção de Deus para colocar tudo novamente em ordem. Por outro lado, Deus é o *sensorium uniforme e ilimitado*, onde todos os corpos se movem. Ele é o próprio espaço absoluto:

É admitido por todos que o Supremo Deus existe, necessariamente; e pela mesma necessidade ele existe *sempre* e *em toda parte*. Donde ele também é todo similar, todo olho, todo ouvido, todo cérebro, todo braço, todo poder de percepção, para compreender e para agir; mas de maneira não-humana, não-corpórea; de maneira absolutamente desconhecida por nós. (*Principles*, II, p. 311)

Essas duas concepções (de Deus como coordenador do funcionamento da máquina e de Deus como *sensorium*), mais uma vez, foi motivo de escárnio por parte de Leibniz: primeiramente, “ria-se da suposição de que Deus seria uma espécie de encarregado de manutenção em nível astronômico”; segundo, quanto à ideia de que o espaço era uma espécie de *sensorium* de Deus, o questionamento de Leibniz era: “Será que Deus precisaria de órgãos sensoriais a fim de perceber?” (HELLMAN, 1999, p. 85-86). Certo é que Deus permanece intacto em seu sistema e as concepções newtonianas, muito além de físicas, estão carregadas de uma metafísica que as sustentam e as mantém.

⁹ Sobre a intriga entre Newton e Leibniz sobre quem teria antecedido na invenção do cálculo uma boa referência é a seguinte: HELLMAN, Hal. *Grandes Debates da Ciência: Dez das maiores contendas de todos os tempos*. Trad. José Oscar de Almeida Marques. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

James Gleick (2004), um biógrafo de Newton, diz que se “Deus inspirou a crença de Newton em um espaço absoluto e um tempo absoluto”, mesmo assim ele devia ter tido algumas dúvidas sobre a veracidade de um tempo e espaço absolutos, pois também observou em *Principia*: “Talvez não exista um movimento uniforme que possa servir para mensurar com precisão o tempo. Talvez nenhum corpo esteja efetivamente em repouso de modo a servir de referência para a posição e o movimento de outros” (*Principles*, II, p. 315). Para o jovem estudante de física Albert Einstein, uma especulação similar funcionaria como forte estímulo para a criação da teoria da relatividade. Mas, a presença de premissas teológicas na física newtoniana sobre espaço e tempo é reforçada quando aparece um aspecto fortemente conservador em sua metafísica: Newton concebe que existia um meio etéreo suscetível a vibrações onde os corpos impulsionados por forças gravitacionais se moviam.

Na época de Boyle, químico moderno e amigo de Newton, esse meio etéreo era utilizado para justificar o movimento propagado à distância e explicar fenômenos extramecânicos como eletricidade, magnetismo e coesão. Em tempos anteriores, em Descartes especificamente, o meio etéreo aparece como algo fluido, denso, compacto, que equilibrava os planetas em suas órbitas pelo seu movimento de vórtices. Em Newton, cujo pensamento a esse respeito havia sido estimulado por Boyle, com o qual mantinha constantes correspondências, sua concepção sobre o meio etéreo, que a princípio soava como uma hipótese, passou a ser um elemento fundamental de sua metafísica: “Se tivesse de presumir uma hipótese, seria esta, se proposta de forma mais geral, de modo a não determinar o que é a luz; além de ser ela algo capaz de estimular vibrações no éter; pois assim ela tornar-se-á geral e abrangerá outras hipóteses, de modo a deixar pouco espaço para invenção de novas hipóteses”¹⁰ – lembre-se de como ele atacava qualquer hipótese! Com essa hipótese, explicitamente assumida, Newton passa a explicar vários tipos de fenômenos como a gravidade, a eletricidade, a coesão, a sensação animal e o movimento, a refração, a reflexão e as cores da luz, etc. – todos intimamente relacionados ao conceito de força, criticado por Hertz.

¹⁰ Carta a Oldenburg, secretário da Sociedade Real, em 1675. Esta carta encontra-se no reunido de cartas de Brewster (em I, p. 390), *Memoirs of the Life, Writings and Discoveres of Isaac Newton*, Edinburgo, 1855 – citado por BURTT, 1983, p. 211.

Assim, a atração gravitacional da Terra pode ser causada pela contínua condensação de um outro espírito etéreo similar, que não o corpo fleumático principal do éter, mas algo muito tênue e difundido sutilmente através dele, de natureza talvez oleosa, pegajosa, tenaz e elástica, e desempenhando uma relação com o éter muito semelhante à que o espírito aéreo vital requer para a conservação da chama e que os movimentos vitais fazem ao ar. (BREWSTER, 1851, p. 393-394)¹¹

E, no último parágrafo do *Principia*, onde Newton já havia superado a divisão entre o corpo fleumático principal do éter e os diversos espíritos etéreos difundidos através dele, escreve:

Agora acrescentaremos algo concernente a um certo espírito muito tênue, que permeia e permanece escondido em todos os corpos densos, por cuja força e ação as partículas dos corpos atraem-se mutuamente a distância próximas e se integram, se contíguas; e os corpos elétricos operam, a maiores distâncias, tanto repelindo como atraindo os corpúsculos vizinhos; e a luz é emitida, refletida, refratada, desviada e aquece os corpos; e toda sensação é estimulada, e os membros dos corpos animais se movem ao comando da vontade, pelas vibrações desse espírito, propagado mutuamente ao longo dos filamentos sólidos dos nervos, dos órgãos externos de sensação ao cérebro, e do cérebro aos músculos. Mas essas são coisas que não podem ser explicadas em poucas palavras nem estamos providos de experimentos suficientes, necessários para uma determinação e uma demonstração acuradas das leis pelas quais esse espírito elétrico e elástico opera. (*Principles*, II, p. 314)

Como se vê, Newton não possuía quaisquer certezas acerca dessa entidade fictícia e, daí, pode-se levantar alguns problemas a partir de suas palavras: o primeiro problema diz respeito às suposições que envolvem a explicação da força gravitacional. A todo o momento de seu texto encontram-se expressões como “assim talvez o Sol...” ou “quem quiser também pode *supor*...”, e muitas outras; e isso implica, imediatamente, na falta de respostas experimentais e conclusivas do próprio Newton para esse fenômeno. Sendo assim, fica mais fácil e universalizante deduzir a presença de um “espírito etéreo” em “um corpo fleumático”; isso propicia uma independência formal ao seu sistema. O segundo problema fica por conta das dificuldades conceituais que suscitam sua teoria: o que seria esse corpo fleumático pelo qual o espírito etéreo se move? E o que é o próprio espírito etéreo? Como foi visto na citação supramencionada, Newton não “provia de experimentos suficientes” que apresentassem respostas conclusivas para essas questões. Sendo assim,

¹¹ BREWSTER, David. *The Life of Sir Isaac Newton*. London: Murray. 1851.

pode-se classificá-lo como mais um representante da herança daqueles que, não tendo aparatos técnicos ou tecnológicos para explicar experimentalmente tais fenômenos (como os de força e atração gravitacional), foi obrigado a recorrer à metafísica, especificamente à ontologia, para explicar a essência e a natureza do existente, ou melhor, a sua possibilidade ou necessidade – tal como denuncia Hertz.

Resta, por fim, tentar ao menos explicar a composição desse meio etéreo tal como Newton o concebe, e essa explicação, seguindo uma tendência dos seus antecessores (Leucipo, Demócrito, Epicuro, Lucrécio, Galileu, Descartes, Boyle, etc.), não foi outra senão atomista:

E se todos supusessem que o éter (como o nosso ar) pode conter partículas que tendem a afastar umas das outras (pois não sei o que é esse éter), e que suas partículas são extremamente menores que as do ar, ou mesmo que as da luz: a extrema pequenez de suas partículas pode contribuir para a grandeza da força pela qual aquelas partículas podem afastar-se umas das outras, e, desse modo, tornar aquele meio extremamente mais rarefeito e elástico que o ar, e, por consequência, extremamente menos capaz de resistir aos movimentos de projéteis e extremamente mais capaz de fazer pressão sobre os corpos volumosos, na sua tendência à expansão. (*Opticks*, p. 323)¹²

Deduz-se que o éter de Newton tem a mesma natureza do ar, mas é muito mais rarefeito. Suas partículas são muito pequenas e estão presentes em maior quantidade de acordo com sua distância dos poros interiores dos corpos sólidos. São elásticas por possuírem poderes mutuamente repulsivos e tendem constantemente a afastar-se umas das outras, e essa tendência é a causa dos fenômenos da força gravitacional. Todo o mundo físico pode consistir de partículas que se atraem em proporção ao seu tamanho, passando a atração através de um ponto zero para a repulsão até chegar às menores partículas que compõem o que se denomina éter. E essas são as consequências da metafísica newtoniana.

O impacto das teorias newtonianas ainda se faz sentir no século XX em muitos campos da ciência. A teoria das ondas luminosas usa as leis do movimento de Newton, e o mesmo se pode dizer da teoria cinética do calor. A teoria newtoniana foi importante também no desenvolvimento da compreensão da eletricidade e do magnetismo e nas descobertas de Faraday e Maxwell em eletrodinâmica e óptica. Sua física norteou a ciência por mais de duzentos anos – até o início do século XX,

¹² NEWTON, Isaac. *Opticks: Or, a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflection, and Colours of Light*. 3. ed. Londres, 1721.

quando Einstein demonstrou que a física precisava crescer para além da estrutura newtoniana. Antes de Einstein, porém, Hertz já havia apontado para essa necessidade, no entanto, motivado pelo incômodo com a forma com que Newton empregava, inadvertidamente, o obscuro conceito de força.

1.2 Eletromagnetismo: para além das leis de Newton

O sistema newtoniano por muito tempo foi considerado definitivo: um sistema de definições e axiomas que dá lugar a um conjunto de equações matemáticas, que descrevem a estrutura eterna da natureza, independente de um dado espaço ou tempo¹³. Newton teria fixado sua influência na mecânica tratando desde o movimento de pontos materiais, passando pela mecânica dos sólidos, pelos movimentos contínuos de um fluido até os movimentos vibratórios de um corpo elástico. Sua influência se estende também da dinâmica para a acústica e a hidrodinâmica, que se tornaram ramos da mecânica. Seu método levou ao desenvolvimento da astronomia, permitindo determinações precisas dos movimentos dos planetas e de suas interações. E até a teoria do calor pôde ser reduzida à mecânica, com base na hipótese de que o calor consiste em um movimento estatístico complicado de partículas diminutas da matéria. Com a eletricidade e o magnetismo deu-se da mesma forma: ao serem descobertas, foram comparadas às forças gravitacionais e suas ações sobre o movimento dos corpos puderam também ser estudadas nas linhas da mecânica newtoniana. No entanto, dificuldades surgiram nas discussões sobre o campo eletromagnético, isso porque, ao invés de se admitir, assim como fez Newton, a possibilidade de uma força agindo a grandes distâncias, a realidade deste campo apontava para a ação de um ponto vizinho a outro, caso o comportamento desses campos fossem descritos por equações diferenciais.

Como o próprio nome sugere, eletromagnetismo refere-se a um fenômeno que é uma combinação de eletricidade e magnetismo. Como foi dito, seguindo o exemplo de Newton e aplicando o método científico ao ramo da física denominado mecânica, pesquisadores do século XVIII e XIX como Charles Coulomb (1736-1806), e André-

¹³ Não é que as leis não envolvam as variáveis espaço e tempo e sim que as elas valem para toda eternidade.

Marie Ampère (1775-1836), o físico italiano Alessandro Volta (1745-1827), o matemático alemão Karl F. Gauss (1777-1855), realizaram centenas de experimentos com eletricidade e magnetismo, procurando entender esses fenômenos. Esses pensadores, conhecidos como mecanicistas, foram assim reconhecidos por acreditarem que as leis da mecânica poderiam explicar todos os fenômenos naturais. Mas resta entender o pensamento daqueles que foram além das leis da mecânica e, portanto, além das leis de Newton, para explicar fenômenos eletromagnéticos. É o caso do físico e químico Michael Faraday (1791-1867) e do físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879). A partir de então, verifica-se como seus pensamentos influenciaram Hertz no que concerne à sua física ou, então, sua filosofia da ciência. Por outro lado, o conceito de energia trabalhado por tais pensadores pareceu-lhe, como no caso da força newtoniana, desprovido de qualquer significado.

O ponto de partida será com os partidários da aplicação da mecânica de Newton ao estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos. Charles Coulomb, por exemplo, como bom mecanicista, além de defender que as forças da natureza poderiam ser explicadas por leis mecânicas, defendia também a necessidade de que os fenômenos fossem explicados por relações algébricas, pois achava ser a matemática o caminho para se compreender a natureza. Defendeu, portanto, que a expressão matemática para calcular a força elétrica entre corpos eletrizados tinha formato semelhante àquela proposta por Newton para a atração gravitacional. Para o módulo da força elétrica é possível utilizar a seguinte fórmula¹⁴:

$$F = k \times Q \times q / R^2$$

(Q = carga elétrica de um dos corpos; q = carga elétrica do outro corpo; e R = distância entre os corpos). Observe, portanto, que essa equação é muito parecida com a expressão matemática que explica a atração gravitacional, criada por Newton:

$$F = G \times M \times m / R^2$$

(K e G nas duas equações são consideradas como constantes universais).

¹⁴ Mantendo o que fora prometido na introdução deste trabalho, reitera-se: a intenção não é a exposição das extensas fórmulas da física acompanhadas de suas elucidações.

Com seu trabalho, Coulomb “eliminou” qualquer dúvida quanto à capacidade das leis mecânicas em explicar os mais variados tipos de fenômenos naturais, afinal a constante presente em sua lei era universal, independente do lugar da realização da experiência. Mostrou também, por meio de sua experiência com uma balança de torção, que as forças elétricas e magnéticas eram de naturezas diferentes, não havendo ligação entre elas: o movimento de fluidos elétricos explicava os fenômenos elétricos; e os fluidos magnéticos, os fenômenos magnéticos. Contudo, as conclusões de Coulomb pareciam equivocadas. Foi o que demonstrou Oersted.

Hans Christian Oersted (1777-1851), através de suas experiências com a pilha de Volta, estudou com afinco a natureza da eletricidade. Sua experiência com a agulha imantada deu-lhe a certeza da concepção de natureza orgânica. Em suas experiências, observou o que acontecia nas imediações de um fio condutor atravessado por corrente elétrica. Para tanto, realizou várias experiências aproximando uma agulha imantada de um fio condutor retilíneo por onde passava uma corrente elétrica. Como consequência, a agulha imantada sofria perturbação ao ser aproximada do fio condutor atravessado por corrente elétrica. Publicou o resultado de seus experimentos em um artigo, em 1820, intitulado “*Experimentos sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética*”. Nesse texto, Oersted demonstra teoricamente como a agulha imantada podia se movimentar na presença de uma corrente elétrica. Assim, fica definitivamente estabelecida, na história da ciência, a relação entre eletricidade e magnetismo: um efeito elétrico produz um efeito magnético. Sua experiência também contraria os padrões newtonianos de força. Segundo Newton, as forças deveriam estar sempre ao longo da linha reta que une dois corpos – é o caso da gravidade. No entanto, a experiência de Oersted demonstra o contrário. Colocando-se a agulha da bússola em posições diferentes ao redor do fio, observa-se algo diferente: a agulha da bússola está tangente à linha que forma um círculo. Isso significa que o campo magnético é circular e não retilíneo. Nos padrões newtonianos, dada a realização desse experimento, a agulha da bússola deveria ficar paralela a uma linha reta que sai radialmente do fio.

O impacto do resultado foi tão forte que os grandes nomes da física duvidaram de sua veracidade. Esse foi o caso de Ampère. Até o ano de 1820 (ano da publicação do artigo de Oersted) ele tinha uma participação incipiente na comunidade científica, não passando da publicação de poucos artigos sobre química e matemática, porém ganha proeminência a partir da análise da experiência da

agulha imantada. Anos antes, havia defendido que o magnetismo se devia a um fluido magnético diferente do elétrico e que, portanto, eram fenômenos independentes. Instigado pelos resultados, abandonou suas teses sobre os fluidos distintos e passou a interpretar o magnetismo como um efeito secundário, gerado por correntes elétricas. Nos ímãs ou materiais imantados o magnetismo seria originado em pequenas correntes circulares nas moléculas constituintes. Observou, em seus experimentos, que, ao se colocarem duas correntes circulares girando em um mesmo sentido, elas se atraem; mas, e em sentidos opostos, elas se repelem – analogamente à atração e repulsão de dois ímãs. Suas ideias, no entanto, eram fruto de uma concepção ainda newtoniana de que uma força, originada em um corpo, surgia instantaneamente em outro corpo, distante do primeiro. E é por isso que ele se mantinha fiel à concepção de interação apenas entre corpos de mesma natureza: sendo a eletricidade o fenômeno fundamental, o magnetismo seria apenas um efeito secundário.

Foram justamente essas conclusões o ponto de partida das críticas de Faraday ao trabalho de Ampère. Mesmo se respeitando mutuamente, o diálogo entre Faraday e Ampère era repleto de discussões. Faraday não concordava, por exemplo, com a ideia newtoniana de uma força de um corpo atuando a distância sobre o outro, e tinha uma forma de mostrar que o magnetismo se estendia pelo espaço vizinho de fios e ímãs:

Analisando o comportamento da força magnética ao redor de um fio condutor, ele construiu um dispositivo que lhe permitiu mostrar que um fio condutor atravessado por corrente elétrica poderia girar ao redor de um ímã fixo. Da mesma forma, um ímã móvel poderia movimentar-se ao redor de um fio condutor fixo por onde passava corrente elétrica. Esse experimento registrou pela primeira vez a conversão de eletricidade em movimento. (BRAGA, 2004, p. 43)¹⁵

Com isso, Faraday provou a possibilidade de obtenção da eletricidade por um efeito magnético e um efeito magnético por efeitos elétricos. Além disso, analisou como uma corrente elétrica poderia induzir uma nova corrente elétrica num circuito vizinho. Obteve corrente elétrica numa bobina isolada usando um circuito elétrico vizinho em vez de usar um ímã (corrente por indução). Apresentou uma explicação

¹⁵ BRAGA, Marco (Org.) *Faraday e Maxwell: eletromagnetismo – da indução aos dínamos*. São Paulo: Atual, 2004. (Ciência no Tempo)

única para todos esses casos, que recebeu o nome de “lei da indução de Faraday”. Criticou também a inconsistência entre as forças elétricas entre corpos carregados e as forças entre correntes de Ampère. Ao contrário do cientista francês, demonstrou que corpos com cargas diferentes se atraem e com cargas iguais se repelem.

Faraday rejeitava a tese newtoniana de que todos os fenômenos podiam ser compreendidos como resultado da atração ou repulsão à distância entre partículas, ou entre fluidos. Para ele, transmissões elétricas, magnéticas e eletromagnéticas ocorriam de forma contínua através de linhas de força. “Buscando uma explicação, ele estudou o movimento das cargas no condutor e a configuração das linhas de força. Notou que as cargas no condutor se movimentam perpendicularmente às linhas de campo, assim por dizer ‘cortando-as’” (CRUZ, 2005, p. 126)¹⁶. Com isso, abandonou seu antigo conceito de estado eletrotônico¹⁷ em favor das linhas de força como a principal explicação dos fenômenos eletromagnéticos. No entanto, não eram somente os fenômenos eletromagnéticos que frequentavam o imaginário criativo de Faraday; tinha obsessão em estabelecer uma relação entre força, matéria e luz, isto é, buscar uma teoria unificada para as forças da natureza, demonstrar experimentalmente a relação entre eletricidade, magnetismo e gravidade. Chegou à conjectura de “que a força, ela mesma, seria matéria e que os corpos materiais, as moléculas, seriam um concentrado de forças, um nó de linhas de força. Em defesa dessa conjectura, ele argumentava que a gravidade é uma força e, ao mesmo tempo, uma propriedade da matéria” (CRUZ, 2005, p. 136). Ainda assim, o mais importante nas especulações de Faraday foi o *insight* substancial que teve: deduziu que as linhas de força seriam análogas a cordas espalhadas pelo espaço formando o campo e da mesma forma que uma perturbação em uma corda esticada se propaga na forma de onda, uma variação do campo deveria se propagar no espaço como uma onda (CRUZ, 2005). Essa conjectura foi o ponto de partida dos trabalhos de Maxwell que tiveram reflexos diretos no pensamento de Hertz. Faraday proporcionou a Maxwell a possibilidade de elaboração de equações diferenciais para descrever o mais novo conceito da ciência: uma onda eletromagnética. E acompanhado desse novo passo rumo ao desenvolvimento da ciência, vê-se o

¹⁶ CRUZ, Frederico Firmo de Souza. *Faraday e Maxwell: Luz sobre os campos*. São Paulo: Odysseus Editora, 2005.

¹⁷ “Ao denominar o estado de equilíbrio de eletrotônico, Faraday quis dizer que os sistemas elétricos dentro de um campo magnético ganham uma certa energia que fica armazenada da mesma forma que uma mola sob tensão fica comprimida e armazena energia” (CRUZ, 2005, p. 124-125)

retorno do antigo conceito metafísico ao campo das teorias científicas: o éter.

Maxwell se impressionou bastante com os resultados obtidos por Faraday; resultados estes que, mesmo sendo obtidos por meios experimentais, por não terem sido escritos em linguagem matemática, eram vistos com reservas por muitos cientistas. Em 1855, em um artigo intitulado “*Sobre as linhas de força de Faraday*”, ele começou a provar as teorias de Faraday, partindo da demonstração de que por trás da ideia de linhas de força havia um pensamento matemático, apesar de, como foi dito, Faraday não ter se utilizado de fórmulas para descrever sua teoria. No prefácio de sua obra *A Treatise on Electricity and Magnetism*¹⁸ afirma:

Na medida em que eu prosseguia meus estudos sobre Faraday, percebi que seus métodos de conceber os fenômenos eram também matemáticos, embora não fossem exibidos na forma matemática convencional. Descobri também que esses métodos podiam ser expressos na forma convencional de símbolos matemáticos e então ser comparados com os resultados dos denominados matemáticos.

Por exemplo, Faraday, em sua concepção, vê linhas de força atravessando todo o espaço, enquanto os matemáticos vêem centros de força atraídos à distância; Faraday vê um meio onde eles nada vêem além da distância. Faraday enxerga a base dos fenômenos na ação real que ocorre no meio; eles estão satisfeitos por terem encontrado isso numa força de ação à distância impressa nos fluidos elétricos.

Maxwell pretendia, com essa matematização dos trabalhos de Faraday, fixar de vez seu antagonismo à concepção newtoniana de ação à distância e também quanto à extensão da física Newton, promovida por partidários do cientista inglês, como F. E. Neumann e Wilhelm Weber, que teriam obtido um artefato matemático que unificava a eletricidade estática, a atração entre correntes e a indução das mesmas, tendo com isso “conseguido” estender a teoria newtoniana à eletricidade. Maxwell aceitava os resultados matemáticos obtidos por essa teoria, mas questionava a concepção de realidade por trás dela, isso porque, se for tomada como exemplo a teoria de condução de calor, verifica-se que o calor tem como base a ação contígua, isto é, ele é transmitido por contato entre partículas vizinhas – ideia matematizável (como a teoria de Weber), mas completamente distinta de uma ação à distância. “Maxwell conclui que é possível ter-se equações matematicamente análogas, mas com base em uma concepção física diferente da noção à distância, isto é, uma teoria baseada na ação contígua, em um conceito de campo” (CRUZ, 2005, p. 185).

¹⁸ MAXWELL, James Clerk. *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Nova York: Oxford University Press, 1998. vol II.

E é o conceito de campo de Faraday que ele irá retomar, com o propósito de dar-lhe um suporte matemático. No entanto, é justamente aqui o lugar em que sua física está mais carregada de metafísica.

Sem a construção de modelos materiais, como era seu costume produzir em outras situações e experimentações, Maxwell orientou seu pensamento da seguinte maneira: o campo de Faraday seria como líquido, um fluido que tomava todo o espaço e, como em um rio, as correntes (linhas de força) deveriam determinar a direção e o movimento dos corpos. Esse líquido imaginário seria o éter: substância absolutamente imóvel, sem peso, invisível, de viscosidade zero, com uma resistência maior que a do aço e que não é detectado por instrumento algum. Essa substância, que preenchia os interstícios entre a matéria, seria o ambiente transmissor das ondas eletromagnéticas.

As vastas regiões interplanetárias e interestelares não serão mais consideradas como regiões desoladas, as quais o Criador não achou apropriado preencher com os símbolos da múltipla ordem de seu Reino. Deveremos encontrá-las já preenchidas com este meio maravilhoso, tão pleno, que nenhum poder humano poderá removê-lo da menor porção do espaço, ou produzir a mais leve falha em sua infinita continuidade. Ele se estende de estrela a estrela, e quando uma molécula de hidrogênio vibra em uma estrela da constelação do Cão, o meio recebe os impulsos destas vibrações, e depois de transportá-la em seu imenso regaço por três anos, entrega-os no devido tempo, de maneira regular, ao espectroscópio do Sr. Huggins, em Tulse Hill. (MAXWELL, *apud* TORT; CUNHA; ASSIS, 2004, p. 281)¹⁹

Com a necessidade de se postular mais uma vez o éter na história da ciência, vê-se a física recair no mesmo tipo de explicação metafísica dos modernos Descartes, Boyle, Newton, além de outros: sem explicações empíricas para os fenômenos próprios da natureza, são impelidos a recorrerem a “substâncias” cuja função não é mais do que a de dar inteligibilidade a um sistema. Nos dizeres de Poincaré, “pouco nos importa que o éter exista realmente: é um problema para os metafísicos. O importante para nós é que tudo se passa como se ele existisse, e essa é uma hipótese cômoda para a explicação dos fenômenos” (POINCARÉ, 1984, p. 157)²⁰. Mas, isso não diminui a contribuição de Maxwell na história da ciência. Na verdade, a onda eletromagnética não precisaria do éter para se propagar, o que

¹⁹ TORT, A. C.; CUNHA, A. M.; ASSIS, A. K. T. Uma tradução comentada de um texto de Maxwell sobre a ação à distância. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. V. 26, p. 273-282, 2004.

²⁰ POINCARÉ, J. H. *A Ciência e a Hipótese*. Trad. Maria Auxiliadora Kneipp. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1984.

ficou demonstrado pelo famoso experimento de Michelson e Morley²¹, que eliminaram de vez a existência do éter dos terrenos da física.

Muito mais importante do que a ideia de como esse campo era “fisicamente” constituído é a contribuição de Maxwell para a matematização do próprio campo, como também dos fenômenos eletromagnéticos. Ele desenvolveu um trabalho matemático com o propósito de construir expressões que descrevessem como as ações eletromagnéticas ocorriam e se transmitiam. Elaborou ainda equações diferenciais para descrever uma onda eletromagnética, cuja energia está contida em dois campos, o elétrico e o magnético, que se encontram polarizados, transversalmente e perpendiculares entre si, enquanto a própria onda se propaga em ângulo reto com o plano da polarização. Quando calculou teoricamente a velocidade de propagação da luz, a partir de suas equações, descobriu que este resultado coincidia com a mais recente estimativa, obtida em laboratório, da velocidade da luz. Assim, inferiu que a luz devia ser uma onda eletromagnética.

Todavia, as pretensões de Maxwell giravam ao redor da necessidade de comprovação da existência do campo e da conexão dinâmica que ele estabelece: agindo sobre os corpos e sofrendo-lhes a ação, isto é, o papel principal do campo é a criação de um vínculo, de uma conexão entre os corpos elétricos e magnéticos. De forma geral, suas equações são para um sistema em que dois corpos estão conectados através de um terceiro, porém Maxwell introduz ainda as especificidades dos fenômenos elétricos e magnéticos e analisa os fenômenos de indução – que exibem o papel do campo, fazendo uma conexão entre dois circuitos ou duas correntes. Este cientista apresenta, enfim, mais de 20 equações, reduzidas posteriormente a um número de quatro por Oliver Heaviside, físico inglês que trabalhou nos desenvolvimentos ulteriores da teoria, criando o formalismo matemático que permite que tais equações sejam escritas na forma sintética como são conhecidas hoje. No geral, é isso que dizem as equações de Maxwell:

- a) uma carga elétrica produz um campo elétrico;
- b) existe um campo magnético entre os polos de um magneto;
- c) campos elétricos são produzidos por mudança de campos magnéticos;

²¹ Sem maiores detalhes, em 1887 Michelson e Morley, através de experimentos, demonstraram que a velocidade da luz era a mesma em qualquer direção e em qualquer momento. Portanto, ao se esperar que tal velocidade fosse diminuída quando do movimento de “subida” pelo éter, viu-se que nada disso acontecia, pois a luz não muda sua velocidade independente de estar “subindo a corrente” ou “descendo a corrente” ao viajar através de um éter inexistente.

d) campos magnéticos são produzidos por mudança de campos elétricos e por correntes elétricas.

Recebem, por exemplo, a seguinte explicação:

Os dois primeiros princípios explicam os campos elétricos e magnéticos *estáticos*, ou seja, campos sem correntes ou mudanças de correntes. A contribuição mais significativa de Maxwell foi o quarto princípio. Ele reconheceu que os campos magnéticos não são produzidos apenas por correntes elétricas, mas também por mudança de campos elétricos. Depois de começar seu trabalho e elaborar as quatro equações, ele percebeu que as leis de número três e quatro significam que campos elétricos e campos magnéticos em propagação não podem ser separados porque um produz o outro. A partir dessa percepção, ele previu a existência de *ondas de energia em sua maior parte invisíveis*, que atualmente denominamos radiação eletromagnética. Ou seja, com base fundamentalmente na terceira e na quarta equações, Maxwell previu a existência de “campos” eletromagnéticos oscilatórios movendo-se pelo espaço como ondas ou pequenas ondulações em um lago irradiando-se de sua fonte. (BRODY; BRODY, 1999, p. 204)²²

As ondas eletromagnéticas, que consistem em uma série de cristas e depressões, possuem três características: I) comprimento, que é a distância entre as cristas adjacentes; II) velocidade, que é a medida do movimento entre cristas e III) frequência, que é a quantidade que indica quantas cristas passam por um dado ponto em um segundo. Tais ondas só seriam encontradas oito anos após a morte de Maxwell, quando Heinrich Hertz começou a procurar por elas, confirmando-se, assim, a sua existência em 1888. Hertz demonstrou que as ondas de rádio, luz e calor irradiado eram ondas eletromagnéticas, cujo comportamento havia sido descrito pelas equações de Maxwell, e todas viajavam à velocidade da luz. Dessa forma, na eletrodinâmica – embora, não na mecânica – já não era mais necessário buscar refúgio na ação à distância instantânea newtoniana; o campo eletromagnético transmitia forças elétricas e magnéticas numa velocidade finita, à velocidade da luz. “As definições e axiomas, que Newton construía, referiam-se a corpos e seus movimentos; mas, com Maxwell, os campos de força pareciam ter adquirido o mesmo *status* de realidade que os corpos na teoria newtoniana” (HEISENBERG, 1995, p. 75)²³.

²² BRODY, David Eliot; BRODY, Arnold R. *As sete maiores descobertas científicas da história e seus autores*. Trad. Laura Teixeira Mota. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

²³ HEISENBERG, Werner. *Física e filosofia*. 3. ed. Trad. Jorge Leal Ferreira. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1995.

1.3 Considerações Finais

Este capítulo procurou cumprir suas pretensões iniciais. Partindo-se do pressuposto de que seria de fundamental importância abrir caminhos para o entendimento do pensamento de Hertz e, para isso, tinha-se que entender, mesmo parcialmente, o desenvolvimento da ciência moderna até o auge do seu trabalho, tal pretensão parece ter sido atendida. O que foi desenvolvido até aqui, espera-se que sirva como *background* para o entendimento do que se desenrolará ora em diante.

No entanto, algumas questões podem surgir a partir do que aqui se desenvolveu, como, por exemplo: o que é que se define aqui por metafísica? Com quais critérios tal metafísica foi identificada? Por que as noções de tempo e espaço absolutos, bem como de éter, serviram de viés para o desenrolar do que foi definido como “entidade” metafísica? Onde se apresenta a metafísica nas discussões que envolvem a eletrodinâmica que, ao que parece, perverte toda e qualquer concepção que não seja eminentemente física? Não seria a pretensão de identificar as bases metafísicas da ciência moderna um desrespeito para com toda sua construção empírica historicamente constituída?

Representando o espírito filosófico, primeiramente, apontou-se desde o início para a atitude não-dogmática diante da realidade e para o devido respeito a toda construção científica durante os séculos de estudos – isso foi expresso desde a introdução deste trabalho. No entanto, os estudos aqui apresentados também apontam para a identificação, nas construções científicas aqui expressas, da genialidade humana que, diante da falta de respostas e confirmações empíricas para a própria natureza, ousa utilizar-se do imaginário criativo e fabricar a própria realidade. Quanto às respostas para as demais questões, o que aqui é apresentado como metafísica difere-se deste conceito em seu desenvolvimento histórico: ora apresentado como teologia, ora como gnosiologia. Aqui se trata de uma concepção ontológica que expressa o aspecto da metafísica que visa caracterizar a realidade, identificando todas as suas categorias essenciais e estabelecendo as relações que mantêm entre si – e discursos acerca do tempo ou espaço absolutos, ou mesmo a respeito do éter, tratam exatamente disso. A única coisa que se pretende salientar refere-se à escolha do éter como viés dessa discussão. Até o desenvolvimento da física contemporânea, sabe-se muito bem que o que era conhecido como éter não

era mais do que um subterfúgio para explicar (ou justificar) fenômenos até então inexplicáveis. Ele nada mais era do que uma conjectura, utilizada principalmente em associação com princípios mecânicos da matéria (principalmente à noção de força e energia). E essa manifestação ontológica permaneceu. Vê-se isso, por exemplo, na insistência dos muitos físicos do século XIX, que, por causa de uma visão mecanicista da natureza, foram obrigados a defender a existência de um ambiente misterioso que permeava todo o universo: o meio etéreo – esse é o caso de Maxwell e também do próprio Hertz. O que toda essa discussão contribui para a continuidade do desenvolvimento deste trabalho? Ela simplesmente lança luz sobre o campo que se irá investigar e, espera-se, seja de valia como propedêutica para os capítulos seguintes. É a partir daqui que se entende com quais problemas Hertz estava envolvido e como a resolução desses problemas favorecerá o *Tractatus* de Ludwig Wittgenstein.

CAPÍTULO II

HEINRICH HERTZ: MECÂNICA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA

2 Introdução

No capítulo anterior, viu-se que Maxwell apresentou um modelo de equações como instrumento para tratar, segundo as leis da mecânica newtoniana, o campo não-newtoniano de Faraday. É importante ressaltar que em momento algum Maxwell menosprezou a mecânica como um instrumento obsoleto para o estudo dos fenômenos da natureza. Sua proposta era, por meio da mecânica, superar o modelo newtoniano da ação à distância e lançar luz sobre os campos. E foi pela formalização de suas equações que conseguiu relacionar todas as grandezas do campo eletromagnético e ainda mostrar que a velocidade de uma onda eletromagnética é igual à da luz, lançando mão, é claro, da crença de um meio etéreo pelo qual tais ondas viajariam.

Por volta de 1870, o alemão Hermann Von Helmholtz, diante da confusão a respeito do eletromagnetismo, com a existência de várias teorias para explicar o mesmo fenômeno, fundamentou seu trabalho na formulação de um potencial eletrodinâmico que generalizava os resultados dos trabalhos dos físicos, especialmente, de W. Weber, Neumann e J. Maxwell. Segundo Helmholtz,

lado a lado com a teoria de Weber, existiam inúmeras outras, as quais tinham em comum o seguinte: todas elas consideravam que a intensidade da força expressa pela lei de Coulomb seria modificada pela influência de alguma componente da velocidade das quantidades elétricas em movimento. (HELMHOLTZ, 1956)¹

Suas questões no campo do eletromagnetismo, especialmente sua contribuição para a formulação da lei da conservação de energia², vai ao encontro justamente da certeza de que teorias como as de Weber e de Neumann, desenvolvidas a partir da noção da ação à distância de Ampère (ou de Newton) não poderiam conviver cientificamente lado a lado com a teoria de Maxwell. Utilizando o princípio da conservação de energia, Helmholtz consegue deduzir as equações de Newton e, com isso, conclui que “todas as teorias físicas ou deveriam ser

¹ HELMHOLTZ, H. von. Prefácio. In: HERTZ, H. *The principles of mechanics*: presented in a new form. Preface by Hermann von Helmholtz. Authorized English translation by D. E. Jones e J. T. Walley. With a new introduction by R. S. Cohen. New York: Dover Publication, 1956.

² Eis o seu enunciado: uma certa quantidade de energia, acessível à experiência, deve permanecer constante. Essa quantidade é a soma de dois termos (energia cinética e energia potencial): um depende apenas da posição dos pontos materiais e é independente de suas velocidades; o segundo é proporcional ao quadrado dessas velocidades.

newtonianas ou violariam a conservação de energia” (CRUZ, 2005, p. 213). É o caso da teoria de Weber que introduz uma força independente da velocidade, o que viola os princípios de Newton e, portanto, o princípio da conservação de energia.

Após um estudo mais aprofundado, Helmholtz concluiu que as diferenças mais importantes entre as teorias estavam relacionadas com previsões e explicações sobre fenômenos envolvendo correntes abertas. Essas correntes ocorrem em circuitos que tenham fios separados por uma certa distância, isto é, separados por uma camada de dielétrico. Por exemplo, um circuito que tenha um capacitor ou um circuito com extremidades próximas, mas separadas pelo ar. Nesses circuitos as correntes de deslocamento de Maxwell têm um papel fundamental. (CRUZ, 2005, p. 213)

Helmholtz decide, então, testar as teorias eletromagnéticas disponíveis. Segundo suas afirmações, no “Prefácio” de *Os Princípios da Mecânica* de Hertz, primeiramente, averigua a adequação das diversas teorias ao comportamento da corrente elétrica em circuitos abertos e fechados. Tentaria com isso responder às seguintes questões: quem estaria certo, os partidários de Weber que, admitindo a ação à distância, sugeriam que a eletricidade seria dotada de “um certo grau de inércia”? Ou os de Maxwell, que rejeitavam a ação à distância e propunham a explicação dos fenômenos eletromagnéticos a partir da polarização dielétrica de um meio interveniente hipotético? Coube ao seu pupilo, Hertz, procurar experimentalmente a resposta.

Hertz, elogiado por Helmholtz como um “ser dotado dos mais raros dotes de caráter e intelecto” (HELMHOLTZ, 1956, Prefácio), a convite do próprio Helmholtz, inicia o que viria ser um dos trabalhos científicos de maior impacto em todos os tempos na história da ciência. Enquanto pesquisador do laboratório comandado por Helmholtz em Berlim, suas pesquisas decidiram a questão proposta por seu mestre. Projetou experimentos para investigar se a variação da polarização de um dielétrico, isto é, a corrente de deslocamento, poderia induzir ou não efeitos magnéticos. As teorias em questão forneciam conclusões diversas sobre o assunto. Hertz, no entanto, percebe que esses efeitos poderiam ser mais facilmente detectados se um campo elétrico alternado de alta frequência fosse aplicado ao circuito. A oscilação causaria uma rápida agitação da polarização do dielétrico, o que amplificaria o efeito – e foi assim que ele identificou “oscilações elétricas” (HELMHOLTZ, 1956, Prefácio) propagando-se entre extremidades de condutores abertos. Observando que a frequência tinha papel importante nos efeitos, buscou nas diversas teorias um apoio

para interpretar os resultados e prosseguir a investigação. Ao aprofundar a teoria de Maxwell conseguiu controlar as características das oscilações produzidas, medir o comprimento de sua onda e a velocidade de propagação no ar, concluindo que a perturbação que se propagava de um circuito para outro era uma onda eletromagnética à velocidade da luz. Isso lhe permitiu investigar a existência de comportamentos ondulatórios, tais como interferência, reflexão e refração e os resultados obtidos comprovaram todas as previsões de Maxwell.

Mas, como o trabalho de Hertz ultrapassa os limites do domínio do eletromagnetismo e da óptica e o limite dessa tese funda-se na análise dos conceitos centrais de sua filosofia da ciência e não de sua física como um todo, propõe-se aqui interpretar tais conceitos e averiguar o percentual de influência sobre a filosofia do *Tractatus* de Wittgenstein (especialmente de sua ontologia, de sua teoria da figuração e filosofia da ciência). Partindo do pressuposto da existência de tal influência, pretende-se demonstrar em quais pontos ela se torna mais evidente. E para isso, um bom passo é entender o funcionamento de sua mecânica e averiguar como seu ideal filosófico de representação (*Darstellung*) se apresenta nela. Doravante, o principal procedimento em busca dos necessários esclarecimentos é tentar entender o que *The Principles of Mechanics (presented in a new form)* pretendiam resolver.

2.1 A Mecânica de Hertz: Considerações Preliminares

Publicado postumamente, *Os Princípios da Mecânica: apresentados em uma nova forma*³ de 1894 ocupou os três últimos anos da vida de Hertz. Sobre a estrutura e finalidade dessa obra, sua leitura parece apontar para a realidade da *representação* no interior das teorias científicas: sua forma, conteúdo e finalidade.

O termo “representação” havia ganhado bastante destaque entre os cientistas-filósofos alemães no século XIX – é o caso de G. Kirchhoff, H. Helmholtz, E. Mach, L. Boltzmann – e teria entrado em circulação através das filosofias de Kant e Schopenhauer.

³ Aqui utilizamos a seguinte bibliografia:

HERTZ, H. *The principles of mechanics: presented in a new form*. Preface by Hermann von Helmholtz. Authorized English translation by D. E. Jones e J. T. Walley. With a new introduction by R. S. Cohen. New York: Dover Publication, 1956.

Segundo Janik e Toulmin (1991, p. 147-156), dois termos na língua alemã equivalem à palavra “representação”, com significados completamente diferentes, unindo duas noções encadeadas, que não se distinguem claramente na época de Hertz e, até hoje, são confundidas e trocadas uma pela outra: uma com sentido usualmente ligado ao “sensorial” ou “perceptivo” e a outra mais “pública” ou “linguístico”. A primeira (sensorial) estava ligada à palavra alemã *Vorstellung*; e a segunda (pública), à palavra *Darstellung*. A primeira pode ser relacionada com a óptica fisiológica de Helmholtz ou com a psicologia de Mach e equivale ao termo lockiano “ideia” – termo utilizado pelos filósofos britânicos, equivalendo a “sensações”. Na Alemanha, *Vorstellung* “é a palavra corretamente empregada pelos alemães para denotar um quadro mental de um dado sensorial” (JANIK; TOULMIN, 1991, p. 156). Já *Darstellung* (termo utilizado na mecânica de Hertz) não quer significar uma representação como reprodução de impressões sensoriais. Mais do que isso, equivale a “esquemas cognitivos”, “fórmulas”, “modelos” – esquemas conscientemente construídos para o conhecimento: “nesse modo de representação, os homens não são meros espectadores passivos a quem as ‘representações’ (como as ‘impressões’ de Hume ou as ‘sensações’ de Mach), simplesmente *acontecem*” (JANIK; TOULMIN, 1991, p. 156). É da confusão na tradução desses dois termos que muitos problemas interpretativos surgem⁴.

Para um só exemplo do tipo da confusão supramencionada, apresenta-se aqui, sumariamente, a inadvertência da obra de David Hyder intitulada *The Mechanics of Meaning* (2002)⁵ ao tratar da representação na mecânica de Hertz. Nessa obra, o autor propõe uma interpretação do espaço lógico do *Tractatus* de Wittgenstein, retomando uma noção, segundo ele, muito presente no campo da epistemologia científica até o final do século XIX e que teria influenciado o jeito de fazer ciência de Hertz: esta é a noção de múltiplo perceptual, isto é, de que todas as nossas experiências possíveis vêm embaladas em dados dos sentidos. Segundo Hyder, Helmholtz teria sido o expoente mais proeminente da “teoria do múltiplo da percepção” (da noção da existência de um espaço n -dimensional) a partir de suas pesquisas em acústica e óptica fisiológica, apoiadas no trabalho de pesquisadores

⁴ O que não é difícil de encontrar quando se trata da interpretação do pensamento de Hertz e do próprio Wittgenstein.

⁵ HYDER, David. *The mechanics of meaning: propositional content and the logical space of Wittgenstein's Tractatus*. Berlin; New York: de Gruyter, 2002. (Quellen und Studien zur Philosophie; Bd. 57)

como Hermann Graßmann e James Clerk Maxwell. Como consequência da expansão da noção de múltiplo, “ao final do século XIX, este era um científico lugar comum, tanto que encontramos autores como Poincaré, Boltzmann, Weyl e Carnap assumindo-o como dado em seus escritos sobre epistemologia” (HYDER, 2002, p. 12).

A ideia da teoria dos múltiplos era atrativa porque se abria para a possibilidade de que todas as teorias científicas, incluindo aquelas sobre os fundamentos da física, que no contexto da época conduzia à mecânica, eram em última instância teorias dos múltiplos – os trabalhos de Hertz, Boltzmann e outros, segundo Hyder, iriam definir precisamente a meta de toda teoria científica, a saber, versar sobre a multiplicidade perceptual. Segundo Hyder, o múltiplo da percepção tinha um fundo matemático implícito. Sendo assim, o objetivo das teorias físicas teria que ser duplo:

Fenomenologicamente, a ciência procurará correlacionar as relações matemáticas implícitas nas percepções com as quantidades envolvidas nas teorias físicas fundamentais; e, considerando de forma realista, oferecerá uma *explicação* física e fisiológica sobre o porquê estas correlações existem. (HYDER, 2002, p. 13).

No caso da fisiologia do organismo humano, tal teoria epistemológica o vê como incorporado a transformações matemáticas de uma espécie de múltiplo (definido pelos parâmetros variáveis da luz) sobre um outro (o múltiplo tridimensional da cor sensível). E é nesta transformação que Hyder entende a aproximação da fisiologia do sentido de Helmholtz com a relação pictorial ou afiguradora (que ele nomeia como *Abbildung*) de Wittgenstein – ambas ocorrendo no múltiplo dos dados do espaço n -dimensional (algo parecido com o espaço lógico tractariano). No entanto, já aqui Hyder não percebe o equívoco que comete ao substituir a noção de *bildliche Darstellung* (representação pictórica) de Wittgenstein, pelo termo *Abbildung* (figura, melhor traduzido para o sentido do inglês *Picture*), o qual Mauthner já havia utilizado como uma “descrição metafórica”:

Para Wittgenstein, essa expressão (*bildliche Darstellung*) tem um significado radicalmente diferente da “descrição metafórica” de Mauthner; para Wittgenstein, ela refere-se, antes, a uma “representação” do mundo que tem a forma de um “modelo matemático”, no sentido em que Heinrich Hertz tinha analisado as representações teóricas das ciências físicas. (JANIK; TOULMIN, 1991, p. 147)

Mesmo reconhecendo que “não há evidência de que Wittgenstein havia lido Helmholtz” (HYDER, 2002, p. 13), Hyder insiste que a “razão para olhar para o trabalho de Helmholtz é esta conexão com a teoria da ciência de Hertz, que sabemos ter tido uma influência *direta* sobre Wittgenstein” (HYDER, 2002, p. 13); o que o obriga a apresentar um Hertz para além do Hertz helmholtziano. Com isso, ele parece não ter dado conta de três equívocos, sobre os quais seus argumentos se fundam, que exemplificam o que aqui se pretende demonstrar:

a) o primeiro deles está atrelado estritamente a uma questão terminológica. David Hyder assume que o termo representação, tal como utilizado na *Mecânica* de Hertz, equivale ao termo alemão *Vorstellung* que é usualmente ligado ao “sensorial” ou “perceptivo” (àquele da fisiologia do sentido de Helmholtz, por exemplo). Mas, como foi visto e será reforçado adiante, nessa obra, é o termo *Darstellung*, enquanto significando “esquemas cognitivos conscientemente construídos para o conhecimento”, que orienta as reflexões de Hertz;

b) o segundo é o da intencional e, entretanto, forçosa, indicação de que Hertz, enquanto aluno de Helmholtz, necessariamente, teria sido intelectualmente influenciado por ele. Que tal influência se deu não se nega, contudo parece ter se restringido aos estudos experimentais em eletromagnetismo feitos no laboratório de Helmholtz e às descobertas experimentais das ondas eletromagnéticas a partir da teoria de Maxwell. Depois disso, Hertz foi se dedicar aos fundamentos da física que, como foi dito, no contexto da época resumia-se à mecânica enquanto estudo do comportamento dos sistemas submetidos à ação de uma ou mais forças:

A ciência tinha êxito nas aplicações, mas mostrava-se problemática para ser fundamento, pois existiam dúvidas relativamente aos próprios conceitos e proposições fundamentais. Hertz vai refletir sobre os assuntos. Os resultados do estudo estão prontos por finais de 1893. A publicação *Os Princípios de Mecânica expostos em nova conexão*, tem lugar no ano seguinte, cujo primeiro dia foi o último do autor. (COELHO, 2007, p. 239)⁶

Não há evidências de que a obra *Os Princípios da Mecânica* esteja de alguma forma envolvida com questões acerca da “mecânica dos sentidos”; e seus temas, que vão da *geometria e cinemática dos sistemas materiais* à *mecânica de sistemas materiais*, denunciam isso. Além do mais, algumas questões tratadas na obra, que

⁶ COELHO, Ricardo Lopes. A Filosofia da Ciência de Hertz. *Revista Portuguesa de Filosofia*. Lisboa: JSTOR. n. 63, jan-set., 2007. pp. 239-284.

deveriam estar claras ao influenciador, por sua própria condição, não o estavam. O próprio Helmholtz que prefaciou a obra não conseguia entender alguns dos temas da mecânica de Hertz – e este era o caso, por exemplo, da introdução das massas ocultas no seu sistema mecânico que será tratado adiante.

c) o terceiro equívoco sobre o qual a argumentação de Hyder parece estar fundada encontra-se em afirmações, recorrentes em seu texto, do tipo: “Hertz enfatiza que as proposições do primeiro livro são puramente *a priori* no sentido de Kant (...). Essas proposições constituem uma geometria analítica generalizada do espaço ***n*-dimensional**, bem como uma definição peculiar de matéria” (HYDER, 2002, p. 170 – grifos nossos). Segundo ele, há razões para considerar o espaço *n*-dimensional da óptica e fisiologia do sentido de Helmholtz como sendo o mesmo espaço de representação defendido e, agora, reproduzido pelo aluno deste, H. Hertz – que, conseqüentemente, teria influenciado Wittgenstein (especialmente na noção de espaço lógico). Esta mesma noção aparece em Nordmann (2003, p. 358)⁷ quando afirma que “a concepção de isomorfismo entre linguagem e mundo em Wittgenstein é traçada sobre o mecanismo representacional dos *múltiplos espaciais* como os desenvolvidos em física, matemática e fisiologia do sentido depois de Helmholtz”. Só que, partindo do pressuposto de que essa não era *nem mesmo* a noção de Hertz, muito provavelmente, enquanto influenciador do filósofo austríaco, não o será de Wittgenstein. Mesmo porque, como foi dito, não se têm informações confiáveis de que Wittgenstein tivesse lido Helmholtz - o seu nome não é citado em sua obra e não é tão fácil perceber vestígios de suas teorias na filosofia de Wittgenstein. Os autores supracitados partem do fato, ligado à biografia de Hertz, de que, como este foi aluno de Helmholtz, justificar-se-ia a pressuposta influência. Só que tratando as coisas dessa maneira, ignoram o próprio texto de Hertz – dado sintomático quando se percebe que questões cruciais da obra são ignoradas. No caso específico do *espaço* tal como entendido em *Os Princípios da Mecânica*, por exemplo, trata-se do espaço de nossa representação (HERTZ, 1956, p. 45) e, sendo assim, do ponto de vista hermenêutico, deve ser concebido como sendo o espaço euclidiano tridimensional⁸ – “O espaço do primeiro livro é o espaço tal como o

⁷ NORDMANN, Alfred. Another New Wittgenstein: the Scientific and Engineering Background of the *Tractatus. Perspectives on Science*. Cambridge: MIT. vol. 10, n. 03, 2003. p. 356-384.

⁸ “Sabemos por experiência que nunca seremos levados à contradições quando aplicarmos todos os resultados da geometria euclidiana ao espaço das relações determinado nessa forma” (HERTZ, 1956, § 299).

concebemos. É, portanto, o espaço da geometria de Euclides, com todas as propriedades que esta geometria atribui a ele” (HERTZ, 1956, § 2). Hertz observa ao leitor que mesmo sendo possível uma interpretação n -dimensional da mecânica, ele não a faria: “Nenhum uso será feito desta observação, mas a investigação irá se referir, como afirmado no início, simplesmente ao espaço da geometria euclidiana” (HERTZ, 1956, § 26). Tal espaço é o que comporta o espaço de nossas representações. E o que isso tem a ver com o equívoco de Hyder, sobre a rotulação da representação wittgensteiniana acontecendo num espaço n -dimensional (identificado como sendo o espaço lógico tractariano), será visto no próximo capítulo.

Tanto para Hertz como para Wittgenstein “a idéia do modelo tridimensional é mais facilmente comunicada pelo alemão *Bilder* que o inglês *Picture*” (STERN, 1995, p. 35)⁹. E *Bild*, que pode ser ligado à noção de modelo tridimensional, é um termo comum aos dois pensadores. Sendo assim, parece que os argumentos de Hyder terão que ser revistos, sob pena de se cair no erro de se perverter tanto o conceito de representação em Hertz, quanto em Wittgenstein, assumidamente *Darstellung*:

Por “imagens” ou “quadros”, Hertz pode significar tudo o que queiram, menos a noção empírica britânica de *ideias*. O que ele tenta apresentar é, de fato, uma teoria de modelos matemáticos. É certo que sua escolha de palavras pode não ser das mais felizes, embora isso se deva, em parte, à imprecisão do próprio termo *Bild*. Mas é significativo que, ao descrever suas *Bilder* como “representações”, Hertz prefira empregar sistematicamente a palavra *Darstellungen* em vez de *Vorstellungen*. (JANIK; TOULMIN, 1991, p. 156)

Ou com Barker (1980, p. 247)¹⁰:

Assim, figuras não refletem o mundo à maneira das “ideias” dos filósofos empiristas. Esta diferença é ainda mais indicada no texto em alemão pelo uso do verbo *Darstellen* conotando “representação”, em vez de *Vorstellen* conotando “imagem mental”, uma definição familiar aos leitores de Wittgenstein.

Na época de Hertz havia duas *representações* da mecânica: uma era derivada da mecânica newtoniana, que tinha no conceito de força um dos seus elementos

⁹ STERN, David G. *Wittgenstein on Mind and Language*. Oxford: Oxford University Press, 1995.

¹⁰ BARKER, P. Hertz and Wittgenstein. *Studies in History and Philosophy of Science, part A*. Toronto, v. 2, n. 3, p. 243-256, sep. 1980.

fundamentais; a outra, baseada no princípio da conservação da energia, que partia dos mesmos fundamentos da primeira, com exceção do conceito de força, substituído pelo de energia. Na primeira representação, o conceito newtoniano de força era por Hertz considerado problemático e servia como uma espécie de engrenagem extra da descrição mecânica (tal conceito era ao mesmo tempo confuso e supérfluo, na avaliação de Hertz). No caso da segunda representação, era o conceito de energia que se apresentava problemático – “surgem aqui problemas com o significado de energia: como distinguir, no caso geral, os dois tipos (cinética e potencial) e onde ‘situar’ a energia potencial (...)” (MOREIRA, 1995, p. 34)¹¹. Certo é que Hertz procurará fazer a mais ambiciosa unificação da descrição mecânica da natureza. E por que isso? A mecânica até então desenvolvida não serviria mais à tarefa para a qual se dispunha?

Até aquele momento, aceitava-se como possível a busca por uma explicação mecânica para todos os fenômenos naturais, variando os modelos de teoria para teoria – a sistematização ou representação dessas teorias. É o próprio Hertz quem explica seus motivos:

Eu não me dediquei a esta tarefa porque a mecânica vem mostrando sinais de inadequação em suas aplicações, nem porque ela, de alguma forma, conflita com a experiência, mas, somente, como forma de me livrar do sentimento opressivo de que seus elementos não estariam livres de coisas obscuras e ininteligíveis. *Não tenho procurado a única imagem da mecânica, nem ainda a melhor imagem, eu só tenho procurado encontrar uma imagem inteligível e mostrar por um exemplo que isso é possível e que se deve procurar como.* (HERTZ, 1956, p. 33 – grifos nossos)

Conclui-se, portanto, que Hertz não estava insatisfeito com o êxito da mecânica em suas aplicações; para ele mostravam-se problemáticos seus conceitos e proposições fundamentais. Tanto que não repudia as mecânicas concorrentes, e sim o emprego de alguns conceitos, para ele obscuros, utilizados por elas. Sendo assim, os conceitos de *força* e *energia*, ponto fulcral da mecânica de seu tempo, “obscuros” e “ininteligíveis”, precisavam ser revistos.

Como não era gratuita a insatisfação de Hertz e como pretendia demonstrar onde se encontravam os equívocos relacionados aos conceitos supracitados das mecânicas precedentes, em seu *Os Princípios da Mecânica* ele formula três critérios

¹¹ MOREIRA, I. C. As visões física e epistêmica de Hertz e sua representações. In: *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*. n. 13, p. 33-43, jan-jun, 1995.

que o condicionarão a avaliar criticamente qualquer teoria científica, a saber, permissibilidade (*Zulaessigkeit*) lógica, correção (*Richtigkeit*) e adequação (*Zwegmaessigkeit*) (HERTZ, 1956, p. 2).

A permissibilidade é o requisito de consistência lógica que tem de ser cumprido por qualquer teoria: as imagens não podem contrariar as “leis do nosso pensamento”, isto é, não podem ser logicamente contraditórias. A correção atua como requisito de que haja correção empírica: qualquer teoria proposta tem de ser compatível com os dados da experiência; as imagens devem satisfazer à exigência de conformidade com os fatos¹². Por fim, a adequação, que tem a ver com a forma exterior da teoria, com a clareza e simplicidade dos conceitos e leis utilizados; além de serem claras na expressão dos traços principais dos fenômenos, não se devem incluir elementos supérfluos nas teorias. Se duas teorias são permissíveis e corretas empiricamente, então pode-se ainda escolher entre elas olhando para a simplicidade e elegância dos seus conceitos e leis fundamentais. No entanto, a noção de simplicidade hertziana não é primordialmente estética, de gosto, mas lógica. Devem ser descartadas proposições ou suposições cuja exclusão em nada reduz o poder preditivo da mesma teoria.

Segundo Hertz, considerando os três critérios, não há ambiguidade quanto à aplicação do primeiro e do segundo, já que do primeiro depende da “natureza de nossa mente” (1956, p. 3) e, do segundo, do “estado presente de nossa experiência” (1956, p. 3). No entanto, há margem para interpretações diferentes do terceiro, isto é, da “adequação”: “Uma imagem pode ser mais adequada para um propósito, outra para outro; somente testando gradualmente várias imagens podemos finalmente ter sucesso em obter a mais apropriada” (HERTZ, 1956, p. 3). E se há uma antecendência entre um critério e outro, Hertz deixa clara sua predileção pelo de permissividade lógica:

O conhecimento maduro vê a clareza lógica como de importância primordial: somente imagens claras logicamente são testadas quanto à correção; somente imagens corretas são testadas quanto à sua adequação. Pela pressão das circunstâncias o processo é, frequentemente, invertido. (HERTZ, 1956, p. 10)

¹² Embora ele fosse kantiano, considerando a necessidade formal do pensamento (tema do livro I de *Principles of Mechanics*), era também, como Kant, implacavelmente *empírico* considerando as relações coordenadas do pensamento aos fatos (tema do livro II da mesma obra) – “aquilo que é derivado da experiência pode novamente ser anulado pela experiência”. Para Hertz o teste de verdade é, por fim, um problema experimental (HERTZ, 1956, p. 9).

Os critérios apresentados na Introdução aos *Princípios da Mecânica* formam uma filosofia da ciência bastante sofisticada que inspirou muitos epistemólogos do século XX¹³, como Boltzmann, que definiu a ordem de critérios para aceitação das teorias físicas tendo como precedência a) a correção e b) a simplicidade (para ele, as leis do pensamento não são perfeitas e as teorias evoluem aos saltos); Poincaré, que ordenou assim os seus critérios: a) unidade da natureza, b) simplicidade e c) correção; e Albert Einstein, que, enquanto defensor do racionalismo crítico e do realismo, assim definiu seus critérios: a) correção, b) naturalidade ou simplicidade lógica e c) generalidade, abrangência da teoria (MOREIRA, 1995).

Outra contribuição dada à epistemologia e que já se apresenta na Introdução da obra de Hertz é o seu método crítico de análise de problemas filosóficos no interior das teorias físicas, isto é, um método de clarificação filosófica. Com esse método é possível identificar problemas filosóficos no interior dos debates científicos, como se viu nas questões sobre a natureza do conceito de “força” ou de “energia”. No entendimento desses conceitos encontram-se subjacentes pseudoproblemas que devem ser eliminados e não resolvidos (Cf. WITTGENSTEIN, IF, § 90). E foram justamente eles os que promoveram as representações históricas da mecânica e que representam nada mais que um emaranhado de problemas filosóficos.

2.1.1 A Representação Newtoniana da Mecânica

Carvalho (2007) promove uma boa reflexão sobre o pensamento de Hertz em um texto intitulado *O Conceito de Representação na Física de Heinrich Hertz*¹⁴. Numa abordagem que, segundo sua proposta, pretende ser histórica, enfatiza os dois modelos de representação da mecânica disponíveis na época de Hertz e apresenta a proposta do cientista quanto a uma terceira via para a mecânica, que seria *apresentada em uma nova forma*. A primeira dessas representações é a

¹³ E só é possível entender a obra se sua componente filosófica for bem interpretada.

¹⁴ CARVALHO, Marco Antônio A. *O Conceito de Representação na Física de Heinrich Hertz*. Uma Abordagem Histórica. Dissertação (Mestrado em História) Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, UFMG, Belo Horizonte, 2007. Algumas de nossas reflexões serão baseadas nesse trabalho.

representação clássica da mecânica, de cunho newtoniano, na qual a concepção de força desempenha papel principal:

Suas principais etapas são distinguidas pelos nomes de Arquimedes, Galileu, Newton, Lagrange. As concepções sobre a qual esta representação se baseia são as idéias de espaço, tempo, força e massa. Em que a força é apresentada como a causa do movimento, existente antes e independentemente dele. Espaço e força aparecem pela primeira vez por si só, e suas relações são tratadas em estática. Cinemática, ou a ciência do movimento puro, limita-se a ligar as duas idéias de espaço e tempo. A concepção de inércia de Galileu fornecia sozinha uma conexão entre espaço, tempo e massa. Até que as Leis do Movimento de Newton fizeram as quatro idéias fundamentais tornarem-se ligadas umas as outras. Estas leis contêm as sementes da futura evolução, mas não fornecem qualquer expressão geral para a influência de rígidas conexões espaciais¹⁵. (HERTZ, 1956, p. 4)

Resta saber por que essa representação torna-se problemática, sugerindo uma substituição por *uma nova forma*. A resposta estaria justamente na adoção do conceito de força. Alguns físicos do final do século XIX consideravam que força era um conceito antropomórfico, isto é, que não existia fisicamente, e que poderia ser eliminado da mecânica. Isso era fruto de uma forte influência do kantismo entre físicos alemães daquela época (Mach, Helmholtz, Hertz...) com respeito às relações de coordenação entre fatos e ideias. O conceito de força, neste contexto, aparentava ter um *status* hipotético e inobservável. Contudo, para Newton, não havia nada de problemático em determinar o que é a força, visto que a experiência não o privava de sua percepção e mesmo de seu cálculo; isto é, força é o produto da massa pela aceleração. Mas para Poincaré (2008, p. 72)¹⁶, por trás desse conceito de força existem dificuldades inextricáveis:

Quando se diz que a força é a causa de um movimento, está-se fazendo metafísica. Se tivéssemos que contentar-nos com essa definição, ela seria absolutamente estéril. Para que uma definição possa servir para alguma coisa, é preciso que nos ensine a *medir* a força; isso é suficiente, aliás, e não há necessidade alguma de que ela nos ensine o que é a força *em si*, nem se ela é a causa ou o efeito do movimento.

¹⁵ Hertz cita também o princípio de d'Alembert como representante dessa tendência: "Aqui princípio de d'Alembert estende os resultados gerais da estática para o caso do movimento, e fecha a série de declarações independentes fundamentais que não podem ser deduzidas umas das outras". (HERTZ, 1956, p. 4)

¹⁶ POINCARÉ, Henri. As ideias de Hertz sobre a mecânica. In: _____ *Ensaio Fundamentais*. Org. Antônio Augusto Passos Videira, Ildeu de Castro Moreira. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto (PUC Rio), 2008.

Em *Os Princípios da Mecânica*, Hertz percebe esta dificuldade e mostra-se insatisfeito com a obscuridade desse conceito ao apresentar uma reformulação para a mecânica clássica, não relativística¹⁷, em que a noção de força é eliminada, restando apenas os três conceitos primitivos de tempo, espaço e massa. Suas questões são: o sistema clássico nos fornece uma imagem do mundo externo, será essa imagem *simples*? Ter-se-ão poupado os traços parasitários, arbitrariamente introduzidos ao lado dos traços essenciais? As forças que somos levados a introduzir não constituem verdadeiras engrenagens inúteis, girando no vazio? (POINCARÉ, 2008).

Como explicitado anteriormente, para Hertz, existem três critérios que permitem avaliar criticamente qualquer teoria científica: permissibilidade (*Zulaessigkeit*), correção (*Richtigkeit*) e adequação (*Zwegmaessigkeit*). No que tange ao conceito de força, célula-mãe da mecânica newtoniana, esse mesmo conceito perverte os três critérios. Com relação à *permissibilidade lógica*, por exemplo, “um exame mais acurado da aplicação dos princípios fundamentais desta primeira imagem ao estudo dos fenômenos naturais revelava suas contradições internas” (CARVALHO, 2007, p. 39). É o caso do conceito de “força centrífuga” extraído de um exemplo simples de uma pedra girando presa a uma corda:

Fazemos girar uma corda presa a um barbante e, ao fazê-lo, sabemos que estamos exercendo uma força sobre a pedra. Esta força desvia constantemente a pedra de sua trajetória retilínea. Se variarmos a força, a massa da pedra e o comprimento da corda, verificamos que o movimento real da pedra está sempre de acordo com a segunda lei de Newton. Mas, a terceira lei exige uma força oposta à força exercida pela mão sobre a pedra. Em relação a esta força oposta, a explicação usual é que a pedra reage sobre a mão em consequência da força centrífuga, e que esta força centrífuga é, de fato, exatamente igual e oposta àquela que exercemos. Seria este modo de expressão permissível? O que chamamos de força centrífuga não seria senão a inércia da pedra? (HERTZ, 1956, p. 5-6)

O que se verifica em exemplos como esse é que na aplicação da mecânica newtoniana, enquanto a segunda lei mostra-se eficiente, para o cumprimento da exigência da terceira, identifica-se “o efeito de inércia duas vezes em conta: *em primeiro lugar como a massa, em segundo lugar como a força*” (HERTZ, 1956, p. 6 – grifos nossos). Sendo assim, o requisito da consistência lógica, ou permissibilidade lógica, acaba por ser descumprido pela primeira representação. Além do mais, a

¹⁷ Seu livro foi publicado em 1894, portanto, antes da teoria da relatividade.

força centrífuga, diferentemente da força centrípeta, que é verdadeira, trata-se de uma força inercial, portanto, fictícia. Ela não é encontrada na natureza e, enquanto força inercial, existe apenas para um observador solidário a um referencial animado de movimento de rotação em relação a um referencial inercial (sem aceleração).

A questão que fica, portanto, é esta: se se verifica uma inconsistência lógica no interior de uma teoria, teoria essa que no mínimo dominou a física por dois séculos, o que justifica sua permanência e utilização? Para isso, Hertz também tem a resposta: é que nesse caso, “talvez a nossa oposição não se relacione com o conteúdo da imagem concebida, mas apenas na forma em que o conteúdo é representado” (HERTZ, 1956, p. 8)¹⁸; e, também, “não se pode ignorar os numerosos triunfos que a mecânica obteve em suas explicações” (HERTZ, 1956, p. 8); os “exemplos falam por si mesmos” (HERTZ, 1956, p. 7). Mesmo assim, a par de tais triunfos, “ela ainda falha em distinguir completamente e com exatidão entre os elementos internos da imagem que surgem das necessidades do pensamento, da experiência e da escolha arbitrária” (HERTZ, 1956, p. 8).

Com relação à segunda exigência, a da *correção*, propõe-se aqui um retorno a uma afirmação feita por Hertz na primeira página da Introdução a *Os Princípios da Mecânica*. Ali ele afirma que o mais importante problema para o conhecimento seria “antecipar eventos futuros”, por meio de experimentos, para que, com essa antecipação, se pudesse “arrumar as coisas presentes”. Quanto ao critério de correção,

de acordo com as observações experimentais até aquele momento, a primeira representação da mecânica seria inquestionável. Mas, para ele, de forma alguma isso não representaria uma garantia de que a eficiência desta primeira imagem se confirmaria quando de uma aplicação de experiências futuras. (CARVALHO, 2007, p. 39)

Portanto, tal imagem não garantiria a antecipação de eventos futuros, visto que, “aquilo que deriva da experiência pode novamente ser anulado pela experiência” (HERTZ, 1956, p. 8) e esse é o caso do exemplo da aplicação da mecânica newtoniana na explicação da força centrífuga, como apresentado acima.

¹⁸ “O peso de uma pedra e a força exercida pelo braço aparentam ser tão reais e prontamente e diretamente perceptíveis quanto os movimentos por elas produzidos. Mas o mesmo não pode ser dito quando nos voltamos para os movimentos das estrelas. Aqui as forças nunca foram objetos da percepção direta; todas as nossas experiências prévias referem-se apenas às posições aparentes das estrelas”. (HERTZ, 1956, p. 12)

Outra indagação acerca do critério de correção empírica, no que concerne à concepção newtoniana de força, é que esta é o produto da massa pela aceleração; assim sendo, onde não se percebe empiricamente o movimento, conseqüentemente, também não se encontra força. Poincaré (2008, p. 79-80) combate esta noção:

Sobre esta mesa repousa um pedaço de ferro; um observador desprevenido acreditará que, como não há movimento, não há força. Mas como estaria enganado! A física nos ensina que todo átomo de ferro é atraído por todos os outros átomos do Universo. Além disso, todo átomo de ferro é magnético e, por conseguinte, está submetido à ação de todos os ímãs do Universo. Todas as correntes elétricas do mundo também agem sobre esse átomo. E eu já ia esquecendo as forças eletrostáticas, as forças moleculares, etc. Se algumas dessas forças agissem sozinhas, sua ação seria imensa; o pedaço de ferro voaria em pedaços. Felizmente, elas agem em conjunto e se contrabalançam, de modo que não acontece nada. Nosso observador desprevenido, que vê apenas uma coisa – um pedaço de ferro – concluirá, evidentemente, que todas essas forças existem apenas em nossa imaginação.

Com relação ao terceiro princípio, o da *adequação*, a primeira imagem da mecânica, ao admitir a noção força, inclui uma engrenagem extra na descrição de mecânica que, é ao mesmo tempo, confusa e supérflua, segundo Hertz (1956, p. 4). A mecânica de Newton acaba por ser um sistema sobredeterminado, isto é, suas equações que descrevem os fenômenos físicos admitem muitos movimentos não naturais como, por exemplo, movimentos que não conservam energia. “Todos os movimentos que a lei fundamental admite, e que são tratados na mecânica como exercícios matemáticos, não ocorrem na natureza. Dos movimentos naturais, forças e conexões fixas, podemos predicar mais do que a lei fundamental aceita fazer” (HERTZ, 1956, p. 10). Parece que os contrapontos levantados por Hertz quanto à mecânica newtoniana são fruto de sua experiência como físico experimental no domínio do eletromagnetismo. Tais contrapontos referem-se ao incômodo que o conceito de força produz no interior da teoria eletromagnética, que, ao invés de adotar uma explicação de ação à distância entre átomos de matéria para explicação dos fenômenos naturais (mesmo sendo esse o caso dos resultados Helmholtz)¹⁹,

¹⁹ Aqui se reforça que essa interpretação do pensamento de Hertz vai ao encontro daquela feita por Abrantes (1992, p. 373). Mesmo sendo pupilo de Helmholtz, fica claro que, por fim, a adoção de sua posição mecanicista se aproxima muito mais da de Maxwell do que da de seu mestre; diz Abrantes: “Fica claro, portanto, que os *Princípios da Mecânica* inserem-se numa tradição mecanicista que remonta a Maxwell, compromissada com a hipótese de que a ação física se transmite de forma contígua e mediatizada, e com o objetivo de desenvolver uma teoria ‘completa’ dos fenômenos eletromagnéticos”.

prefere a adoção da ação contínua (de massas invisíveis) como tipo de princípio básico de explicação. A ideia de eliminar a força da mecânica clássica de partículas surge simplesmente do fato de que, para Hertz, ações à distância têm um caráter metafísico²⁰. A maneira usual de se resolver esse problema é via teoria de campos, pois tal teoria permite estabelecer que cada ponto do espaço-tempo participe, de fato, do processo de interação entre dois corpos distantes um do outro.

Hertz ainda estava comprometido com a ideia de que não existe “força” na natureza: “desde meados deste século, nós estamos firmemente convencidos de que nenhuma força realmente existe na natureza o que implicaria uma violação do princípio da conservação de energia” (HERTZ, 1956, p. 10). Cita como exemplo a controversa hipótese de Weber que, segundo Helmholtz, teria infringido o princípio de conservação de energia, por violar um princípio newtoniano fundamental, introduzindo uma força independente da velocidade. A questão de Weber era a seguinte: os módulos das forças de atração e repulsão dependeriam somente da distância entre os corpos, como previsto pela mecânica tradicional, ou também das velocidades e acelerações relativas? (HERTZ, 1956, p. 11).

Finalizando a sua crítica à primeira representação da mecânica, sua oposição se direciona ao conceito de força expresso no princípio de d’Alembert²¹. “Hertz ainda levanta dúvidas quanto à correspondência das representações matemáticas determinadas pelo princípio de d’Alembert com os fenômenos físicos em geral e quanto à forma pela qual devem-se ser estabelecidas as restrições para as equações de condição” (CARVALHO, 2007, p. 41):

Estamos convencidos de que as forças elementares devem, por assim dizer, ser de natureza simples. E aqui o que vale para as forças, pode ser igualmente afirmado das conexões fixas de entidades que são representadas matematicamente por equações de condição entre as coordenadas e cujo efeito é determinado pelos princípios de d’Alembert. É matematicamente possível formular qualquer equação finita ou diferencial entre coordenadas e exigir que ela seja satisfeita, mas nem sempre é

ABRANTES, P. A filosofia da Ciência de Heinrich Hertz. In: ÉVORA, F. R. R. (Ed.). *Século XIX: O Nascimento da Ciência Contemporânea*. Campinas: Unicamp, 1992. p. 351-375.

²⁰ A noção de ação à distância em Newton previa, por exemplo, que se um novo planeta surgisse no sistema solar, imediatamente sobre ele agiria a gravidade e ele começaria a orbitar o sol; ou então, caso o sol desaparecesse repentinamente, todo o sistema colapsaria também de imediato. Os cálculos de Einstein irão demonstrar que essa noção está equivocada: no caso da terra, por exemplo, o colapso dar-se-ia somente depois de 8 minutos do desaparecimento do sol (tempo em que a luz gasta do sol à terra) que, segundo a relatividade geral, trata-se também do tempo da propagação do campo gravitacional – que se dá na velocidade da luz.

²¹ Princípio segundo o qual o estudo de um corpo em movimento acelerado pode ser reduzido a um problema estático no qual o corpo se encontra em equilíbrio, sujeito a forças reais e a forças fictícias.

possível especificar uma natural ligação física correspondente a essa equação: muitas vezes nos sentimos, de fato, por vezes, convencidos que tal ligação é excluída pela natureza das coisas. (HERTZ, 1956, p. 11)

A ideia geral sobre os dois modelos da mecânica disponíveis na época de Hertz, tanto para ele, como para alguns de seus contemporâneos, era que conceitos como “força” ou mesmo “energia” traziam em seu interior pseudoproblemas que, longe de serem resolvidos, deveriam ser eliminados. Com relação à “força”, por exemplo, “não se pode negar que em muitos casos as forças que são utilizadas em mecânica para o tratamento de problemas físicos são simplesmente sócios adormecidos, que cuidam do negócio quando fatos reais têm de ser representados” (HERTZ, 1956, p. 11-12). Sendo assim, o sistema clássico deveria ser abandonado:

1º) porque uma boa definição de força é impossível;
 2º) porque é incompleto;
 3º) porque introduz hipóteses parasitárias, e essas hipóteses podem, com frequência, gerar dificuldades puramente artificiais, mas suficientemente grandes para bloquear as melhores mentes. (POINCARÉ, 2008, p. 80)

“Quando essas incômodas contradições são removidas, a questão a respeito da natureza da força não será respondida; mas nossas mentes, não mais perturbadas, cessarão de se colocar questões ilegítimas” (HERTZ, 1956, p. 8).

2.1.2 A Representação Energetista da Mecânica

Apesar dos comentários sobre a representação energetista da mecânica serem muito gerais, Hertz não deixa de dar sua contribuição para essa reflexão ao tratar, por exemplo, da inadequação da definição da energia mecânica total nos casos em que as ações mútuas entre partículas eletrizadas dependem não só da distância entre elas, mas também da velocidade e aceleração entre essas partículas – como se viu ser a hipótese de Weber. Trata-se de uma representação mais recente que a representação newtoniana mecânica. Nela as ideias de massa e de energia (mas não de força) correspondem a entidades físicas, necessitando que experiências concretas (...) estabeleçam sua presença (HERTZ, 1956, p. 15). Tempo e espaço seriam “idéias matemáticas” e massa e energia “são introduzidas como entidades físicas que estão presentes numa dada quantidade e não podem ser destruídas nem

aumentadas” (HERTZ, 1956, p. 15). E a relação fundamental entre tempo, espaço, massa e energia é estabelecida pelo princípio de Hamilton²². No caso da energia, ela

(...) pode sempre ser dividida em duas partes, das quais uma delas é determinada pela única posição relativa das massas, enquanto a outra depende de sua velocidade absoluta. A primeira parte é definida como energia potencial, a segunda como energia cinética. A forma da dependência da energia cinética a respeito da velocidade de movimento dos corpos é em todos os casos a mesma, e isso é sabido. A forma de dependência da energia potencial sob a posição dos corpos não pode ser geralmente conhecida; é um tanto constituída a natureza especial e peculiar característica das massas em consideração. (HERTZ, 1956, p. 15)

E a ideia de força não está envolvida na avaliação da “correção” desta imagem, mas somente na “adequação”, isto é, ela não faz parte dos fundamentos desta segunda representação; só é introduzida quando necessário, não como uma entidade empírica, mas como um elemento matemático definido e deduzido a partir das leis fundamentais (HERTZ, 1956, p. 16). A noção de força, não aparecendo nesse segundo modo de representação, ao mesmo tempo em que evita as obscuridades e os pseudoproblemas advindos de sua aplicação, apresenta vantagem em relação ao sistema clássico, tornando a representação energetista menos sobredeterminada – além de dispensar a hipótese da existência de átomos²³. Mesmo assim, tal representação, quando submetida ao crivo metodológico imposto por Hertz como critério para aceitação das teorias científicas, não é aprovada, porque:

a) com relação à permissibilidade lógica, a segunda representação torna-se problemática já em seu conceito de energia: o que seria? Como conceituá-la? Como distinguir, por exemplo, energia cinética de energia potencial? E como distinguir as outras formas de energia que vão para além da energia mecânica propriamente dita, como a energia interna molecular sob forma térmica (calor), química (a energia química) e elétrica (a energia elétrica), etc.? Veja-se, por exemplo, que aqui se têm

²² “De todas as trajetórias possíveis para o deslocamento de um sistema dinâmico entre dois pontos, num intervalo de tempo específico (consistente com quaisquer vínculos), a trajetória seguida é aquela que minimiza a integral no tempo da diferença entre as energias cinética e potencial” (MARION; THORTON, 1995, p. 234 *apud* CARVALHO, 2007, p. 43)

²³ “(...) é verdade que nós estamos agora convencidos que a matéria ponderável consiste em átomos; e nós temos noções definidas da magnitude desses átomos e de seus movimentos em certos casos. Mas a forma dos átomos, sua conexão, seu movimento na maior parte dos casos – tudo isto está inteiramente escondido de nós”. (HERTZ, 1956, p. 18)

três formas de energia: uma que depende somente da posição dos corpos (a energia potencial); outra, que é proporcional ao quadrado das velocidades (a energia cinética); e uma outra, independente das velocidades e da posição dos corpos, e dependente somente do estado interno destes (a energia molecular interna). Se essa decomposição da energia fosse fixa, tal como aqui concebida, tudo estaria em perfeita ordem; mas não é assim que as coisas funcionam. Veja-se o caso de corpos carregados de eletricidade (energia elétrica): a energia eletrostática que decorre de sua ação recíproca dependerá não só de seu estado interno (de sua carga), mas também de sua posição – “Se estes corpos estiverem em movimento, agirão uns sobre os outros eletrodinamicamente, e a energia eletrodinâmica dependerá não apenas de seu estado e de sua posição, mas de suas velocidades” (POINCARÉ, 2008, p. 84). As formas de energia que o sistema energético apresenta como constante, na realidade, não é bem assim, não há a constância pretendida. E se não há, como escolher qual delas poderá ser chamada de “a energia”? Tudo isso não compromete a permissibilidade lógica?

Além das questões aqui expostas, o sistema energetista apresenta ainda problemas de permissibilidade ou de consistência lógica em outros casos. Um exemplo é a sua impossibilidade de excluir a noção de energia negativa. Se a energia é *materializada*, isto é, se está relacionada com a massa dos corpos, deveria ser sempre positiva; contudo, não é assim. Existem casos em que a energia aparece como negativa, como acontece com a energia potencial para a qual é atribuído um valor negativo²⁴, mas que se pode estender a outros exemplos:

Consideremos, por exemplo, Júpiter girando em torno do Sol; a energia total tem a expressão $av^2 - (b/r) + c$, onde a , b e c são três constantes positivas, v é a velocidade de Júpiter e r é sua distância do Sol. Como dispomos da constante c , podemos supor que ela é suficientemente grande para que a energia seja positiva; já aí existe algo de arbitrário, que choca o espírito. Mas não é só. Imaginemos agora que um corpo celeste, com uma massa enorme e uma velocidade enorme, venha a atravessar o sistema solar; depois que ele houver passado e estiver novamente longe, a uma distância imensa, as órbitas dos planetas terão sofrido perturbações consideráveis. Podemos imaginar, por exemplo, que o eixo maior da órbita de Júpiter tenha se tornado bem menor, mas que essa órbita se haja mantido aproximadamente circular. Por maior que seja a constante c , se o novo eixo maior for muito pequeno, a expressão $av^2 - (b/r) + c$ se tornará negativa.

²⁴ Todo potencial (gravitacional, elétrico, etc.) é uma grandeza escalar e necessita de um referencial de origem. A energia potencial é adquirida por um corpo (massa, carga, etc.) localizado neste potencial. Então, para um dado referencial, se o potencial é negativo, então a energia potencial será negativa. Em geral, costuma-se atribuir um valor negativo à energia potencial.

Veremos ressurgir a dificuldade que julgáramos poder evitar ao atribuir a *c* um valor grande. (POINCARÉ, 2008, p. 85)

Assim, vê-se que é impossível evitar a consideração de energia negativa no sistema energético, a contragosto ao que subjaz às suas noções primordiais.

Por fim, a divisão da energia mecânica em energia cinética e potencial compromete a coerência da analogia entre o conceito de energia e o de substância – “surge uma dificuldade especial, na medida em que, o conceito de energia, é acusado de se parecer com uma substância que ocorre em duas formas totalmente diferentes, tais como energia cinética e potencial” (HERTZ, 1956, p. 22). Além disso, costuma-se atribuir um valor negativo à energia potencial, o que, de alguma forma, poderia ser associado às propriedades de uma substância (HERTZ, 1956, p. 22). Desse modo, a permissibilidade lógica dessa segunda representação estaria comprometida na medida em que tal representação contraria as “leis de nosso pensamento”;

b) com relação à exigência de correção empírica, a representação energetista apresenta vantagens sobre a teoria clássica: ela é menos sobredeterminada – os princípios da conservação de energia e de Hamilton ensinam mais do que os da teoria clássica, até mesmo excluindo alguns movimentos que a natureza não realiza – e, ainda, dispensam a hipótese dos átomos. Ainda assim, substitui a hipótese da “força” pela hipótese da “energia”, inspirada no princípio da conservação desta, princípio segundo o qual os fenômenos são explicados com base nas transformações de energia envolvidas. Por outro lado, não se pergunta nem ao menos o que é tal princípio, para o qual Hertz oferece uma resposta: “A ‘lei’ fundamental possui, na verdade, o caráter de uma regra, como o princípio de conservação de energia, em que hipóteses *ad hoc* são imaginadas cada vez que os fenômenos parecem infringi-la” (HERTZ, 1956, p. 271).

No entanto, quando se pensa em conformidade empírica (correção), a representação energetista baseia-se na experiência tangível:

Aqui repousa a vantagem da concepção de energia de nossa segunda imagem da mecânica: nas hipóteses dos problemas entram apenas características que são diretamente acessíveis à experiência, aos parâmetros ou às coordenadas arbitrárias dos corpos considerados; a análise prossegue com o auxílio dessas características numa forma finita e completa; e o resultado final pode novamente ser diretamente traduzido em experiências tangíveis. (HERTZ, 1956, p. 18)

Mesmo assim, a conformidade empírica não garante sempre a univocidade com as nossas imagens: “várias imagens dos mesmos objetos são possíveis, e estas imagens podem diferir em vários aspectos” (HERTZ, 1956, p. 2). A experiência subdetermina as teorias e esta subdeterminação é contrapartida necessária do fato de que há uma participação nossa, do nosso pensamento, na construção teórica. Não se pode eliminar completamente da estrutura das teorias científicas relações que são introduzidas arbitrariamente por nós, sem base na experiência. As imagens ou representações, sendo produtos de nossas mentes, não podem evitar, de todo, a introdução de “relações vazias”, que são inseridas por questões de conveniência e não estão, portanto, diretamente vinculadas à experiência. Esse é o caso, por exemplo, do eletromagnetismo de Maxwell. Nele, a ideia de “deslocamento elétrico”, que se encontra em suas equações fundamentais, não aparece no condensado de quatro equações no qual se resumiu sua teoria. E são essas “idéias rudimentares e supérfluas”, nos dizeres de Hertz, que se encontram na origem das inconsistências lógicas e deveriam desaparecer. Expressões como “(...) eletricidade, magnetismo, etc. não possuem qualquer valor adicional para nós além de serem abreviações” (HERTZ, 1956, p. 25). E é esse o caso do conceito de energia.

Ainda quanto à correção, dúvidas surgem na medida em que se avalia a capacidade do princípio de Hamilton (que estabelece a relação entre tempo, espaço, massa e energia) em descrever toda a diversidade de conexões rígidas que podem surgir entre os corpos da natureza (HERTZ, 1956, p. 15,17). Além do mais, o próprio princípio de Hamilton parece subestimar as inteligências. Por se tratar de um princípio de mínima ação, seu enunciado diz que, para se deslocar de um ponto a outro, uma molécula material, subtraída da ação de qualquer força, mas sujeita a se mover numa superfície, tomará o caminho mais curto, isto é, a linha geodésica. A ideia que lhe é subjacente é que tal molécula conhece o ponto a que precisa chegar, prevê o tempo que demorará em atingi-lo pelos diversos caminhos a ela disponíveis, depois escolhe o caminho mais curto, isto é, ela se apresenta como um ser vivo e pensante. Isso é chocante para as nossas mentes!

Hertz reconhece a maior generalidade de aplicação do princípio de Hamilton, em relação às equações de Newton, no estudo dos movimentos observados na natureza. Porém, as limitações impostas pelo referido princípio às conexões fixas em sistemas materiais – ele só admite conexões que sejam expressas por equações finitas entre coordenadas e não permite

a ocorrência de conexões que somente podem ser representadas por equações diferenciais – conduzem a resultados fisicamente falsos, embora matematicamente possíveis. (CARVALHO, 2007, p. 44)

Em acréscimo, o princípio não se aplica, em geral, a sistemas irreversíveis e a sistemas não-holonômicos e possui um caráter teleológico complicador, isto é, há um pressuposto metafísico subentendido nele²⁵ (MOREIRA, 1995, p. 34). Hertz chamou de sistemas holônomos²⁶ aqueles que, quando os vínculos não permitem passar diretamente de uma certa posição para outra infinitamente vizinha, também não permitem passar indiretamente de uma para outra. Trata-se dos sistemas em que existem apenas vínculos sólidos, ou seja, que mantêm uma relação entre as coordenadas de dois ou mais pontos do sistema sem variação. O princípio da mínima ação não é aplicado aos sistemas não-holônomos. Sendo assim, trata-se de um princípio que mesmo seus vínculos não ocorrendo realmente na natureza, ocorrem aproximadamente, e “as relações aproximadamente corretas nos conduzem a resultados aproximadamente corretos, não a resultados inteiramente falsos” (HERTZ, 1956, p. 21);

c) quanto ao critério de adequação, essa segunda imagem mostra-se superior à primeira (mais adequada), porque estabelece importantes relações para os movimentos representados, ao mesmo tempo em que prevê “toda uma série de relações, especialmente de relações mútuas entre todos os tipos de forças possíveis” (HERTZ, 1956, p. 17). Mas, mesmo assim, compromete-se na simplicidade e elegância dos conceitos e leis utilizados; e é justamente o princípio de Hamilton, por sua complexidade, o vilão de sua adequação. Explica Hertz (1956, p. 23):

Ele não apenas faz com que o movimento presente dependa de consequências que somente se exibirão no futuro – por isso atribuindo intenções à natureza inanimada – mas, o que é muito pior, atribuindo à natureza intenções que são desprovidas de sentido, uma vez que a integral, cujo mínimo é requerido pelo princípio de Hamilton, não tem um significado físico simples; e para a natureza, fazer uma expressão matemática um mínimo ou induzir sua variação para zero é um objetivo ininteligível. (HERTZ, 1956, p. 23)

²⁵ “Não somente ele faz o movimento presente depender das consequências que somente podem se exibir no futuro, atribuindo, por conseguinte, intenções à natureza inanimada; mas, o que é pior, ele atribui à natureza intenções que são destituídas de sentido [como a de tornar zero o valor de uma expressão matemática]” (HERTZ, 1956, p. 23).

²⁶ Sistemas holônomos podem ser expressos por um número finito de equações entre as coordenadas generalizadas do sistema e o tempo.

Certo é que tanto a representação newtoniana da mecânica, quanto a representação energetista introduzem na natureza intenções desprovidas de sentido. E esse desprovimento deve-se ao emprego de conceitos que ferem o requisito de consistência lógica que deve ser cumprido por qualquer teoria, introduzindo “questões ilegítimas”, como nos casos de força e energia. E por que, pergunta-se o próprio Hertz, os conceitos de força e energia mantêm-se envolvidos em mistério? E ele próprio esclarece:

(...) por que as pessoas nunca [...] se perguntam qual é a natureza do ouro, ou a natureza da velocidade? A natureza do ouro é melhor conhecida por nós do que a da eletricidade, ou a natureza da velocidade melhor do que a natureza da força? Podemos através de nossas concepções, através de nossas palavras representar completamente a natureza de uma coisa qualquer? Certamente não. Eu imagino que a diferença está no seguinte. Com os termos “velocidade” e “ouro” nós conectamos um grande número de relações a outros termos; e entre todas estas relações nós não encontramos quaisquer contradições que nos ofendam. Estamos, portanto, satisfeitos e não nos colocamos questões adicionais. Mas nós acumulamos em torno dos termos “força” e “eletricidade” mais relações do que podem ser completamente reconciliadas entre si. Temos um sentimento obscuro disto e queremos ter as coisas aclaradas. Nosso desejo confuso encontra expressão na questão confusa a respeito da natureza da força e da eletricidade. Mas a resposta que nós queremos não é realmente uma resposta a esta questão. Não é descobrindo outra e novas relações e conexões que ela pode ser respondida; mas removendo as contradições existentes entre aquelas já conhecidas e, portanto, talvez reduzindo o número. *Quando essas incômodas contradições são removidas, a questão a respeito da natureza da força não será respondida; mas nossas mentes, não mais perturbadas, cessarão de se colocar questões ilegítimas.* (HERTZ, 1956, p. 7 – grifos nossos)

Aqui já se pode adiantar uma visão, a ser discutida no próximo capítulo, presente nos aforismos que tratam da filosofia da ciência de Wittgenstein, e que aponta precisamente para a influência aqui investigada. Afirma Wittgenstein, reformulando a citação de Hertz:

Sentimos que, mesmo que todas as questões científicas *possíveis* tenham obtido resposta, nossos problemas de vida não terão sido sequer tocados. É certo que não restará, nesse caso, mais nenhuma questão; e a resposta é precisamente essa. (TLP, 6.52)

2.2 A Representação Hertziana da Mecânica

Segundo Videira (1995), o século em que viveram Helmholtz, Boltzmann e Hertz testemunhou o nascimento de um novo ramo de especialização da física, denominado física teórica – que se utiliza de modelos matemáticos e conceitos físicos, juntamente com técnicas de dedução como a lógica e a análise crítica, com o objetivo de prever fenômenos físicos e explicá-los de modo racional. “Essa especialização acarretou a impossibilidade, salvo honrosas exceções, como a dos três cientistas, de uma pessoa ser ao mesmo tempo, físico teórico e físico experimental” (VIDEIRA, 1995. p. 12-13)²⁷. Seu surgimento granjeou-lhes grande relevância, garantindo-lhes cadeiras nas maiores universidades do mundo. E se a física teórica conseguiu tamanha relevância no campo do conhecimento, isso se deve à obra desses três grandes cientistas. E o que tem *Os Princípios da Mecânica* a ver com física teórica? Trata-se de uma terceira via, alternativa às duas vias precedentes (mecânica clássica e mecânica energetista), denominada “mecânica de Hertz”, cuja representação teórica procura dar uma explicação racional aos fenômenos mecânicos, aperfeiçoando e corrigindo teorias precedentes e traduzindo-as para uma linguagem matemática mais apropriada. Alguém poderia, todavia, indagar: mas, na física teórica, a teoria formulada não é alimentada pelos dados obtidos na experiência, oferecendo explicações para esses dados e prevendo efeitos e fenômenos que possam ser testados experimentalmente, sendo assim submetida à falseabilidade²⁸? É exatamente o que faz a mecânica de Hertz, conforme vem expresso em seu Livro II. No entanto, nesse mesmo trabalho encontra-se uma componente filosófica precedente (o Livro I), sem a qual não é possível interpretar o conjunto da obra. Trata-se de uma argumentação que vai ao encontro de seus objetivos e que incide diretamente em sua filosofia da ciência. Diante disso, poder-se-ia levantar uma questão prévia à obra de Hertz: estaria ele preocupado que sua teoria se confirmasse com a experiência? Se for levada em consideração somente a afirmação abaixo (de forma isolada), provavelmente a resposta seria negativa. Isso porque, segundo Hertz:

²⁷ VIDEIRA, A. A. P. A Física entre a Mecânica Clássica e a Filosofia: Os Exemplos de Helmholtz, Boltzmann e Hertz. In: *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*. n. 13, jan.-jun, 1995, p. 11-14.

²⁸ Sobre o princípio da falseabilidade vide:

POPPER, K. R.. *A lógica da pesquisa científica*. Trad. Leônidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 1975.

o tema do primeiro livro é completamente independente da experiência. Todas as afirmações feitas são julgamentos *a priori* no sentido de Kant. Elas são baseadas nas leis da intuição interna, nas formas lógicas seguidas pela pessoa que faz as asserções; com a experiência externa elas não têm qualquer outra conexão além das que essas intuições e formas podem ter. (HERTZ, 1956, p. 45)

Essa afirmação representa um primeiro momento do *Princípios*, que introduz os conceitos físicos e teoremas sem referência ao mundo externo (daí sua filosofia da ciência); todas as proposições expressas, de acordo com o que foi dito, “são julgamentos *a priori* no sentido de Kant”²⁹. Elas são afirmadas pelas “leis da imaginação interior” e pelas formas da lógica. No segundo livro, as concepções físicas, assim definidas, estão relacionadas a eventos no mundo externo. Para Hertz, embora a mecânica, vista como um sistema formal parecesse muito similar com o sistema formal de lógica, ela mantém sua relação referencial com a natureza. Do contrário, a afirmação acima contrariaria a exigência de que sua própria teoria não desrespeitasse o critério de “correção”.

Como se caracteriza, então, a representação hertziana da mecânica? Primeiramente, ela evita a utilização de conceitos como “força” e “energia” e “parte de apenas três concepções fundamentais independentes, ou seja, tempo, espaço e massa” (HERTZ, 1956, p. 24) e o seu objetivo é “representar as relações naturais entre estas três concepções, e apenas três” (HERTZ, 1956, p. 25). As justificativas para a rejeição dos dois primeiros grandes sistemas mecânicos foram dadas acima, resta saber de que forma tais sistemas foram superados. Em termos gerais seu sistema assenta-se nas seguintes hipóteses: a) só há na natureza sistemas vinculados, mas subtraídos à ação de força externa; e b) se alguns corpos nos parecem obedecer a forças, é por estarem vinculados a outros corpos que nos são invisíveis; uma hipótese estranha, por sinal. Por que introduzir, fora dos corpos visíveis, corpos invisíveis hipotéticos? Tal resposta será adiada por enquanto.

Em substituição ao conceito de força, Hertz introduzirá sistemas com vínculos regidos por uma *lei fundamental* que reza que “todo sistema livre persiste em seu estado de repouso ou de movimento uniforme na trajetória a mais retilínea” (HERTZ,

²⁹ No entanto, não são as formas de apreensão universais e subjetivas enunciadas por Kant que constituem o núcleo marcante da filosofia da ciência de Hertz, mas a busca de um conjunto de axiomas para qualquer física possível. Tais axiomas seriam *a priori* por não ser possível derivá-los da experiência e por descreverem as características de qualquer universo físico independente de nossas experiências – eles seriam as condições *a priori* de qualquer experiência, ou as leis (metafísicas ou não-empíricas) de qualquer universo possível.

1956, p. 144). De acordo com ele, no enunciado da lei fundamental de sua imagem da mecânica estão condensados a lei da inércia de Newton e o princípio da ação mínima de Gauss. Trata-se de um princípio variacional local, ao contrário do princípio de Hamilton que possui um caráter global, mas cuja explicação é geral, aplicando-se, evidentemente, a qualquer outra representação caracterizada por um conjunto de princípios ou leis fundamentais.

De acordo com o grau de complexidade envolvido, Hertz irá estabelecer também um tipo de hierarquia dos sistemas: sistemas livres, onde a aplicação de sua lei é imediata; sistemas “adaptáveis”, onde é necessária para a descrição a introdução de massas ocultas; sistemas vivos, que não podem ser representados diretamente no seu modelo, mas para os quais a hipótese é permissível. (MOREIRA, 1995, p. 34)

Portanto, a aplicação de sua lei fundamental restringe-se apenas a aplicação mecânica da natureza inanimada e não aos processos internos da vida:

Por enquanto, ela nos permite abordar todo o domínio da mecânica, ela nos mostra quais são os limites deste domínio. Ao nos fornecer apenas fatos conhecidos, sem atribuir a eles qualquer aparência de necessidade, ela nos torna capazes de reconhecer que tudo poderia ser completamente diferente. (HERTZ, 1956, p. 38).

Em sua representação, o conceito de força somente aparecerá como uma espécie de auxílio matemático ou resultado da interdependência dos movimentos de dois corpos pertencentes a um mesmo sistema – “o movimento do primeiro corpo determina uma força e esta força, então, determina o movimento do segundo corpo” (HERTZ, 1956, p. 28). Conforme determinado pela lei fundamental, nesse caso, a força será considerada como causa e consequência do movimento, apresentando-se como “uma consequência necessária do pensamento” (*ibidem*). Outra substituição promovida pelo sistema hertziano, ou pela mecânica de Hertz, é o conceito de energia ou a estranheza do conceito de energia potencial. Na superação das dificuldades promovidas por esse conceito, Hertz vê-se envolvido com a noção de objetos físicos não mensuráveis (massas ocultas), pelos quais irá pagar um alto preço:

Se tentamos entender os movimentos dos corpos à nossa volta, e remetê-los a regras simples e claras, prestando atenção somente no que pode ser diretamente observado, nossa tentativa, geralmente, falhará. Nós logo

perceberemos que a totalidade das coisas visíveis e tangíveis não forma um universo de acordo com a lei, no qual os mesmos resultados sempre são obtidos a partir das mesmas condições. Nós nos convenceremos de que a diversidade do universo real deve ser maior do que a diversidade do universo que nos é diretamente revelado pelos nossos sentidos. Se desejarmos obter uma imagem do universo que seja bem modelada, completa e conforme a lei, temos que pressupor, por trás das coisas que vemos, outras coisas invisíveis: devemos imaginar *aliados ocultos além dos limites de nossos sentidos*. Tais influências subjacentes foram identificadas nas duas primeiras representações; nós as imaginamos como tipos especiais e peculiares de entidades e, então, criamos as idéias de força e energia. Mas um outro caminho se mostra aberto. Podemos admitir que exista algo oculto atuando e, mesmo assim, negar que esse algo pertença a uma categoria especial. Estamos livres para assumir que este algo escondido não é nada mais do que movimento e massa novamente – movimento e massa que diferem dos casos visíveis apenas por não poderem ser percebidos pelos nossos meios usuais de percepção. Este modo de concepção é simplesmente *nossa hipótese*. (HERTZ, 1956, p. 25 – grifos nossos)

Mesmo admitindo que o conceito de massa oculta represente uma dificuldade extra no sistema de Hertz, visto que desrespeita seu próprio critério de simplicidade, dando a aparência de que a metafísica entrou pela porta dos fundos e tomou o lugar da física, para Hertz a questão não era bem assim: “não se remove uma dúvida que impressiona nossas mentes ao chamá-la de metafísica” (HERTZ, 1956, p. 23). Quanto às massas ocultas, “a razão da complicação é perfeitamente óbvia. A perda de simplicidade não se deve à natureza, mas ao nosso conhecimento imperfeito da natureza” (HERTZ, 1956, p. 39). Hertz promove, desse modo, uma distinção entre teses ontológicas (de que há “desígnios na natureza”, assim como pensava Aristóteles) e exigências metodológicas. No caso das massas ocultas, estas representam uma exigência metodológica importante em seu sistema e não se trata de uma tese ontológica.

É verdade que nós não podemos *a priori* exigir simplicidade da natureza, nem podemos julgar o que é simples na opinião da natureza. Mas com respeito a imagens de nossa própria criação, nós podemos estabelecer exigências. Nós estamos justificados em decidir que, se nossas imagens são bem adaptadas às coisas, as relações reais das coisas devem ser representadas por relações simples entre as imagens. (HERTZ, 1956, p. 23)

E conclui:

Portanto, nossa exigência de simplicidade não se aplica à natureza, mas às imagens dela que nós talhamos; e nossa repugnância com respeito a uma proposição complicada como uma lei fundamental somente expressa a

convicção de que, se os conteúdos da proposição são corretos e abrangentes, ela pode ser formulada de forma mais simples por uma escolha mais conveniente das concepções fundamentais. (HERTZ, 1956, p. 24)

Portanto, reitera-se, a introdução das massas ocultas não promove a construção de uma tese ontológica. Trata-se de uma exigência metodológica: “O problema que um sistema com massas ocultas oferece para a consideração da mecânica é o seguinte: - Predeterminar os movimentos das massas visíveis do sistema, ou as mudanças de suas coordenadas visíveis, não obstante nossa ignorância sobre as posições das massas ocultas” (HERTZ, 1956, p. 224). Logo, não é necessariamente um problema, mas uma imagem, um modelo matemático, que na prática figuraria um evento do mundo. Uma boa representação teórica igual à mecânica hertziana, implicando pseudo-objetos como partes constitutivas, mostra a generalidade e a independência formal do sistema; este deveria ser o caso para qualquer representação das ciências naturais, independente de como possam aparecer. Já com relação à mecânica, a partir do que foi por ele estabelecido, pode-se derivar “todo o resto da mecânica por meio de puro raciocínio dedutivo” (HERTZ, 1956, p. 28).

A própria organização de *Os Princípios da Mecânica* denuncia suas pretensões. A questão não era construir uma nova teoria mecânica, porque, como se viu, isso ainda não era visto como necessário por parte de Hertz. Sua intenção resumia-se em apresentar a mecânica *sob uma nova forma*, que fosse mais interessante do ponto de vista lógico e físico. Serão aqui apresentados, em linhas gerais, os temas centrais dos dois livros nos quais *Os Princípios* se divide, que não foram tratados acima, tendo em vista especialmente os assuntos que interessam a este trabalho, a saber, a filosofia da ciência de Hertz e os conceitos que podem contribuir diretamente para uma interpretação hertziana do *Tractatus* de L. Wittgenstein³⁰. Do Livro I, que trata da “Geometria e Cinemática dos Sistemas Materiais”, serão apresentados o capítulo I (“Tempo, espaço e massa”), capítulo II (“Posições e deslocamentos de pontos e sistemas”) e o capítulo VII (“Cinemática”), sem muitos pormenores além dos tópicos que servirão ao entendimento do próximo capítulo desta tese; mesmo porque, boa parte dos itens tratados na obra já foi

³⁰ Na medida em que pontos de aproximação entre esses dois pensadores forem surgindo, sinalizaremos para tal fato; no entanto, a discussão pormenorizada dessa aproximação se dará no Capítulo III desta tese.

exposta nos itens precedentes. Do Livro II, do qual alguns temas já foram trabalhados, que trata da “Mecânica dos Sistemas Materiais”, serão apresentados o capítulo I (“Tempo, espaço e massa”), o capítulo II (“A lei Fundamental”) e os capítulos que tratam dos sistemas com vínculos. Estes itens serão suficientes para os objetivos deste trabalho: o entendimento de *Darstellungen* nos *Princípios da Mecânica* e no *Tractatus*; a representação dos objetos e a figuração do mundo em Hertz e em Wittgenstein.

2.2.1 O Núcleo *a priori* da Teoria de Hertz: o Livro I

Além da nota preliminar do Livro I, que chama a atenção sobre suas intenções, de que “suas asserções são julgamentos *a priori* no sentido de Kant”, são surpreendentes no capítulo I as definições que Hertz dá de tempo, espaço e massa. Elas parecem perverter tudo que em física entende-se por estes conceitos. Hertz afirma, por exemplo, que “o tempo do primeiro livro é o tempo de nossa intuição interna” (HERTZ, 1956, p. 45) e que se trata de uma grandeza que muda independentemente das demais. O espaço do primeiro livro é o espaço tal como nós o concebemos, “o espaço da nossa representação”, cujas propriedades são as da geometria euclidiana – “O espaço do primeiro livro é o espaço tal como o concebemos. É, portanto, o espaço da geometria de Euclides, com todas as propriedades que esta geometria atribui a ele” (HERTZ, 1956, p. 45). A conclusão que se segue é que se tratando do tempo da nossa intuição interna e do espaço da nossa representação, tempo e espaço são independentes da experiência. Já “a massa do primeiro livro será introduzida por uma definição” (HERTZ, 1956, p. 45). As definições de massa serão apresentadas e com elas chama-se a atenção, desde já, para a possível inspiração da ontologia do *Tractatus*. Trata-se de um elemento que, na verdade, é um conceito elaborado e o elemento dessa elaboração é a partícula material.

Definição 1: Uma partícula material é uma característica pela qual associamos sem ambigüidade um ponto dado no espaço em um dado momento com um ponto dado no espaço em qualquer outro momento. Cada partícula material é invariável e indestrutível. (HERTZ, 1996, p. 45)

Como entender massa por essa definição? Parece que a melhor maneira de entendê-la sob esse ponto de vista é caracterizando a “partícula material” a partir de sua associação de pontos em uma espécie de sistema de coordenadas³¹ - a associação de dois pontos tem lugar pela presença da partícula num ponto do espaço e mais tarde em outro.

Como a partícula é indestrutível e imutável, a sua presença num ponto e mais tarde noutro dá-se por movimento. Uma vez que os pontos em questão são do espaço da nossa representação, o tempo é o da nossa intuição interna e o móvel é um sinal, estamos perante um movimento imaginado pelo sujeito cognoscente. A partícula de massa corresponde portanto ao “ponto” móvel dum movimento imaginado. Em função dela é definida a massa. (COELHO, 2007, p. 256)

Isso fortifica a geometrização hertziana a partir de um modelo previamente estabelecido³². E se Hertz está definindo massa como *invariável* e *indestrutível*, deve-se à proposta geral do Livro I: apresentar seus elementos como julgamentos *a priori* no sentido de Kant. Daí, massa será entendida dentro das formas kantianas de espaço e tempo³³, portanto, será uma experiência *a priori*. Hertz não está falando em partículas materiais das quais trata a física de partículas, está tratando de simplicidade lógica³⁴. Ele descreve uma *Massenteilchen* (partícula material) como uma propriedade característica do espaço e tempo, ela não é o objeto material no espaço e tempo. Partículas materiais são propriedades do espaço e não têm extensão espacial (não tem, por exemplo, a propriedade de ser pesada); sua função é simplesmente para marcar uma única localização no espaço-tempo.

A segunda definição de massa é dada como se segue:

Definição 2: O número de partículas materiais em qualquer espaço, comparado com o número de partículas materiais em algum espaço

³¹ Verificar-se-á como Wittgenstein propõe o uso prático desse modelo quando fala em localizar a cor em um espaço de cor (TLP 6.341).

³² Não se pode esquecer que Hertz está propondo uma representação da mecânica numa espécie de modelo generalizado e formalmente sistematizado.

³³ “(...) na parte analítica da Crítica se demonstrará que espaço e tempo são apenas formas da intuição sensível, isto é, somente condições da existência das coisas como fenômenos e que, além disso, não possuímos conceitos de entendimento e, portanto, tão-pouco elementos para o conhecimento das coisas, senão quando nos pode ser dada a intuição correspondente a esses conceitos; daí não podemos ter conhecimento de nenhum objeto, enquanto coisa em si, mas tão-somente como objeto da intuição sensível (...)”.

KANT, Immanuel. *Crítica da Razão Pura*. Trad. Manuela Pinto dos Santos, Alexandre Fradique Morujão. 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.

³⁴ Verificar-se-á no próximo capítulo que Wittgenstein fará o mesmo.

escolhido em um momento fixo, é chamado de a massa contida no primeiro espaço. (HERTZ, 1956, p. 46)

Interpretada como definição de massa *a priori*, pode-se dizer que se pode escolher certa área de pontos no espaço, definida por um jogo de coordenadas, e usar como unidade de medida a fim de definir a massa de algum outro jogo de pontos do espaço. Assemelha-se bastante com o “método” tractariano para definir uma configuração, descrevendo-a completamente por meio de uma determinada rede de malhas de uma determinada finura (TLP, 6.342). “A rede, contudo, é *puramente* geométrica, todas as suas propriedades podem ser especificadas *a priori*” (TLP, 6.35) – tratar-se-á disso no capítulo seguinte.

Após introduzir o conceito de massa, Hertz introduz o conceito de ponto material, utilizando-se do conceito de massa. A massa relacionada à região do espaço-tempo é chamada de “ponto material” de acordo com a definição 3:

Definição 3: Uma pequena massa finita ou infinita, concebida como estando contida em um espaço infinitamente pequeno, é chamada um ponto material.

Um ponto material conseqüentemente consiste de qualquer número de partículas materiais conectadas umas as outras. (HERTZ, 1956, p. 46)

Um ponto material é um determinado *arranjo* de partículas materiais. Aqui, mais uma vez, pode-se antecipar uma aproximação com elementos da ontologia do *Tractatus*: o arranjo dos objetos constitui o estado de coisas.

Eis, portanto, a última definição de massa:

Definição 4: Um número de pontos materiais considerados simultaneamente é chamado de um sistema de pontos materiais, ou *resumidamente* um sistema. O total das massas dos pontos separados é, pelo § 4, a massa do sistema.

Daí um sistema finito consiste de um finito número de finitos pontos materiais, ou de um número infinito ou infinitamente pequeno ponto material, ou de ambos. É sempre permissível considerar um sistema de pontos materiais como sendo composto de um infinito número de partículas materiais. (HERTZ, 1956, p. 46)

Hertz desenvolve sua representação da mecânica a partir do estudo de sistemas materiais, partindo do pressuposto de que cada sistema é formado pela conjunção de pontos materiais e que “um ponto material pode ser considerado como

um caso especial e como um simples exemplo de um sistema de pontos materiais” (HERTZ, 1956, p. 47). Somente estes sistemas podem ser objetos apropriados de teorias físicas, pois o “ponto” é uma abstração e em física se lida com corpos.

É importante compreender por que Hertz propõe todas estas definições *a priori* para chegar à noção de um sistema. Já na Introdução ao *Princípios*, ele apresenta suas ideias sobre modelos ou imagens, dizendo que “nós formamos para nós mesmos imagens ou símbolos de objetos externos; de tal modo que as consequências necessárias das imagens no pensamento são sempre as imagens das consequências necessárias na natureza das coisas retratadas” (HERTZ, 1956, p. 1). Desta forma, podem ser *previstos* os eventos futuros e conferir a validade de nossas imagens. Estas imagens não retratam *coisas* em si mesmas, elas retratam determinadas *estruturas* das coisas, o arranjo das coisas. Elas são as concepções das coisas, e a conformidade delas com a natureza se esgota na adequação ao que delas é requisitado no processo anteriormente descrito.

O que se vê é que Hertz está fazendo um esforço para criar os fundamentos de uma ciência da mecânica que *não* postulasse *nada* sobre coisas em si mesmas. Os únicos objetos apropriados da física seriam os *sistemas* de pontos materiais. Pode-se postular certo comportamento, ou certas leis para certo sistema e conferir se eles acontecem na natureza. Mas os objetos, os simples na natureza, só se podem definir logicamente. O ponto é que, mesmo que não se possa saber sobre a realidade, pode-se ainda lhe alcançar fundamento para a ciência quando puder *conhecer* a estrutura. É tudo de que se precisa para a física³⁵. A chave para compreender isto parece ser a chave para compreender a ontologia do *Tractatus* e seu papel na explicação da realidade.

Na sequência do Livro I, Hertz apresenta além das definições de tempo, espaço e massa, a descrição de conexões, trajetórias mínimas, trajetórias geodésicas, trajetórias “mais retilíneas” e “uma série de proposições arbitrárias” (HERTZ, 1956, p. 135), as quais devem ser remetidas ao conteúdo do Livro II. E sua crença na imutabilidade da componente *a priori* se expressa na conclusão desse livro: “(...) a correção ou incorreção dessas investigações não pode ser nem

³⁵ “Nós consideramos um fenômeno do mundo material como mecanicamente e, portanto, fisicamente explicado, quando nós provamos ser ele uma consequência necessária da lei fundamental e daquelas propriedades dos sistemas materiais que são independentes do tempo” (HERTZ, 1956, p. 145).

confirmada nem negada por quaisquer possíveis experiências futuras” (HERTZ, 1956, p. 135).

2.2.2 O Núcleo Experimental da Teoria de Hertz: o Livro II

O Livro II, denominado “Geometria e Cinemática dos Sistemas Materiais”, aborda sobre a mecânica propriamente dita – da componente que deriva da experiência. Nele Hertz trata novamente do tempo, espaço e massa, da lei fundamental, do movimento de sistemas livres, dos sistemas de massas ocultas e dos sistemas com descontinuidade. Nesse livro, “(...) tempos, espaços e massas, são símbolos para objetos da experiência externa (...)”. As relações entre tais símbolos devem, portanto, “satisfazer não somente as leis de nossa intuição e pensamento, mas também a experiência” (HERTZ, 1956, p. 139). Conforme a exigência de “correção” (e aqui se volta à questão deixada em aberto anteriormente), instituída por ele, qualquer teoria proposta tem que ser compatível com os dados da experiência – “a questão da correção de nossas proposições coincide, portanto, com a questão da correção ou validade geral daquela única proposição” (HERTZ, 1956, p. 139). No entanto, segundo Abrantes (1992, p. 372-373), a relação entre teoria e experiência em Hertz é um tanto quanto confusa:

Em certas passagens, Hertz afirma que as relações fundamentais (“leis”) das diversas representações podem ser confrontadas diretamente à experiência. Ele afirma, por exemplo, que toda a contribuição da experiência está contida na “lei fundamental” (...). Em outras passagens, contudo, ele parece adotar uma posição holística semelhante à defendida por P. Duhem: “cada fórmula separada não pode ser especialmente testada pela experiência, mas somente o sistema como um todo”³⁶.

Contudo, o livro reforça que as relações nele estabelecidas referem-se à experiência externa e explica como isso funciona. Os conceitos primitivos (tempo, espaço e massa), se tornam sinais da experiência externa ao estabelecer-se que as percepções sensíveis estão implicadas em suas determinações. Tais determinações são indicadas por processos de medida.

Com relação ao tempo, afirma Hertz (1956, p. 140):

³⁶ Aqui Abrantes (1992) cita o próprio Hertz (1956, p. 195), D’Agostinho (1990, p. 391) e Cohen (1956).

Regra 1: Nós determinamos a duração do tempo por meio de um cronômetro, a partir do número de batidas de seu pêndulo. A unidade de tempo é estabelecida por convenção arbitrária. Para especificar um dado instante, usamos o tempo que passou entre ele e um instante determinado por uma convenção ainda mais arbitrária.

Algo parecido propõe Wittgenstein, logo depois de ter citado Hertz em um aforismo imediatamente anterior³⁷ a este: “Não podemos comparar nenhum processo com o ‘decurso do tempo’ – que não existe – mas apenas com um outro processo (digamos, a marcha do cronômetro” (TLP 6.3611), portanto, por uma convenção arbitrária. Quanto ao espaço, explica:

Regra 2: Nós determinamos as relações espaciais com os métodos da geometria prática, por meio de uma escala. A unidade de comprimento é resolvida por convenção arbitrária. Um dado ponto no espaço é especificado por sua posição relativa no que diz respeito a um sistema de coordenadas fixas com referência às estrelas fixas e determinado por convenção. (HERTZ, 1956, p. 140)

Assim sendo, as relações espaciais são determinadas segundo as regras da geometria, em cujo campo a unidade de comprimento e o sistema de coordenadas são convencionais, isto é, a descrição espacial só é possível amparando-se em outro processo.

Quanto à massa do Livro II, Hertz afirma que “a massa dos corpos que podemos lidar é determinada por pesagem” (HERTZ, 1956, p. 140):

Regra 3. A massa dos corpos que podemos tocar é determinada por pesagem. A unidade de massa é a massa de algum corpo estabelecida por convenção arbitrária.

A massa de um corpo tangível, como determinado por esta regra, possui a propriedades atribuídas à massa idealmente definida (§ 4). Ou seja, ela pode ser concebida como dividida em um número qualquer de partes iguais, sendo cada uma delas indestrutível e imutável e capaz de ser empregada como marca de referência, sem ambiguidade, de um ponto no espaço em um certo instante para outro ponto no espaço em qualquer outro instante (§ 3). A regra é, além disso, determinada e única quando se considera corpos tangíveis, apesar das incertezas que não podemos eliminar de nossa experiência real passada ou futura. (HERTZ, 1956, p. 140-141)

³⁷ “Na terminologia de Hertz, poder-se-ia dizer: apenas conexões *que se conformam a leis são pensáveis*”. (TLP 6.361)

Desse modo, a ligação dos três conceitos à experiência é realizada pela correspondência, de cada um deles, a um processo de medida. Mas não implica uma contradição ante às definições dos mesmos conceitos apresentados no Livro I? Não há uma perda, ou uma diferença de entendimento, nos mesmos conceitos em cada um dos livros? Hertz responde que “as três regras acima não são novas definições de magnitudes de tempo, espaço e massa, que haviam sido completamente definidas anteriormente” (HERTZ, 1956, p. 141). E acrescenta que não existe contradição, mas consonância entre os processos estabelecidos e os conceitos.

As percepções sensíveis implicadas nos processos de medida podem ser “transportadas” na linguagem da imagem; e consequências da imagem podem ser traduzidas na linguagem da experiência. Isto diz-nos que a correspondência vale nos dois sentidos: podemos passar da experiência à imagem, como desta àquela, o que Hertz expressa pela metáfora da tradução e retroversão³⁸. (COELHO, 2007, p. 259)

Portanto, tempo, espaço e massa independem da experiência por um lado, mas é possível que a sua relação com a experiência se dê por meio de uma correspondência, ponto-a-ponto, às percepções sensíveis próprias dos respectivos processos de medição.

Antes de tratar da lei fundamental, Hertz aborda o funcionamento dos sistemas materiais. Sua ênfase é nos sistemas livres, aqueles abrangidos por sua lei fundamental; já aqueles não-livres, Hertz os considera como parte dos sistemas livres. Com isso, ele parte de sistemas livres, imagina os sistemas não-livres como parte dos sistemas livres e chega a conclusões sobre os movimentos dos sistemas não-livres. E qual é a distinção desses tipos de sistemas? Por “sistema” Hertz entende um conjunto de pontos ligados entre si e, por “sistema livre”, aquele que está sujeito apenas a ligações *internas* e constantes no tempo.

³⁸ Nas palavras de Hertz, “elas (as três regras) apresentam um pouco as leis de transformação por meio da qual traduzimos a experiência externa, *i. e.*, sensações e percepções concretas, para a linguagem simbólica das imagens que delas formamos (*vide* Introdução) e, porque, inversamente, as consequentes necessárias dessas imagens são novamente designadas para o domínio das possíveis percepções sensíveis. Assim, somente através dessas três regras pode os símbolos tempo, espaço e massa tornarem-se partes de nossas imagens dos objetos externos. Mais uma vez, apenas por estas três regras estão sujeitas as novas exigências que são necessárias ao nosso pensamento”. (HERTZ, 1956, p. 141 – acréscimos nossos)

Partindo de um sistema global livre, formado por um sistema não-livre somado a um ou mais sistemas, Hertz enuncia a lei fundamental³⁹ da seguinte maneira: “cada sistema livre mantém-se em seu estado de repouso ou de movimento uniforme segundo a trajetória mais reta possível” (HERTZ, 1956, p. 144).

Percebe-se que o enunciado da lei fundamental de *Os Princípios da Mecânica* se parece bastante com a primeira lei de Newton, tanto que se não se atentar para as diferenças, o leitor pode ser confundido. Eis ambos os enunciados expressos em língua latina, tal como os apresentaram seus autores:

- A primeira lei de Newton afirma:

“Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur statum suum mutare”.

- E a lei fundamental sustenta:

“Systema omne liberum perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directissimam”.

Se no lugar de sistema Hertz tivesse tratado de ponto, a lei coincidiria com a primeira lei de Newton. No entanto, como foi dito, a preferência de sistema por ponto se dá pelo fato de que, por se tratar do núcleo empírico da teoria, o ponto seria uma abstração e na física se lida com corpos. E qual é a diferença primordial entre as duas teorias?

Pela lei de Newton, o corpo mantém-se no seu estado de repouso ou de movimento uniforme e retilíneo, se não é obrigado a mudá-lo devido a forças impressas. Por definição, a força impressa provém do exterior. Ora isto está salvaguardado na lei de Hertz pelo adjetivo “livre”, o sistema não tem ligações com exterior. Assim a diferença entre ambas as proposições restringe-se a *“corpus [...] in directum”* e *“systema [...] in directissimam”*. A linha “tão reta quanto possível” em Hertz, diferentemente de linha “reta” em Newton, deve-se unicamente às conexões internas do sistema. Num sistema constituído por um ponto, a linha de menor curvatura é a reta. Como a forma da trajetória depende dos objetos para os quais as leis estão formuladas, a diferença entre elas reside no objeto, o sistema numa e o corpo pontual na outra. (COELHO, 2007, p. 260)

³⁹ Por lei entende Hertz: “por ela, juntamente com a aprovação da hipótese de massas ocultas e regularidades, derivamos o restante conteúdo da mecânica de forma puramente dedutiva”. (HERTZ, 1956, p. 33)

E por princípios Hertz entende todo um conjunto de proposições “que satisfazem a exigência de que o conjunto da mecânica possa ser desenvolvido a partir delas através de raciocínio puramente dedutivo, sem qualquer apelo adicional à experiência”. (HERTZ, 1956, p. 4)

Um ponto material que pareça livre não descreve, no entanto, uma trajetória retilínea e sim “tão reta quanto possível”. A mecânica clássica diria que tal ponto se afastaria da trajetória reta por estar submetido a uma força. Hertz afirma que o ponto se afasta por não estar livre, mas ligado a outros pontos invisíveis. E, como foi dito, é justamente a introdução das massas invisíveis um fator complicador na mecânica de Hertz⁴⁰. Daí pode-se perguntar: a mecânica hertziana resiste aos próprios critérios elaborados pelo próprio autor para avaliar criticamente qualquer teoria científica? Uma breve análise pode nos dar uma percepção.

Quanto ao critério de permissibilidade lógica e de adequação, Hertz assume que a sua imagem da mecânica se equipara à representação newtoniana. Primeiro, porque ambas foram colocadas em uma forma completamente satisfatória do ponto de vista lógico e, segundo, por assumir que a primeira imagem (a newtoniana) tem se completado por adequadas adições, e as vantagens de ambas, em direções diferentes, são de igual valor (HERTZ, 1956, p. 40). Sem mais explicações, ele avança para tratar do critério de correção. Para ele, apenas uma das duas imagens pode ser correta. No entanto, a sua representação se define do ponto de vista da correção como melhor “na medida em que um conhecimento mais refinado nos mostra que a suposição de forças à distância invariáveis fornece apenas uma primeira aproximação da verdade” (HERTZ, 1956, p. 41). Os fenômenos eletromagnéticos não apenas são capazes de consolidar a terceira imagem (a hertziana) como a mais apropriada, mas também definem os pressupostos sobre os quais se apoiariam a mecânica:

O balanço das evidências será inteiramente favorável à terceira imagem quando uma segunda aproximação da verdade puder ser obtida pela associação das supostas ações à distância a movimentos em um meio que tudo permeia, cujas partes estão sujeitas a conexões rígidas; um caso que também parece muito próximo de ser concretizado na mesma esfera das forças eletromagnéticas. Este é o campo no qual será travada a batalha decisiva entre os pressupostos fundamentais. (HERTZ, 1956, p. 41)

E aqui, mais uma vez, compromete-se o anseio de correção da mecânica hertziana, por si só complicada. Seu compromisso para com o programa do éter parece atropelar o seu critério de correção. Não é possível pensar em um critério que tem como pressuposto que uma teoria científica deve satisfazer à exigência de

⁴⁰ Tratar-se-á disso pormenorizadamente adiante.

conformidade com os fatos, estando subjacente a essa teoria a ideia da “associação de supostas ações a movimentos em um meio que tudo permeia (meio etéreo)”. Isso remete a uma questão instigante e de difícil resposta: por que Hertz mantém a ideia de éter, apesar da aparente contradição com seus critérios? Acredita-se que seu compromisso com tal programa deve-se à sua filiação maxwelliana, cuja pretensão era desenvolver uma teoria completa dos fenômenos eletromagnéticos a partir da noção de ação física que se transmite de forma contígua e mediatizada. A evocação do éter, como no caso das massas ocultas, serve como uma espécie de linguagem figurativa que apontaria para uma “realidade” no sistema: para sua necessidade de generalização e independência formal⁴¹. Sua existência é postulada, seus arranjos e relações são também postulados, mas sua admissão assegura formalmente a inteligibilidade do sistema.

Poincaré (2008), explicando a funcionalidade do éter na mecânica de Newton, dá-nos uma noção de como o mesmo funcionaria no esquema hertziano:

O éter seria formado por uma espécie de rede. Cada malha dessa rede seria um tetraedro. Cada aresta desse tetraedro seria formada por duas hastes, uma cheia e uma vazada, que correriam uma pela outra; cada aresta, portanto, seria extensível, mas não flexível. Em cada malha haveria um aparelho formado por três linhas, invariavelmente fixas umas nas outras e formando um triedro triretangular. Cada uma dessas três hastes se apoiaria em duas das arestas opostas do tetraedro; por último, cada uma delas teria quatro giroscópios.

No sistema que acabo de descrever, não existe energia potencial, mas apenas energia cinética, a energia dos tetraedros e a dos giroscópios. Entretanto, um meio assim constituído se comportaria como um meio elástico: transmitiria ondulações transversais⁴², exatamente como o éter. (POINCARÉ, 2008, p. 93-94)

Percebe-se que para fins de uma filosofia da ciência advinda de um teórico do eletromagnetismo o modelo cai perfeitamente bem: além de excluir a energia potencial, o comportamento do meio etéreo configura-se como ondulatório, cuja transmissão funciona como a do campo eletromagnético.

Se a representação hertziana da mecânica complica-se com o critério de correção, complica-se também com o de simplicidade. E toda essa complicação remonta-se aos elementos supracitados, por exemplo, às massas ocultas. O que seriam essas massas? Que exemplos teriam delas? A resposta não poderá ser

⁴¹ Aos moldes da teoria física de Descartes que explicaria a atração gravitacional à distância, postulando movimentos giratórios dos vórtices de centro invisível no onipresente éter.

⁴² Isso seria muito apropriado a um partidário da teoria eletromagnética.

contemplada porque o próprio Hertz não dá sequer um breve esclarecimento de sua forma (mesmo caso dos “objetos” do *Tractatus* de Wittgenstein). Helmholtz, que prefaciou a obra, lamenta da ausência dos exemplos que ilustrem sua aplicação e, portanto, a necessidade da hipótese de massas e movimentos ocultos:

Infelizmente ele não deu exemplos que ilustrassem a suposta maneira pela qual tal mecanismo hipotético deveria atuar; a explicação nesses termos, mesmo dos casos mais simples de forças físicas, demandaria, claramente muita intuição científica e capacidade imaginativa. Neste sentido, Hertz parece ter depositado bastante confiança na introdução de sistemas cíclicos com movimentos invisíveis. (1956, Prefácio)

No entanto, não faltam críticas e objeções a esse elemento suprassensível, que, além de “nada” esclarecer ou ajudar no sistema, do ponto de vista dos seus críticos, ainda introduz novas dificuldades:

O conceito de massas ocultas parecia uma especulação desnecessária e, se substituía conceitos confusos como o de força ou possuidores de alguma ambiguidade, como o de energia, não era isento de desvantagens, além de tornar a explicação mecânica dependente de objetos não observáveis, para usar um termo atual. (MOREIRA, 1995, p. 36).

Por outro lado, Hertz tem uma resposta para a introdução deste elemento em sua mecânica, visto que não foi introduzido gratuitamente em sua teoria. Sua função, como foi dito, era “predeterminar os movimentos das massas visíveis do sistema, ou as mudanças de suas coordenadas visíveis, não obstante nossa ignorância sobre a posição das massas ocultas” (HERTZ, 1956, p. 224). E só tem sentido falar delas no contexto das massas da experiência (Livro II) porque o efeito dos seus movimentos é admitido e não é determinável o seu valor pelo processo de medida indicado para as massas ordinárias. No contexto das “partículas materiais”, aquelas que aparecem no Livro I e que são “seres” de razão (do pensamento), não faz sentido falar de massas ocultas, pois não há “seres” de razão ordinários ou ocultos.

Assim, verifica-se que, mesmo a par das convicções pessoais de Hertz, sob o olhar de estudiosos de física, sua obra não subsiste aos critérios por ele próprio estabelecidos. Por mais que houvesse se protegido de algumas objeções que o haviam atormentado, não parece ter afastado todas elas. A aplicação da mecânica

de Hertz constituiu a maior dificuldade de aceitação por parte dos físicos. Depois de várias tentativas de aplicação, a teoria foi abandonada, sob a justificativa de que desde os casos mais simples era muito complicada e, portanto, desinteressante para a física. E se o *Princípios* não encontrou repercussão nos meios acadêmicos, não aparecendo nas mesas de discussões ou em livros-texto⁴³, o mesmo não pode ser dito de sua filosofia da ciência. Foi da dificuldade de entendimento da componente filosófica da obra que os mal-entendidos surgiram. A análise dos aspectos filosófico-metodológicos das teorias científicas ganhou repercussão e foi fonte de inspiração para muitos pensadores, como parece ter sido o caso de Wittgenstein.

2.3 A Filosofia da Ciência de Hertz

2.3.1 A Componente Filosófica de *Electric Waves*

A obra *Electric Waves* (1893) foi o ponto de partida para a análise filosófico-metodológica das teorias científicas por parte de Hertz e a culminância dessa prática deu-se com *Os Princípios da Mecânica* (1894). Nas introduções a estas duas obras um tema metacientífico se apresenta como núcleo central. Nelas, Hertz trata das diferentes representações, imagens, ou modelos (esquemas conscientemente construídos, portanto, *Darstellungen*) dos fenômenos físicos: no caso da primeira obra, dos fenômenos eletromagnéticos; no caso da segunda, dos fenômenos mecânicos. E a questão que tenta resolver é a seguinte: qual é a origem da pluralidade de imagens nas teorias científicas? Seria ela inevitável?

Em *Electric Waves* o foco da análise se dá sobre os diferentes conjuntos de equações utilizadas por Maxwell para expressar sua teoria eletromagnética. Hertz entende que no *Treatise on Electricity and Magnetism* (1873), Maxwell oscila entre diferentes modos de representação de sua teoria, o que explicaria inconsistências em seu interior, favorecendo a introdução de “idéias supérfluas e rudimentares”. É o caso do conceito de eletricidade, “Hertz considerava ser impossível dar uma significação única ao termo ‘eletricidade’ como ele é empregado por Maxwell (...)”.

⁴³ Segundo Moreira (1995, p. 40), quando muito, as referências ao *The Principles of Mechanic* de Hertz aparecem nos meios acadêmicos quando se trata do princípio mecânico do trajeto mais “reto” ou de menor curvatura. E isso se deve ao fato de ser uma obra complicada e incapaz de resolver os problemas apresentados pelas representações newtoniana e energetista da mecânica.

Convivem lado a lado na teoria duas concepções incompatíveis entre ‘eletricidade’ e ‘polarização’” (ABRANTES, 1992, p. 356).

Tentando determinar a natureza precisa da teoria de Maxwell através da análise do conjunto de equações que expressam sua teoria e, com isso, discernir sobre o que Maxwell está tratando acerca da natureza dos fenômenos eletromagnéticos, Hertz conclui que Maxwell não dizia nada acerca da natureza física desses fenômenos. Sua teoria, “muito abstrata e sem colorido”, resume-se em equações que eram fórmulas lógicas que o habilitavam a lidar com os fenômenos e entender como eles funcionavam. Hertz chega à seguinte conclusão sobre a teoria de Maxwell:

À questão, “o que é a teoria de Maxwell?” eu não conheço uma resposta mais direta ou definitiva do que a seguinte: - *a teoria de Maxwell é o sistema de equações de Maxwell*. Toda teoria que conduza ao mesmo sistema de equações, e, portanto, abranja os mesmos fenômenos, eu consideraria uma forma ou um caso especial da teoria de Maxwell... Assim, neste sentido, e apenas neste sentido, podem as duas dissertações teóricas tratadas no presente livro ser consideradas como representações da teoria de Maxwell. Em nenhum sentido elas podem ter a pretensão de serem consideradas traduções precisas das idéias de Maxwell. Ao contrário, é duvidoso que Maxwell, enquanto vivo, as reconheceria como representantes de seus próprios pontos de vista em qualquer aspecto. (*apud* COHEN, 1956, Ensaio Introdutório – grifos nossos)⁴⁴

Hertz propõe, então, a reconstrução axiomática da teoria de Maxwell reduzindo as suas equações a apenas quatro⁴⁵, adotando-as em um sistema dedutivo, no qual são apresentadas como “relações entre magnitudes físicas que são efetivamente observadas, e não entre magnitudes que servem somente ao cálculo” (HERTZ, 1962, p. 196)⁴⁶. Isso resolveria um problema prático, ao invés de somente fornecer um quadro de referência matemático para tratar de problemas da física, dotando-a de uma estrutura lógica. Hertz reconhece que “não é agradável ver equações apresentadas como resultados diretos da observação onde estávamos acostumados a ver longas deduções como provas aparentes delas”. Mas, reconhece que esse é o preço que se paga por confundir “a figura simples e familiar apresentada pela

⁴⁴ COHEN, R. S. Hertz’s philosophy of science: an introductory essay. *In*: HERTZ, H. *The Principles of Mechanics*. New York: Dover, 1956.

⁴⁵ Redução que ocorreu definitivamente com Oliver Heaviside, físico inglês que trabalhou nos desenvolvimentos posteriores da teoria de Maxwell, criando o formalismo matemático que permite que tais equações sejam escritas na forma sintética, como são conhecidas hoje.

⁴⁶ HERTZ, H. *Electric Waves*. New York: Dover Publications, 1962.

natureza, com os trajes vistosos com que habituamo-nos a vesti-la” (HERTZ, 1962, p. 28 *cf.* WITTGENSTEIN, TLP 4.002⁴⁷).

Segundo Abrantes (1992, p. 356), em *Electric Waves* já se encontram definidas as posições metodológicas de Hertz e sua concepção da tarefa da filosofia da ciência, que são:

1. A tese de que nossas “idéias físicas e matemáticas” constituem “modos de representação” dos fenômenos (que subdeterminam tais modos de representação).
2. Importância do critério lógico (consistência) na aceitabilidade da teoria científica.
3. A exigência de parcimônia no emprego de hipóteses nas teorias científicas.

Verifica-se, por conseguinte, que a componente filosófica já fazia parte do pensamento de Hertz desde o início do seu desenvolvimento teórico, manifestando sua preocupação com o comportamento reflexivo que se deve ter frente a uma teoria científica. Esta prática, no entanto, terá sua culminância em *Os Princípios da Mecânica*.

2.3.2 A Componente Filosófica de *Os Princípios da Mecânica*

Com relação à estrutura de uma teoria científica e na contramão de tudo o que se esperava de tais teorias, Hertz inova quando propõe o que ele chama de *Os Princípios da Mecânica*: trata-se de um conjunto de proposições “que satisfazem a exigência de que o conjunto da mecânica possa ser desenvolvido a partir delas através de raciocínio puramente dedutivo, sem qualquer apelo adicional à experiência” (HERTZ, 1956, p. 4). É justamente essa postura que caracteriza a epistemologia de Hertz, sua filosofia da ciência. E a proposição “uma teoria física é uma imagem por nós construída”, ou então, “somos capazes de construir imagens que nos permitem levar a cabo a tarefa da física, a previsão de fenômenos, em virtude duma certa conformidade entre o nosso espírito e a natureza”, pode sintetizar sua filosofia da ciência.

⁴⁷ “A linguagem é um traje que disfarça o pensamento. E, na verdade, de um modo tal que não se pode inferir, da forma exterior do traje, a forma do pensamento trajado; isso porque a forma exterior do traje foi constituída segundo fins inteiramente diferentes de tornar reconhecível a forma do corpo”.

Para ele, uma representação científica, a par das exigências de que os seus fundamentos sejam os dados empíricos (devendo com eles concordar), pode ser permissível, correta e adequada, mesmo sem fazer um apelo direto à experiência: “nós fazemos imagens ou símbolos dos objetos exteriores para nós mesmos (...)” e a “forma que damos a elas é tal que as consequências necessárias das imagens no pensamento são sempre as imagens das consequências necessárias na natureza das coisas retratadas” (HERTZ, 1956, p. 1). Segundo o que considera Hertz, deve existir certa conformidade entre a natureza e o nosso pensamento. Mesmo assim, essa conformidade não significa que as nossas imagens traduzam exatamente o real, pois não temos meios de verificar se nossas imagens das coisas coincidem definitivamente com elas⁴⁸. O que se pode constatar é que existe “um desenvolvimento na natureza, um desenvolvimento no nosso pensamento e zonas de contato. Numa fase inicial haurimos algo da experiência; a partir daí construímos a nossa imagem; finalmente verificamos, se as nossas conclusões são conformes com o desenvolvimento natural” (COELHO, 2007, p. 241). Um exemplo é dado por Coelho (2007, p. 241-242):

Suponha-se algo simples, *A* fala, *B* escuta e responde. *A* conclui da resposta, ter sido compreendido por *B*. O dado que *A* dispõe é a resposta de *B*, mas não o modo como ela foi atingida por *B*. A conclusão de *A* significa apenas conformidade nas consequências dos desenvolvimentos dum e doutro. Em suma, há conformidade nas “pontas”, mas não se sabe, se há nos processos.

Isso se parece com a forma com que Wittgenstein concebe a relação entre a proposição (enquanto figuração) e a realidade; ele assevera: “É *assim* que a figuração se enlaça com a realidade; ela vai até a realidade” (TLP 2.1511). “Ela é como uma régua aposta à realidade” (TLP 2.1512). “Apenas os pontos mais extremos das marcas da régua *tocam* o objeto a ser medido” (TLP 2.15121). Entretanto, este estratagema, dos desenvolvimentos autônomos e zonas de contatos, é provavelmente uma descoberta de Hertz, e não de Wittgenstein, em filosofia (COELHO, 2007). Mesmo assim, fazemos imagens dos objetos exteriores a nós mesmos.

⁴⁸ “Um sistema não é completamente determinado pelo fato de que é um modelo de um determinado sistema. Um número infinito de sistemas, bem diferente fisicamente, pode ser modelo de um mesmo sistema. Um determinado sistema é um modelo de um número infinito de sistemas totalmente diferentes”. (HERTZ, 1956, p. 176)

O conceito de imagem aparece na filosofia da ciência de Hertz relacionado a dois outros conceitos: ao de sistema e ao de modelo. A afinidade com o conceito de sistema (*System*) se dá quando Hertz trata das várias imagens da mecânica (mecânica newtoniana, mecânica energetista, mecânica de Hertz) e as submete aos seus critérios de avaliação (permissibilidade lógica, correção empírica e adequação). É neste contexto de avaliação que surge o termo *sistema* em vez de imagem. A análise das passagens do seu texto que tratam da questão mostra que o conceito de sistema surge em geral ligado ao caráter lógico da teoria, isto é, quando analisa se seus conceitos respeitam ou não o critério de permissibilidade lógica: se a teoria introduz ou não elementos obscuros ou promove contradições com as imagens já estabelecidas pelo conhecimento. No entanto, embora as teorias apresentadas, analisadas e discutidas constituam sistemas lógicos, mesmo tendo observado que pseudoconceitos estão subjacentes às duas primeiras imagens, Hertz admite que elas também representam fenômenos, o que as faz distinguir de um simples sistema lógico – “É aqui que reside a razão para o conceito de imagem: ele subsume com propriedade o que diz respeito às configurações mecânicas ou representações dos fenômenos; o que não caberia com propriedade no conceito de sistema. É esta outra componente do conceito de imagem que o liga ao de modelo” (COELHO, 2007, p. 247). Imagem enquanto afinada com o conceito de sistema não pode representar apenas do ponto de vista lógico (sistema lógico), pois sua proposta é representar também os fenômenos.

Já a relação do conceito de imagem com o de modelo tem vistas no fato de que a função primordial da mecânica consiste na previsão dos fenômenos. Por isso, “nós construímos imagens dos objetos exteriores a nós mesmos...”⁴⁹. Em algumas traduções, os termos “*innere Scheinbilder*” da nota abaixo aparecem traduzidos como “imagens aparentes”. Isso quer significar que as “imagens aparentes” são resultados das nossas caracterizações dos objetos externos. Elas são efetuadas em função dos parâmetros de espaço, tempo e massa⁵⁰ e delas pode-se construir modelos. E tais modelos servem para explicar as próprias imagens. E por quê? Segundo Hertz (1956, p. 1),

⁴⁹ “Wir machen uns innere Scheinbilder oder Symbole der äußeren Gegenstände, und zwar machen wir sie von solcher Art, daß die denknöthigen Folgen der Bilder stets wieder von den naturnotwendigen Folgen der abgebildeten Gegenstände”. (HERTZ, 1894, p. 1)

⁵⁰ “Assim, somente através dessas três regras podem tempo, espaço e massa tornarem-se símbolos de nossas imagens de objetos externos” (HERTZ, 1956, p. 141).

quando de nossa experiência anterior acumulada, tivermos uma vez conseguido deduzir as imagens da natureza desejada, podemos, então, em um curto tempo desenvolver por meio delas, como por meio de modelos, as consequências que no mundo externo só surgem em um tempo relativamente longo, ou como resultado de nossa própria interposição. Estamos, assim, habilitados a adiantar os fatos e decidir como apresentar as coisas de acordo com a visão assim obtida.

Os modelos serviriam, então, para desenvolver as consequências em um curto intervalo de tempo, que, no mundo exterior, exigiriam um longo tempo ou a nossa interposição para originá-las. Estes modelos são modelos dinâmicos dos sistemas naturais, construídos para realizarem um dado movimento que não é completamente observável na natureza; eles reproduzem, assim, os sistemas naturais. As consequências do modelo construído constituem, do ponto de vista dinâmico, uma reprodução das consequências que se desenvolvem no sistema original e segundo leis próprias. Hertz assegura que “a relação de um modelo dinâmico com o sistema do qual ele é considerado como modelo, é precisamente a mesma relação das imagens que nossa mente forma das coisas para com as próprias coisas” (HERTZ, 1956, p. 1). E que “se considerarmos a condição do modelo como a representação da condição do sistema, então, os consequentes desta representação, os quais estão de acordo com as leis desta representação, devem aparecer; são também a representação dos consequentes de acordo com as leis do objeto original” (HERTZ, 1956, p. 177). O modelo que é construído para o conhecimento do sistema natural promove, conseqüentemente, uma imagem para o conhecimento da natureza. E tal como o modelo está para o sistema natural, a imagem está para as leis do pensamento (para o conhecimento da natureza):

Assim, enquanto na relação “modelo/sistema natural” os estados iniciais e finais se correspondem, havia na relação “imagem/fenômenos” a correspondência entre as consequências lógicas da imagem e as consequências naturais dos objetos considerados. As leis segundo as quais os desenvolvimentos se processam são as próprias: as leis do sistema natural e do modelo; as leis do pensamento e as da natureza. (COELHO, 2007, p. 250)

Agora, se a validade cognitiva do modelo se reduz ao caráter dinâmico, é legítimo que alguém conteste, desde já, que o uso que Wittgenstein faz de Hertz é equivocado. Diz Wittgenstein: “Deve ser possível distinguir na proposição tanto

quanto seja possível distinguir na situação que ela representa. Ambas devem possuir a mesma multiplicidade lógica (matemática). (Comparar com a ‘mecânica’ de Hertz, sobre modelos dinâmicos)”. Vê-se que para Wittgenstein os elementos da figuração (proposição) devem ter a mesma multiplicidade matemática da realidade figurada, isto é, cada nome equivalerá a um objeto – “Um nome toma o lugar de uma coisa, um outro de uma outra coisa, e estão ligados entre si, e assim o todo representa – como um quadro vivo – o estado de coisas” (4.0311). No caso de Hertz, a funcionalidade é outra: os movimentos dos modelos representam os movimentos dos sistemas, mas a configuração do modelo, como o número de massas do mecanismo, a ligação entre elas, etc., não são atribuíveis ao sistema natural. Pergunta-se, portanto: Wittgenstein não pensa da mesma forma quando afirma, no aforismo seguinte (TLP, 4.041), que “essa multiplicidade não pode ser, naturalmente, por sua vez afigurada. Dela não se pode sair no momento da afiguração”?

De qualquer maneira, como o objetivo deste trabalho é tratar de *Darstellung* em ambos os autores, não se pretende apresentar a filosofia de Wittgenstein como um “aperfeiçoamento” da mecânica de Hertz, pois sugeriria que ambos estão tratando de projetos de mesmo tipo. Os propósitos do *Tractatus* não são os mesmos de *Os Princípios da Mecânica* e Wittgenstein tinha consciência disso. Mesmo assim, infere-se que Wittgenstein tenha usado o estratagema de Hertz em outro domínio.

Outra noção que difere nos dois autores é de isomorfia. Se ela é admitida no *Tractatus*, isto é, que há uma correspondência termo a termo entre linguagem e mundo, isso não acontece em Hertz. Explica Hertz: “não sabemos, nem temos qualquer meio de saber se nossas concepções dos objetos estão em conformidade com eles em qualquer outro respeito do que *naquela* relação fundamental” (HERTZ, 1956, p. 2). Se não se tem como saber se as representações estão em conformidade com as coisas, e se a pretensão é a de construir um saber baseado na experiência, então, não se pode atribuir às representações aquilo que se usa para representar. Isso reforçaria, inclusive, argumentos contrários a esta noção de representação, como é o caso de Heidegger (1961, p. 10):

Em que devem adequar-se a frase e a coisa, já que ambos são totalmente diferentes? Veja a frase: ‘esta moeda é redonda’. Em que adequar a frase à realidade se ambas são de natureza diversa: a moeda é metal; a frase não

é de modo algum material. A moeda é redonda, a frase não tem nenhuma espécie de quantidade. Então, em que sentido a frase se adapta ao real?”⁵¹.

No entanto, no caso de Wittgenstein, ele não comunga com este conceito ingênuo de figuração, ou seja, pensar que existe uma correspondência “empírica” entre proposição e mundo é um erro, pois, as relações entre proposição e mundo não são relações objetais, mas de ordem lógica. Sua tese é a de que a necessidade lógica deriva de estruturas metafísicas que a linguagem tem em comum com a realidade. Algo que, mesmo aplicado em outro domínio, é parecido com o que defende Hertz quando entende que a conformidade das imagens com as coisas é limitada à compatibilidade das consequências lógicas das imagens com as correspondentes consequências naturais das coisas imaginadas.

Em suma, tal como se não deve atribuir ao sistema natural mais do que é permitido, o que se restringe ao caráter dinâmico, também não deve ser atribuído às coisas o que é usado na construção das suas imagens. Conclusão, o valor cognitivo da imagem e do modelo são delimitados de forma análoga, os elementos na construção dum ou doutro não são atribuíveis aos objetos naturais. (COELHO, 2007, p. 251-252)

Uma coisa é o modelo; a outra, o conhecimento da natureza; nenhum dos dois coincide com os objetos naturais, pois que suas categorias são de caráter diverso. Agora, só se pode dar conta da conformidade entre espírito e natureza, se for admitido que o nosso espírito tenha a capacidade de construir *verdadeiros modelos dinâmicos* e trabalhar com eles (HERTZ, 1956, p. 177)

Por fim, se os modelos são construídos para fenômenos que não são completamente observáveis, não se pode tirar conclusões sobre os fenômenos a partir dos modelos sem qualquer reserva, isso porque os resultados podem tornar-se incompatíveis entre si⁵². Consequentemente, tais modelos devem ser validados pela ciência. E Hertz sabia que era possível, visto que o uso de modelos pela comunidade científica de sua época era corriqueiro. Os modelos justificavam a conformidade entre o espírito e a natureza, e desta formava-se uma imagem que

⁵¹ HEIDEGGER, M. *Vom Wesen der Wahrheit*, 4. ed., Frankfurt am Main, 1961.

⁵² Este é o caso do “físico inglês Oliver Lodge, que é referido nos *Princípios*, que construiu modelos para circuitos elétricos, e fê-los com canos de água ou cordas passando por roldanas. Ora, se se tirar conclusões sobre a eletricidade a partir dos modelos, pode naturalmente chegar-se a conclusões diversas conforme se usa o modelo mecânico ou o hidráulico” (COELHO, 2007, p. 250).

seria a forma da natureza. Neste sentido, o modelo é anterior à imagem (COELHO, 2007).

No interior de *Os Princípios da Mecânica* a situação se inverte, não é mais o modelo que antecede a *imagem* dos fenômenos⁵³ – ele será construído em função desta.

Se admitirmos em geral e sem limitação que massas hipotéticas (§ 301) podem existir na natureza, além das que podem ser diretamente determinadas pela balança, então, é impossível levar o nosso conhecimento das conexões dos sistemas naturais mais longe do que o que está envolvido na especificação dos modelos dos sistemas reais. (HERTZ, 1956, p. 177)

Assim sendo, as diretrizes para a construção dos modelos serão fornecidas pelas imagens: o modelo deverá ser construído em função da imagem e de forma tão simples quanto possível. Aqui não somente o modelo, bem como a própria experiência estão em função da imagem (teoria). Surge, pois, a questão da subdeterminação da teoria pela experiência. Se para Hertz a teoria é subdeterminada pela experiência, significa que suas concepções afastam-se da dos físicos fenomenistas, para os quais “todo conceito empregado em uma teoria física deve, em última instância, encontrar sua relação concreta na intuição empírica” (CASSIRER, 1979, p. 128)⁵⁴. Cassirer considera que a epistemologia de Hertz constitui um desvio importante no desenvolvimento das imagens de conhecimento ligadas ao desenvolvimento da física matemática do século XIX, defendendo um método hipotético-dedutivo que pressupunha a liberdade da atividade teórica.

A admissão da sub-determinação das imagens pelos dados empíricos permite a introdução de ‘*um novo elemento de liberdade na escolha de conceitos teóricos*’ representado pela possibilidade de inclusão de ‘*conceitos que não correspondem a percepções*’, como, por exemplo, as massas ocultas hipotéticas presentes na representação hertziana da mecânica. Os limites dessa liberdade teórica, assim como os da representação científica como um todo, são determinados pelos critérios estabelecidos por Hertz. (CARVALHO, 2007, p. 67)

⁵³ Reforça-se que a *imagem* do fenômeno é o conhecimento da natureza (a teoria) e não a natureza em si ou, nos dizeres de Hertz, os objetos naturais.

⁵⁴ CASSIRER, E. *El Problema del Conocimiento*. México: Fondo de Cultura Económica, 1979. v. 4.

Destes critérios é importante dar uma atenção especial para o da adequação. Este, que não precede os demais, torna-se imprescindível, visto ser ele quem garante a simplicidade da imagem na medida em que propõe que ela seja despida dos seus “trajes vistosos” (HERTZ, 1960, p. 28). Prescreve, também, que sejam reduzidas ao máximo as concepções arbitrárias nelas introduzidas, como consequência pela qual nossas mentes as representam. Mas, o que definiria uma imagem como simples? Simples em que sentido?

Todos os físicos concordam que o problema da física consiste em remeter os fenômenos da natureza às leis simples da mecânica. Mas não há o mesmo acordo sobre o que são estas leis simples. Para a maioria dos físicos, elas são simplesmente as leis do movimento de Newton. Mas, na realidade, estas leis obtêm sua significação interna e seu significado físico através do pressuposto tácito de que as forças a que elas se referem são de natureza simples e possuem propriedades simples. Mas, a este respeito, não temos certeza do que é simples e permissível e do que não o é: é aqui que não mais encontramos qualquer acordo geral. Assim, surgem diferenças reais de opinião sobre se esse ou aquele pressuposto está ou não de acordo com o sistema usual da mecânica. É no tratamento de novos problemas que reconhecemos a existência de tais questões em aberto como um obstáculo real ao progresso. (HERTZ, 1956, Prefácio)

Mas, se a adequação é garantida pela simplicidade de uma imagem⁵⁵, a relação contrária não teria o mesmo valor? Segundo Hertz, nem sempre a adequação é garantida pela simplicidade: uma imagem adequada é antes de tudo “aquela que descreve mais relações essenciais do objeto” (HERTZ, 1956, p. 2). No entanto, não se pode decidir sem ambiguidade se uma imagem é mais adequada ou não; quanto a isso, surgem diferenças de opinião – “Uma imagem pode ser mais adequada para um determinado propósito, outra para outro propósito; somente testando gradualmente muitas imagens é que podemos, finalmente, ter sucesso na obtenção da mais apropriada” (HERTZ, 1956, p. 3). Observa-se que Hertz está falando de “teste de imagens”. Se se trata de testar imagens é mais do que lícito que tais imagens sejam entendidas como *Darstellung*. Além do mais, se “uma imagem pode ser mais adequada para um determinado propósito, outra para outro propósito (...)”, Hertz admite a necessidade de uma pluralidade de representações para o desenvolvimento da ciência – “Hertz atribui à retórica subjacente aos modelos físicos construídos na elaboração de uma representação um importante papel na

⁵⁵ Quando mais simples mais adequada ela é.

comunicação entre os cientistas” (JANIK, 2002, p. 8)⁵⁶. Mas, diante disso, o que dizer das críticas de Hertz aos “conceitos obscuros” tanto na teoria eletromagnética, quanto na mecânica newtoniana, que envolvem as noções de energia e força? E por que querer eliminá-los? Sua objeção a tais conceitos envolve uma importante extensão do critério de permissibilidade lógica, segundo o qual, na introdução de elementos em uma teoria, tais elementos não poderiam ser contraditórios ou ocasionar problemas de interpretação promovidos pela sua característica de obscuridade.

Para que uma imagem de certas coisas externas possa, em nosso entendimento, ser permissível, não basta que suas características sejam consistentes entre si, mas elas não devem contradizer as características de outras imagens já estabelecidas em nosso conhecimento⁵⁷. (HERTZ, 1956, p. 23)

E para resolver o problema gerado pela introdução de elementos obscuros em uma imagem, a solução assumida por Hertz é criar “modelos alternativos que renunciem às características não essenciais que incluímos nestes modelos e que se tornaram embaraçosas para nós” (JANIK, 2002, p. 9).

O modo pelo qual Hertz lida com os problemas metafísicos que surgem no curso do desenvolvimento de uma teoria científica exige, literalmente, uma representação (matemática) de nossas teorias, de maneira a sermos capazes de distinguir, rigorosamente, aqueles elementos no modelo (*Bild*) que derivam da necessidade lógica e aqueles que se referem à evidência empírica, daqueles que nele inserimos arbitrariamente com vistas à efetividade retórica. Na verdade, a ênfase de Hertz em purgar nossos modelos de inconsistência assemelha-se muito à análise lógica (i. e., a componente matemática na elaboração de modelos). (JANIK, 2002, p. 9)

Isso é endossado pelo próprio Hertz quando fala de sua metodologia de trabalho ao tratar da diversidade de imagens autocontraditórias e de elementos obscuros que tentava depurar:

Como forma de dar expressão ao meu desejo de provar a pureza lógica do sistema em todos os seus detalhes, eu moldei a representação na velha

⁵⁶ JANIK, A. Wittgenstein, Hertz and Hermeneutics. In:____ *Boston Studies in the Philosophy of Science*, 2002.

⁵⁷ Isso se parece muito com uma ideia fundamental do *Tractatus*: a de que não pode haver contradição entre proposições elementares. “É um sinal da proposição elementar que nenhuma proposição elementar possa estar em contradição com ela” (TLP, 4.211).

forma sintética. Por isso, a forma utilizada tem o mérito de nos compelir a especificar, de antemão, definitivamente, mesmo que monotonamente, o valor lógico que se pretende dar a todo enunciado importante. Isto torna impossível a utilização das reservas e ambiguidades convenientes para as quais somos atraídos pela riqueza de combinações do discurso ordinário. (HERTZ, 1956, p. 35)

Assim, a aplicação da “velha forma sintética”, que era predominantemente matemática, possibilitava comunicar fatos do mundo, na forma de uma *Bild* matemática. A univocidade dessa linguagem e sua conseqüente capacidade de manter-se livre das ambiguidades eram resultado direto de sua estrutura matemática, de sua forma. Forma que não resulta da experiência, nem de quaisquer convenções ou definições arbitrárias. Pelo contrário, era imposta à experiência de tal maneira que lhe incutia uma ordem de natureza econômica (subdeterminação) – o que parece muito com a ontologia do *Tractatus* de Wittgenstein. Hertz pode, então, transformar a crítica da mecânica, colocando-a numa base filosoficamente segura ao considerar sua estrutura matemática e não o desenvolvimento histórico e psicológico dos seus conceitos. Com a proposição, “uma teoria física é uma imagem”, ele afirma que a teoria física é uma construção nossa. A outra componente da nossa atividade na elaboração da imagem é constituída pela estruturação lógica. E ele consegue demonstrar que a teoria clássica da mecânica newtoniana e a do energetismo de Maxwell poderiam formar um sistema matemático de axiomas e deduções e descrever o mundo real da natureza sem os ditos conceitos obscuros. Se se distingue, entre os passos pelos quais tal cálculo matemático é articulado e os passos empíricos ou pragmáticos pelos quais o resultante sistema de axiomas é aplicado na experiência real, ver-se-á que a imagem é uma construção nossa.

2.4 Implicações Filosóficas da Teoria de Hertz

Tal como feito anteriormente, quando da apresentação da imagem da mecânica hertziana, em que seu sistema “físico” foi submetido aos seus próprios critérios de avaliação das teorias, aqui se pretende o mesmo, no entanto, num viés filosófico – se isso for possível.

Baseado no ideal kantiano das formas de representação, Hertz propôs que os problemas subjacentes às teorias da ciência tinham base no modo como tais teorias

eram representadas. Toda e qualquer teoria que propõe termos para os quais nada se pode apontar, incorre no risco de tornar-se autocontraditória e confusa. E na representação de uma teoria nada funciona melhor que o cálculo (a estrutura matemática) interpretado como regra de correspondência ou componente *a priori* dessa mesma teoria. No entanto, para se verificar se uma teoria se sustenta é preciso submetê-la ao crivo dos critérios estabelecidos pelo próprio Hertz que avaliam sua permissibilidade lógica (a coerência interna), sua correção (a compatibilidade com os dados da experiência) e sua adequação (a que melhor representa as relações essenciais do objeto, que seja clara e simples). Segundo a convicção de Hertz, sua proposta filosófico-metodológica resistiu aos seus próprios critérios. Quanto à permissibilidade lógica, sua teoria “não teria” introduzido elementos obscuros e nem promovia contradições com as imagens já estabelecidas no conhecimento. Ao contrário, promovia uma coerência entre seus conceitos e princípios fundamentais, assim como com os limites de sua aplicabilidade. Tratava-se de uma proposta cujos modelos eram frutos da elaboração matemática da teoria, cuja função heurística desempenhada era facilitar sua generalização, dando-lhe um caráter de independência formal. Com relação à correção empírica, mesmo avaliando aqui a componente filosófica da teoria, apesar de tudo o que se tem dito sobre o seu caráter eminentemente dedutivo, vê-se que não é bem assim: Hertz não despreza a importância da experiência, tanto que se o Livro I baseia-se “nas leis de nossa intuição interna”, o Livro II trata dos “símbolos de objetos de nossa *experiência externa*”. A representação mecânica de Hertz pressupõe uma relação entre pensamento e natureza, relação essa garantida pela lei fundamental. Mesmo assim, salienta Hertz, “não temos que temer a objeção de que, ao construir uma ciência dependente da experiência, tenhamos extrapolado o mundo da experiência” (HERTZ, 1956, p. 30); eis o sentido de sua filosofia da ciência.

Segundo Abrantes (1992, p. 357),

o neo-kantismo de Hertz o faz, efetivamente, acreditar num isomorfismo⁵⁸ entre a sequência de nossos pensamentos e a sequência de eventos no mundo. A importância que atribui às dimensões da teoria científica que não se reduzem à experiência, mas correspondem à atividade de uma autêntica ‘imaginação científica’, é dificilmente compatível com formas ingênuas de empirismo.

⁵⁸ Este trabalho mostrou que não se trata exatamente de um isomorfismo, mas de uma relação entre estes dois domínios.

Este é o caso da postulação das conexões geométricas entre massas: onde encontrar na natureza essas conexões? Como testá-las empiricamente se até a “massa tangível”, tratada como símbolo de objetos da experiência pelo Livro II, ao final, acaba por fazer uma remissão à massa, “enquanto intuição interna”, tal como definida pelo Livro I? Essas massas relacionar-se-iam por vínculos geométricos nos sistemas naturais. Elas e seus vínculos no sistema mecânico hertziano dispensariam a utilização dos conceitos de força e energia. Isso porque seria racionalmente concebida a visualização dessas relações geométricas enquanto consequências necessárias das mudanças de posição dessas massas – em detrimento da ideia de força ou energia. Não obstante, mesmo cumprindo com o critério de permissibilidade lógica e construindo, portanto, um modelo matemático para a explicação da mecânica, Hertz insiste na necessidade de empregar um elemento *ad hoc* em sua teoria, dando asas para a livre construção de uma hipótese:

§ 301. **Acréscimo a Regra 3.** Admitimos o pressuposto que, em adição aos corpos que podemos tocar, existem outros corpos os quais não podem ser tocados, movidos, nem colocados em uma balança, e para os quais a Regra 3 não é aplicável. As massas de tais corpos apenas podem ser determinadas por hipótese.

Em tal hipótese, temos a liberdade de atribuir a estas massas apenas aquelas propriedades que são consistentes com as propriedades da massa idealmente definida. (HERTZ, 1956, p. 141)

Mesmo que tal concepção ainda não fira a permissibilidade de sua teoria (ela não deixa de ser logicamente coerente visto que “tal elemento” serve-se ao aspecto metodológico), ela incide em uma possível perda de simplicidade. Hertz defende que somente por meio de hipóteses podemos submeter os fenômenos à legalidade. Contudo, há um aspecto a ser considerado: qual é o percentual de compromisso de Hertz com o programa do éter? Mesmo tendo afirmado que “é prematuro tentar basear as equações do movimento do éter nas leis da mecânica até que tenhamos obtido um acordo sobre o que se entende por este nome” (HERTZ, 1956, p. 1), sabe-se que ele se insere em uma tradição mecanicista que remonta a Descartes, compromissada com a hipótese de que a ação física se transmite à distância – é o caso da crença de Helmholtz, seu mestre.

Em sua época, eram comuns os debates acerca da existência ou não de um meio etéreo responsável pela propagação dos fenômenos eletromagnéticos. Hertz poderia muito bem ter sido influenciado pela convicção de Helmholtz de que a ação física dá-se à distância. Por outro lado, seu trabalho como físico experimental o fez aproximar-se da teoria de Maxwell, para a qual encontrou aplicação prática. Sabe-se que Maxwell ainda estava compromissado com o programa do éter, mesmo tendo admitido que a ação física se dê de forma contígua e mediatizada; era a sua firme convicção, com a qual pretendia desenvolver uma teoria completa dos fenômenos eletromagnéticos. Para Hertz, “as forças invariáveis à distância fornecem apenas uma primeira aproximação da verdade (...). Uma segunda aproximação da verdade pode ser alcançada por remeter as supostas ações à distância a movimentos em um meio que tudo permeia e cujas partes menores estão submetidas a conexões rígidas” (HERTZ, 1956, p. 41). É nesse meio etéreo que os estudos em eletromagnetismo tentavam associar as supostas ações à distância ao movimento de minúsculas partículas de éter. E é este o campo “em que a batalha decisiva entre as diferentes hipóteses fundamentais da mecânica deveria ser travada” (HERTZ, 1956, p. 41). A representação de Hertz, “terceira imagem”, oferece uma alternativa para um modelo de éter que guarda as características e os princípios físicos e geométricos do modelo estabelecido para as massas tangíveis – mesmo que isso não seja assumido explicitamente por ele – de forma que, como no exemplo das massas ocultas, é possível predeterminar os movimentos das massas visíveis do sistema, ou as mudanças de suas coordenadas visíveis, não obstante nossa ignorância sobre as posições das massas ocultas.

Diferentemente da representação newtoniana que, segundo Hertz, teria sido “desenvolvida com o propósito de possibilitar a rápida familiarização de aprendizes com o que lhes é requerido na vida diária” (HERTZ, 1956, p. 40), a gramática sistemática, produto de sua representação da mecânica, não é simples ou adequada para os não iniciados, nem apropriada para aplicações práticas. Se não é assim, quais seriam os méritos da proposta hertziana para a mecânica? Se medidos sob a luz de seus próprios critérios para a aplicação em mecânica, chegar-se-á aos resultados apresentados acima – tanto é que, como se disse, praticamente não se discute *Os Princípios da Mecânica* nas academias. Todavia, o mesmo não pode ser dito em filosofia da ciência.

Os aspectos fundamentais de sua filosofia da ciência exibem-se com maior clareza e coerência quando sua análise se fixa no instrumental kantiano de que Hertz lançou mão. Assim, no sentido de evitar qualquer tipo de interpretação ontológica, Hertz utiliza-se das idéias de *imagem* e *representação*. (CARVALHO, 2007, p. 79)

Há uma peculiaridade no entendimento da ciência e de seu funcionamento por parte de Hertz. Ele entendeu que o objetivo de uma teoria científica não era outro senão o de “antecipar eventos futuros” para organizar o presente. Para isso, faz-se necessário a construção de modelos matemáticos de tal modo que as consequências de suas imagens equivalham às imagens das consequências das coisas representadas, isto é, que haja uma relação entre pensamento e natureza. No entanto, se a teoria é subdeterminada pela experiência, se ela a antecede, é porque “criamos imagens da natureza”. E mesmo admitindo liberdade de criação, nossas teorias podem admitir “relações vazias” – “Estamos convencidos, desde o princípio, de que relações supérfluas (ou vazias) não podem ser totalmente evitadas em nossas imagens” (HERTZ, 1956, p. 12). Tais relações, muito mais do que teses ontológicas, são exigências metodológicas do sistema. Faz-se necessário que se estabeleça critérios para avaliar criticamente as teorias científicas.

Na elaboração de uma teoria científica, não há nada que impeça que sua estrutura seja concebida sob base dedutiva. Tais proposições, que “apontam” para elementos não-empíricos, ainda assim figuram as consequências necessárias das coisas representadas na natureza – a sequência de nossos pensamentos figura a sequência dos eventos do mundo. Basta que se definam as regras de correspondência e o cálculo que, quando a ele é conferido um conteúdo semântico, serve-se muito bem como um componente *a priori* de nossas teorias. Ainda assim, Hertz admite que “idéias e concepções que são assemelhadas, porém diferentes, podem ser simbolizadas da mesma maneira nos diferentes modos de representação” (HERTZ, 1956, p. 21) e que o conteúdo físico é bastante independente da forma matemática de uma imagem.

Para a construção de imagens, nada impede que se lance mão do uso de hipóteses, pois não é suficiente para a busca de uma legalidade universal considerar somente aquilo que é diretamente observado: “se nós desejarmos obter uma imagem do universo que seja bem acabada, completa, e conforme a lei, nós temos que pressupor, por trás das coisas que nós vemos, outras coisas invisíveis – imaginar vínculos escondidos, além dos limites de nossos sentidos” (HERTZ, 1956,

p. 25). E isso não significa recorrer à metafísica: “a física (...) não mais reconhece como seu dever ir ao encontro das exigências da metafísica” (HERTZ, 1956, p. 23), pois, como se disse, trata-se de uma exigência metodológica e não da criação de uma tese ontológica. Pelo menos não está claro em que ponto, para Hertz, teoria e experiência devem estar obrigatoriamente associadas.

Por fim, a par das várias interpretações a respeito do pensamento e postura filosófica de Hertz, assume-se aqui a visão de Cohen (1956), para o qual Hertz teria se imbuído da responsabilidade de reconstrução lógica ou racional de todo o sistema da mecânica até então disponível, suprimindo dos vários modelos os elementos obscuros que afetavam a sua inteligibilidade. Ainda assim, acrescenta-se que além dessa reconstrução, Hertz estava comprometido (pelo seu trabalho como físico experimental) com o programa do éter associado à explicação da ação contígua e mediatizada. Com isso, distancia-se de qualquer programa ou proposta da mecânica clássica de sua época ou de épocas passadas e se aproxima da tradição energetista de Maxwell, acrescentando a ela a postura neo-kantiana das formas da intuição sensível, entendendo que, em termos kantianos, “toda a mecânica é representada dentro dos limites do empírico, mas não dentro das fronteiras do empiricamente dado” (JANIK, 2002, p. 21).

2.5 Considerações Finais

O presente capítulo objetivou apresentar o pensamento de H. Hertz. Num primeiro momento, a pretensão era a de inseri-lo na tradição dos campos eletromagnéticos e demonstrar ali seus desenvolvimentos. Desenvolvimentos que não se colocam em relação de anterioridade a quaisquer teorias mecânicas disponíveis, mas que foram capazes de ir além de qualquer concepção empirista ingênua. Sua superação se deu em várias direções: primeiro, conseguiu distinguir nas equações de Maxwell relações contraditórias, bem como circulares e vazias; segundo, propôs a abreviação das equações de Maxwell e conseguiu identificar e qualificar o caráter ondulatório dos fenômenos eletromagnéticos refletidos naquelas equações; terceiro, demonstrou que para efetivação de mecânica energetista caberia melhor uma teoria na qual a ação física se transmitisse de forma contígua e mediatizada do que à distância, ao contrário de Helmholtz; quarto, conseguiu

identificar nas mecânicas newtoniana e energetista “relações vazias” promovidas, segundo ele, por ideias “supérfluas e rudimentares”, tal como foi demonstrado; quinto, apresentou uma possível substituição das imagens anteriores, já arraigadas na comunidade científica, por uma terceira imagem, na qual ideias como as de força e energia desapareceriam. Em troca, propôs um sistema mecânico fundamentado na relação de conexões geométricas que admitia liberdade para introduzir elementos suprassensíveis (massas ocultas, éter); sexto, contribuiu para a filosofia da ciência em sua reflexão sobre a concepção filosófico-metodológica do funcionamento da ciência, isto é, demonstrou que se se constroem modelos para explicar as imagens, logo, a imagem também será uma construção, pois o modelo é claramente uma construção. E, sendo a teoria física uma imagem, segue-se que a teoria física também é uma construção.

Hertz propõe, então, um misto de teoria que se apresenta primeiramente como um sistema dedutivo baseado na intuição interna e, depois, como proposições que são símbolos de objetos da experiência externa. A componente *a priori* de sua representação, antes de apontar para qualquer realidade metafísica, indica uma necessidade metodológica de seu sistema, isso porque, para ele, teoria e experiência são indissociáveis. E o que ele trata por inserção de “relações vazias” refere-se a um legítimo procedimento pelo qual o pensamento antecipa eventos futuros. Resta saber, portanto, qual teria sido a inspiração filosófica de Hertz para a construção de sua filosofia da ciência⁵⁹.

Segundo Videira (1995, p. 11), tanto Helmholtz quanto Hertz foram inspirados em uma linha de pensamento epistemológico derivado do pensamento crítico de Kant⁶⁰. No caso de Hertz, enquanto aluno de Helmholtz e influenciado metodologicamente por ele, uma virtude de suas análises era mostrar como o âmbito de qualquer representação poderia ser demonstrado de dentro para fora. Esse procedimento mostra-se kantiano na medida em que, no programa crítico de Kant, a intenção era mapear a extensão das fronteiras da razão, mostrando-a desde o interior, de uma forma que evitasse toda a dependência de pressupostos metafísicos externos.

⁵⁹ Janik e Toulmin (1991), Videira (1995), e Carvalho (2007) tratam deste assunto.

⁶⁰ Para Carvalho (2007, p. 58), “Helmholtz relaciona-se diretamente com a sua opção de adotar as formas *a priori* de Kant como ferramenta de análise dos problemas que vinham se apresentando nos domínios da física na segunda metade do século XIX” e, neste sentido, Hertz inspira-se nele.

Neste sentido, podemos legitimamente falar da atitude de Hertz em relação à teoria física kantiana; como tal, tem um lugar certo ao lado das outras tentativas que já observamos para definir a amplitude, as condições de validade e as fronteiras de diferentes veículos, simbolismos, modos de expressões e/ou linguagens, que eram uma característica dominante do debate intelectual vienense de 1890 em diante. (JANIK; TOULMIN, 1991, p. 163)

Alguém poderia contestar que o fato de assim pensar alguns estudiosos não os autoriza classificar a postura de Hertz como a de um kantiano. Como resposta, pode-se buscar no pensamento do próprio Hertz afirmações que legitimem sua filiação; a de maior impacto é a de que “o assunto do primeiro livro é completamente independente da experiência. Todas as asserções feitas são julgamentos *a priori* no sentido de Kant” (HERTZ, 1956, p. 45). Mas, em que sentido a filosofia da ciência de Hertz é tributária do pensamento de Kant? É sob o viés do conceito de representação que deve ser entendida a filosofia da ciência de Hertz como afluente do pensamento de Kant. Como foi dito, não são as formas de apreensão universais e subjetivas enunciadas por Kant que constituem o núcleo marcante da filosofia da ciência de Hertz, mas a busca de um conjunto de axiomas para qualquer física possível. Tais axiomas seriam *a priori* por não ser possível derivá-los da experiência (Livro I) e por descreverem as características de qualquer universo físico independente de nossas experiências – eles seriam as condições *a priori* de qualquer experiência, ou as leis (metafísicas ou não-empíricas) de qualquer universo possível.

Quanto à representação hertziana, já se viu sua origem, fundamentos e definições. No século XIX desenvolveu-se um grande debate sobre a validade do conhecimento científico e suas várias formas de *representação*⁶¹. Esse debate envolveu nomes de grandes cientistas e filósofos alemães, como G. Kirchhoff, H. Helmholtz, E. Mach, Hertz e L. Boltzmann. Sabe-se que o termo representação havia sido colocado em circulação, principalmente, pela filosofia de Kant e, nos cem anos seguintes à publicação da *Crítica da Razão Pura* (1781), as implicações do programa crítico kantiano passaram a dominar tanto a filosofia quanto as ciências

⁶¹ Como se viu isso inspirou a filosofia da ciência de Hertz que tinha como pretensão a unificação dessas várias representações: no campo do eletromagnetismo, partindo da busca do entendimento de como a teoria de Helmholtz havia chegado ao mesmo resultado que a de Maxwell (que sugeria que a ação física se transmitia de forma contígua e mediatizada), mesmo sugerindo o fenômeno das ações à distância, propôs a unificação das representações subjacentes às equações de Maxwell; na mecânica, propôs a superação das representações newtoniana e energetista.

naturais alemãs. Segundo Janik e Toulmin (1991, p. 133-134), antes de Kant, os elementos substanciais de qualquer teoria do conhecimento eram “percepção sensorial” e “pensamento” (considerados como elementos prévios e independentes da experiência), com a “linguagem” (elemento secundário) como instrumento de publicidade para o conhecimento adquirido. Com Kant, primeiramente, as formas linguísticas ou lógicas deixam de ser “elemento secundário” e passam ser qualificadas como uma “experiência” genuína de conhecimento; em segundo lugar, ele concebe que o conhecimento envolve não apenas interpretação de impressões sensoriais e que essas experiências sensoriais apresentam-se com uma estrutura epistêmica. Essa estrutura só pode ser caracterizada em termos das “formas de julgamento” que se expressam na gramática lógica. “Assim, em vez de iniciarmos nossa análise filosófica do conhecimento com as impressões sensoriais não processadas, devemos agora tratar os dados básicos da experiência como incluindo ‘representações’ sensoriais estruturadas, ou *Vorstellungen*” (JANIK; TOULMIN, 1991, p. 134). *Vorstellungen*, enquanto significando representação, no sentido kantiano, ainda está ligado ao uso “sensorial” e “perceptivo” (“representações sensoriais estruturadas”) o que, como se viu, não é o caso da representação no sentido hertziano. Hertz utiliza-se do termo *Darstellung* para qualificar uma representação científica enquanto tal. Outro termo utilizado por ele é o termo *Bild*, que significa literalmente em alemão “quadro” ou “imagem”. Qualquer equívoco na interpretação desses termos, quando aparecem na filosofia da ciência de Hertz, pode implicar na perversão dessa mesma teoria – o que não é difícil de ser encontrado. Esse é o caso da confusão envolvendo a palavra *Bild*, promovida por Ernest Mach (1960, p. 318)⁶²: “Hertz utiliza o termo *Bild* (*image* ou *Picture*) no sentido do antigo uso de *idéia* pela tradição filosófica inglesa, e aplica-o a sistemas de idéias ou conceitos relacionados a quaisquer domínios”. Ao associar a palavra *Bild* a *Vorstellungen*, isto é, como equivalente ao termo lockiano “ideia” (sensação, percepção), Mach não percebeu que por *imagem* ou *quadro*, Hertz não queria denotar *ideia*, no sentido do empirismo britânico. Hertz estava descrevendo suas *Bilder* como *representações*, esquemas cognitivos (da mesma forma que o termo *Bild*, figura, é utilizado no *Tractatus* – cf. TLP, 2.18). É isso que se entende quando ele trata dos mesmos conceitos na Introdução ao *Princípios* (1956, p. 2):

⁶² MACH, E. *The Science of Mechanics: A Critical and Historical Account of Its Development*. Open Court Publishing Company, 1960.

São possíveis várias imagens (ou modelos) dos mesmos objetos, e essas imagens podem diferir em vários aspectos. Devemos assinalar imediatamente como inadmissíveis todas as imagens que implicitamente contradizem as leis do nosso pensamento. Por conseguinte, postulamos que, em primeiro lugar, todas as nossas imagens serão logicamente permissíveis – ou, sucintamente, que elas serão permissíveis. Distinguiremos como incorretas quaisquer imagens permissíveis se as suas relações essenciais contradizem as relações com as coisas externas, isto é, se não satisfazem o nosso primeiro e fundamental requisito. Daí postulamos, em segundo lugar, que as nossas imagens sejam corretas. Mas duas imagens permissíveis e corretas dos mesmos objetos externos podem ainda diferir no tocante à adequação. De duas imagens do mesmo objeto, a mais adequada, mais apropriada, é aquela que inclui o maior número de relações essenciais do objeto – a imagem que podemos chamar a mais distinta. De duas imagens de igual distinção, a mais apropriada é aquela que contém, além das características essenciais, o menor número de relações supérfluas ou vazias – a mais simples das duas. As relações vazias não podem ser inteiramente evitadas; entram nas imagens porque são simplesmente imagens – *imagens produzidas por nossa mente e necessariamente afetadas pelas características de seu modo de representação (portrayal)*. (HERTZ, 1956, p. 2 – grifos nossos)

Essas imagens, “produzidas por nossa mente” (*Darstellung*) a partir dos modelos construídos por nós, devem respeitar os critérios que permitem avaliar criticamente toda e qualquer teoria científica.

É importante notar que Hertz é herdeiro da tradição dos físicos alemães que possuíam como prática uma abordagem formalista dos fenômenos naturais. Segundo essa abordagem, as teorias matemáticas objetivavam-se por articular a experiência através de equações diferenciais. “Tal postura contrastava com a necessidade que sentiam os físicos britânicos de visualizarem fisicamente o formalismo (...)” (ABRANTES, 1992, p. 3). O formalismo, no entanto, não erradica todos os problemas, sejam da eletrodinâmica ou da mecânica. Hertz admite que ele não é capaz de se eximir da obscuridade de conceitos, como das relações vazias; e o entendimento e resolução desses dar-se-ão, como foi visto, em *Os Princípios da Mecânica, apresentados em uma nova forma*.

Os conceitos centrais da mecânica de Hertz servirão às discussões que serão introduzidas no próximo capítulo, desta vez, sobre o pensamento do austríaco L. Wittgenstein. Salienta-se que elementos da mecânica hertziana, obviamente aplicados em outro domínio, serão utilizados no *Tractatus* de Wittgenstein, associando-se, mais especificamente, à sua ontologia e teoria da figuração. Contudo, é possível deduzir que a concepção do funcionamento da ciência por parte

do austríaco tem muito de semelhante com o pensamento de Hertz. Sempre parcimonioso na admissão de suas influências, Wittgenstein cita Hertz várias vezes em seus escritos, o que ainda não esclarece o grau de influência sobre sua filosofia. Como essa influência se realiza, a par de tudo o que se tem publicado sobre esse assunto, a literatura especializada ainda parece insuficiente. Portanto, propõe-se, a seguir, entender como se dá a representação (*Darstellung*) no *Tractatus* a partir de uma pressuposta influência de *Os Princípios da Mecânica*, neste caso, na representação dos objetos e na figuração do mundo.

CAPÍTULO III

**A FILOSOFIA DA CIÊNCIA DE H. HERTZ E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O
TRACTATUS DE L. WITTGENSTEIN**

3 Introdução

O objetivo do presente capítulo assenta-se na investigação da hipótese de que existem influências do pensamento do Físico Heinrich Hertz, especificamente de seu *Os Princípios da Mecânica* (1894), sobre o *Tractatus Logico-Philosophicus* (1922) de L. Wittgenstein. De fato, é largamente reconhecido que existe algum tipo de influência de Hertz sobre Wittgenstein. No entanto, como e em que extensão a relação entre os dois pensamentos é importante não está unanimemente resolvida. Nesse sentido, é possível apresentar uma proposta na qual o pensamento de Wittgenstein no *Tractatus* é tributário do sistema mecânico de Hertz em pelo menos três dimensões: na ontologia, na teoria da figuração e em sua filosofia da ciência.

Wittgenstein, que sempre foi parcimonioso na admissão de suas influências, citando Hertz várias vezes em seus escritos, não esclarece o grau dessa influência sobre o seu pensamento. Como essa influência se produz, a par de tudo o que se tem publicado sobre o assunto, a literatura especializada ainda não deixou claro. Com isso, propõe-se aqui a interpretação daquilo que ainda parece estar envolto em um “enigma”: qual teria sido a real influência da mecânica de Hertz sobre o *Tractatus* de Wittgenstein?

Muito se especula acerca dos temas que emergem do *Tractatus* e sobre suas possíveis fontes de inspiração. Qual teria sido a fonte (ou fontes) das discussões a respeito da ontologia, figuração, filosofia, lógica, matemática, ciência e misticismo que emergem daquela obra? As muitas respostas que se apresentam para esta questão divagam, trilham diversos caminhos, longe de qualquer unanimidade. As indicações mais seguras são aquelas que envolvem os nomes de Boltzmann, Hertz, Schopenhauer, Frege, Russell, Spengler, Sraffa que, segundo o próprio Wittgenstein, teriam sido seus influenciadores diretos (MCGUINNES, 1988, p. 84)¹:

Há verdade em minha idéia que realmente em meu pensamento eu sou apenas reprodutivo. Acredito que nunca inventei uma nova linha de pensamento: que tenho sempre sido presenteado por alguma outra pessoa. Eu tenho apenas apoderado dessas idéias de forma imediata com uma urgente paixão para o trabalho de clarificação. Desse modo é que Boltzmann, Hertz, Schopenhauer, Frege, Russell, Spengler, Sraffa, influenciaram-me.

¹ MCGUINNESS, Brian, *Wittgenstein, a Life*: Young Ludwig. Berkeley: University of California Press, 1988.

Destes nomes, Frege e Russell sempre aparecem como o principal impacto filosófico sobre o jovem Ludwig, visão sustentada por numerosos trabalhos sobre o *Tractatus* nos quais Hertz sequer é citado, embora tenha sido uma das poucas pessoas a quem Wittgenstein explicitamente se refere². Pode ser consequência de um fato ignorado por grande parte dos intérpretes do pensamento de Wittgenstein que, por sua vez, parece não considerar uma de suas próprias declarações a respeito da natureza do seu trabalho, que “projetara-se dos fundamentos da lógica para a natureza do mundo” (*Notebooks*, 2/8/1916). Portanto, se num primeiro momento, os trabalhos de Frege e Russell serviram-lhe para dar um caráter científico à linguagem, isentando-a de todo e qualquer equívoco que pudesse ser produzido pela sua forma superficial³, num segundo momento é o trabalho de Hertz que lhe inspira a ideia sobre as características que o mundo deveria possuir para ser representado. De Russell e Frege, pode-se dizer, Wittgenstein herdou o conteúdo; de Hertz, a forma. Afinal, uma das partes mais importantes do método de fazer filosofia para Wittgenstein, em quase toda a sua carreira voltava-se para a forma de um argumento, anterior ao conteúdo. Isso se harmoniza muito bem com o movimento tractariano que o leva da ontologia à lógica, percorrendo os caminhos da ciência como algo que contém elementos *a priori* da representação do mundo e terminando com a concepção de que o místico (bem como o ético e o estético) é inefável.

Não se sabe exatamente qual a real contribuição do entendimento da biografia contextual de um pensador para o entendimento do desenrolar do seu próprio pensamento. Há coisas que só poderão ser reveladas na proximidade das leituras textuais, focando-se na reconstrução da coerência interna das palavras, na tentativa de interpretar seu pensamento. No caso de Wittgenstein, no entanto, não é bem

² Eis algumas:

“As massas invisíveis de Hertz são admitivelmente pseudo-objetos” (*Notebooks*, 06/12/1914);

“Deve ser possível distinguir na proposição tanto quanto seja possível distinguir na situação que ela representa. Ambas devem possuir a mesma multiplicidade lógica matemática (comparar com a ‘mecânica’ de Hertz)” (*TLP*, 4.04);

“Na terminologia de Hertz, poder-se-ia dizer: apenas conexões *que se conformam a leis* são pensáveis” (*TLP*, 6.361);

“No jeito que faço filosofia, toda a tarefa encontra-se em organizar as proposições de uma tal maneira que os problemas ou inseguranças convincentes desaparecem (Hertz)” (*The Big Typescript*, 1933, p. 421).

³ Até o *Notebooks* de 1914-1916, por exemplo, ele se mostrava muito mais preocupado em perseguir o ideal de análise lógica completa.

assim. É imprescindível que se preste atenção à sua biografia intelectual, pois sua passagem da matemática à filosofia, por meio da engenharia mecânica, deixaria mais marcas no *Tractatus* do que até agora se tem reconhecido. Seu treinamento como engenheiro em Berlim e Manchester, de 1906 até finalmente ir estudar com Russell em Cambridge, em 1911, não significa apenas um passatempo em termos do desenvolvimento intelectual. Ele realmente voltou-se para a lógica e a matemática por um interesse pessoal na fundamentação filosófica da ciência natural – tornou-se interessado pela filosofia da ciência. Como confirma Monk (1995, p. 38), “as obras de cientistas que leu na adolescência – *Die Prinzipien der Mechanik* [Os Princípios da Mecânica], de Heinrich Hertz, e *Populäre Schriften* [Escritos Populares], de Ludwig Boltzmann – sugerem um interesse não pela engenharia mecânica, nem mesmo pela física teórica, e sim pela filosofia da ciência”⁴.

Partindo do pressuposto desta influência, três frentes de investigação foram abertas. Em primeiro lugar, tentou-se entender a ontologia do *Tractatus* (TLP, 1-2.063) a partir dos elementos fundamentais da mecânica de Hertz; em segundo lugar, procurou-se investigar a similitude da figuração tractariana (TLP, 2.1-3.5) com o modo de representação por meio de um sistema de coordenadas, proposto em *Os Princípios da Mecânica*; e, em terceiro lugar, buscou-se interpretar a ciência do *Tractatus* (TLP, 6.3-6.372) em um espírito hertziano, como algo que contém elementos *a priori*, a rede de nossa descrição do mundo. No entanto, reitera-se que, em momento algum, será defendida a tese de que estes dois autores trilham caminhos iguais e apresentavam projetos similares. Como foi dito no capítulo anterior, suas atuações e, portanto, seus projetos, inserem-se em domínios diferentes. Sendo assim, Wittgenstein fará uma apropriação dos elementos da filosofia da ciência de Hertz em favor de um método que o ajude na seguinte demonstração: a necessidade lógica deriva de estruturas metafísicas que a linguagem tem em comum com a realidade, estruturas das quais Hertz lançou mão para provar que a representação da mecânica, na medida em que constrói imagens por meio de modelos, não poderia livrar-se delas. Sendo assim, o tributo de Wittgenstein a Hertz vai ao encontro daquilo que fora utilizado por Hertz em

⁴ Como não se sabe, de fato, a importância de Boltzmann para a formação da jovem mente e filosofia de Wittgenstein, que ainda necessita ser explorada, este trabalho se restringirá às investigações sobre a filosofia da ciência de Hertz e sua real influência sobre o *Tractatus* de Wittgenstein.

favorecimento de sua ideia de *representação* e construção de sua própria imagem da mecânica.

A relevância dessa análise assenta-se, primeiramente, numa das razões apresentadas acima, a de que, se há um reconhecimento da importância do pensamento de Hertz sobre o de Wittgenstein, é inversamente proporcional às razões oferecidas para justificar esta importância. Em segundo lugar, sendo visível a lacuna quando da abordagem do tema pela literatura especializada (o que se encontra a respeito dessa influência são análises pouco aprofundadas, tanto no contexto textual, como na historiografia contextual), tenciona-se aqui o preenchimento de tal espaço. Em terceiro, pretende-se apresentar uma nova alternativa para a interpretação do *Tractatus*, uma interpretação hertziana; isso porque há uma forte tendência para que a interpretação seja feita somente pelo viés matemático/logicista, ou pelo viés da experiência mística de iniciação ao silêncio, que não leva em consideração a formação prévia de Wittgenstein em engenharia mecânica e seus possíveis reflexos sobre sua filosofia. Tal postura contraria a própria indicação de Wittgenstein, de que seu trabalho “projetara-se dos fundamentos da lógica para a natureza do mundo”.

Por fim, salienta-se que a aparente sustentação retórica das teses apresentadas adiante, deve-se ao fato, conhecido pelos estudiosos de Wittgenstein, de que ele é muito parcimonioso em assumir as suas influências. Tal comportamento obriga a quem se aventura na tarefa da sua interpretação a buscar nas poucas referências, nas semelhanças teóricas, bem como na historiografia os elementos que podem apontar para uma possível influência sobre o seu pensamento. Se conseguir isso, este trabalho terá alcançado suas pretensões.

3.1 Russell, Wittgenstein e o Problema da Indeterminação do Sentido Proposicional

A citação de Wittgenstein no *Notebooks*, de que o seu trabalho “projetara-se dos fundamentos da lógica para a natureza do mundo”, será o ponto de partida deste capítulo. A partir daqui, verificar-se-á qual é a relação entre lógica e ontologia no *Tractatus* e como a mecânica de Hertz serviu-lhe de apoio para a resolução de problemas em lógica.

Segundo Santos (2001, p. 91)⁵, três pilares formam a base de sustentação do *Tractatus*: as proposições são “*bipolares*, essencialmente *complexas*, figurações da realidade e funções de verdade de proposições mutuamente *independentes*, que resultam da concatenação imediata de nomes” (grifos nossos). Analisando somente o caráter da independência lógica das proposições, seu caráter de determinação do sentido, pode-se dizer que Wittgenstein chegou a essa concepção em virtude de suas reflexões a respeito de algumas das teorias de Russell (por exemplo, a teoria do juízo, a teoria dos tipos, a teoria das descrições definidas) no que concerne a problemas que encontrou em algumas de suas ideias. A solução para elas, no entanto, não foi encontrada no próprio Russell, nem na tradição logicista/matemático; pode-se dizer que foi encontrada na mecânica de Hertz. Como entender isso?

Sabe-se que Russell é defensor de fundamentos epistemológicos de feição empirista e sua concepção de predicação é fundada na noção de que todas as relações são externas, isto é, que devemos ter o conhecimento direto ou por familiaridade (*Knowledge acquaintance*) do objeto⁶. Em uma das versões de sua teoria do juízo como relação múltipla, por exemplo, ao tratar das condições lógicas do sentido proposicional, introduz uma ideia de “sujeito” que funciona “como uma entidade que está familiarizada com algo, isto é, ‘sujeitos’ são o domínio da relação de familiaridade. Inversamente, toda entidade com a qual algo está familiarizado é chamada ‘objeto’...” (RUSSELL, 1992, p. 35)⁷. Só que Russell parecia não dar conta de explicar, enquanto empirista convicto, formas proposicionais que envolvessem, por exemplo, a “crença”⁸, os “julgamentos”⁹ e os “paradoxos”¹⁰; formas

⁵ SANTOS, L. H. L. *A Essência da Proposição e a Essência do Mundo*. Ensaio introdutório à tradução do *Tractatus Logico-Philosophicus*. São Paulo: Edusp, 2001.

⁶ Dados os objetivos deste trabalho, não se fará aqui uma análise aprofundada das diversas teorias de Russell.

⁷ RUSSELL, B. *Theory of Knowledge: The 1913 Manuscript*. London: Routledge, 1992.

⁸ “Para alguma crença *c*, *c* é verdadeira se necessariamente existir algum *C* que nela acredite, os objetos *x* e *y*, e a relação *R*, tal que *c* é a crença possuída por *C* de que *x* tem a relação *R* com *y* e *x* tem a relação *R* com *Y*”, que sintetiza a “crença de Otelo de que Desdêmona ama Cássio” – RUSSELL, B. [1912]. *The Problems of Philosophy*. Oxford: Oxford University Press, 1980.

⁹ , “A julga que *p*” – “A explicação correta da forma da proposição “A julga que *p*” deve mostrar que é impossível julgar um contra-senso. (A teoria de Russell não satisfaz essa condição.)” (TLP, 5.5422).

¹⁰ Proposições que na teoria dos conjuntos envolvem enunciados acerca de todos os elementos do conjunto. – “Quero dizer que enunciados sobre *todos* os seus elementos são disparates” – RUSSELL, B. [1908b]. *Mathematical Logic as Based on a Theory of Types*. *American Journal of Mathematics* 30: 222-262 *apud* HAACK, 2002, p. 193.

Um caso paradigmático é o caso do paradoxo do mentiroso; por exemplo, “eu estou mentando” é equivalente a “há uma proposição que estou afirmando e ela é falsa”, que por sua vez equivale a “não é verdadeiro de todas as proposições que ou eu não as estou afirmando ou elas são verdadeiras”.

proposicionais com as quais não é possível estabelecer uma relação de familiaridade com o objeto.

No envolvimento de Russell com tais tipos de formas proposicionais, vê-se sua preocupação em resolver questões relativas ao problema da indeterminação do sentido de algumas dessas formas, seja a das crenças, seja a dos juízos, seja a dos paradoxos. Para resolver o problema da *insuficiência do sentido* tanto no caso dos paradoxos da teoria dos conjuntos, como na constituição do sentido do juízo, como na análise da verdade ou falsidade, enquanto compreendidas como propriedades de crenças, que dependam de algo que se situa fora da própria crença, Russell teve que recorrer a uma outra premissa: a teoria dos tipos. Teoria esta que, segundo Wittgenstein, deixava em suspenso a resolução da indeterminação do sentido proposicional, pois no caso dessa teoria, “o erro de Russell revela-se no fato de ter precisado falar do significado dos sinais ao estabelecer as regras notacionais” (TLP, 3.331). Sendo assim, o problema da insuficiência de sentido dessas formas perdurava.

Sabe-se que o início da carreira filosófica de Wittgenstein foi marcado por uma série de correspondências com Russell¹¹, centradas na análise, discussão e críticas a um montante de problemas encontrado pelo primeiro na filosofia do segundo. As críticas afetaram “uma parte vital de toda a epistemologia de Russell” (EAMES, 1992, p. 20)¹². E o ponto da divergência entre ambos está, principalmente, quando confrontam a questão do “conhecimento do objeto”: no caso de Russell, é possível ter o conhecimento “direto” ou por “familiaridade” do mesmo e, no caso de Wittgenstein, tal conhecimento se dá numa espécie de intuição *sub specie aeterni* (universalmente entendida como “juízo *a priori* no sentido de Kant”, tal como propõe Hertz). A coordenação dos fatos em Wittgenstein se dá pela coordenação de seus objetos, e é justamente isso que possibilita a constituição do sentido de maneira independente da existência do fato “objetivo” que a proposição afigura; dependendo exclusivamente da existência dos objetos que constituem a substância do mundo – “O sentido de uma proposição é sua concordância e discordância com

Como a proposição do mentiroso fala de todas as proposições e é ela mesma uma proposição, ela é um elemento da coleção que a “envolve”, portanto, viola o Princípio do Círculo Vicioso (PCV) e é sem sentido.

¹¹ WRIGHT, G. H. von (org.). *Letters to Russell, Keynes and Moore*. trad. ingl. B. F. McGuinness. Oxford: Blackwell, 1974.

¹² EAMES, E. *Introduction to Theory of Knowledge: The 1913 Manuscript's Russell*. London: Routledge, 1992.

as *possibilidades* de subsistência e não-subsistência de estados de coisas” (TLP, 4.2 – grifos nossos). Mesmo que o fato não ocorra, o sentido proposicional ficará garantido através dos objetos (que são a substância do mundo), ou seja, através do contato entre eles e os nomes. Portanto, as relações entre coisas e estados de coisas, entre proposição e fato, entre nome e objeto, preconizadas pelo *Tractatus*, são de ordem *interna*, independem do que acontece ou não no mundo objetivo, empírico. E isso pode ter tido uma influência direta de Hertz, no uso que faz da noção de “sistemas livres”: sistemas em cujos pontos estão ligados entre si e sujeitos apenas a ligações *internas* e constantes no tempo (HERTZ, 1956, p. 144). Essa postura nunca foi assumida por Russell, para quem todas as relações eram externas.

Com a pretensão do conhecimento direto do objeto, Russell se defrontou com problemas sérios ao verificar que diversas sentenças da linguagem adquiriam sentido sem que algumas de suas palavras apontassem para algum objeto. É o caso da sentença analisada em seu artigo sobre as descrições definidas (1905)¹³: ao analisar a sentença “o atual rei da França é careca”, Russell percebe que se trata de uma sentença que na linguagem comum adquiriu sentido, mas que alguns de seus nomes não apontam para objeto algum. O que ocorre em casos como este? Duas possibilidades podem ser aventadas: primeiro, que tais nomes sejam construções mentais e se assim o forem eles existem – não só existem, como existem neste momento, visto que se pode pensar neles. Segundo, se tais nomes querem se referir a algo, a uma significação objetiva, e este algo não existe, tal sentença não tem sentido. Diante da identificação da dualidade, Russell se depara com a exigência não só de dotar as sentenças de conteúdo objetivo e não reduzi-las a construções mentais, como também dotá-las de significação independentemente daquilo que ocorre no mundo¹⁴. No caso específico da sentença “o atual rei da França é careca”, segundo ele, é o sentido do artigo definido “o” quem introduz a ideia de unicidade, de que existe “um” rei na França e que ele é “único”... No entanto, o mérito específico da querela de Russell com “o atual rei da França” não será discutido, visto

¹³ RUSSELL, B. Da Denotação. In.____ *Lógica e Conhecimento*. Ensaios escolhidos. Seleção de textos de Hugh Matthew Lacey. Trad. Pablo Rubén Mariconda. São Paulo: Abril Cultural, 1978. pp. 03-14 (Coleção Os Pensadores).

¹⁴ No atomismo lógico maduro de Russell (1918), ele opta pelas proposições como portadores de verdade, diferentemente do atomismo prematuro (1912) quando eram as crenças que cumpriam com essa função. Para ele, isso é mais apropriado para as finalidades da lógica, embora não para as finalidades da epistemologia.

não ser este o objeto deste trabalho. Certifica-se, no entanto, que é a partir de tal teoria, ou melhor, da lacuna deixada por ela, que Wittgenstein irá construir a ontologia do *Tractatus*.

Como foi dito, até o *Notebooks* (1914-1916) Wittgenstein mostrava-se muito mais preocupado em perseguir o ideal de análise lógica completa e não havia ainda apresentado sua concepção de mundo. Já no *Tractatus* reapresenta as discussões dos tempos do *Notebooks*, acrescidas da concepção ontológica de mundo. As questões que se apresentam são: por que portas a ontologia teria entrado em sua filosofia? Como Wittgenstein consegue relacionar lógica e ontologia? Qual a necessidade subjacente à “constituição” do mundo do *Tractatus*? Qual teria sido sua fonte inspiradora? E quais foram as consequências desta forma de pensamento? Certo é que, a partir da lacuna deixada pela teoria de Russell, que não resolvia a questão da indeterminação do sentido proposicional, Wittgenstein vê-se obrigado a postular um conjunto de entidades absolutamente simples, indestrutíveis, indescritíveis e eternas, por não estarem submetidas à mudança (sua mudança é apenas mudança de configuração); entidades estas que não deixariam dúvidas a respeito do sentido de qualquer conceito, quer seja do “rei da França”, quer seja de outros conceitos complexos da linguagem cotidiana como “Aquiles”, “Heitor”, “Homero”, “mesa”, “vassoura” que, por serem comumente descritos e não nomeados, introduzem a linguagem em um mar de confusões. Os objetos tractarianos, que só poderiam ser nomeados e não descritos, estariam em sua base, ligados aos genuínos nomes da linguagem, que seriam seus substitutos. E assim como os nomes se encadeiam para formar proposições elementares, que são os representantes diretos dos fatos, tais objetos concatenam-se em estados de coisas (no espaço lógico) para formar fatos. Com essa concepção formal de mundo que permite conexão direta com a linguagem, Wittgenstein consegue salvaguardar o sentido proposicional, tornando-o plenamente *determinado*¹⁵, pois os genuínos nomes do *Tractatus* não deixariam dúvidas de que seriam eles os substitutos dos objetos simples.

Para livrar o sentido proposicional da indeterminação e, além disso, libertar-se das dificuldades enfrentadas por Russell na busca do conhecimento direto do objeto, Wittgenstein foi obrigado a pensar neste “mundo” como condição de possibilidade do

¹⁵ “Se uma proposição tem sentido, ela tem um sentido inteiramente determinado” (SANTOS, 2001, p. 67).

mundo empírico, a postular um conceito ontológico do mundo. E se até o *Notebooks* essa concepção não estava pronta, a questão que fica é: qual teria sido sua inspiração ao conceber o mundo tal como concebeu? Como se disse, em seus textos não se encontra uma resposta sobre o que teria ocorrido no período entre o *Notebooks* e o *Tractatus* e o que o fez, no desenrolar de seu desenvolvimento intelectual, conceber o mundo tal como concebeu; também não se encontra nos estudiosos de sua obra uma resposta clara sobre essa mesma questão. Resta ao pesquisador recorrer ao próprio *Tractatus* e ali tentar encontrar uma resposta.

No centro de um grupo de aforismos em que Wittgenstein trata da natureza da proposição (4.01 ao 4.06), especificamente no aforismo 4.04, no *Tractatus*, lê-se o seguinte: “Deve ser possível distinguir na proposição tanto quanto seja possível distinguir na situação que ela representa. Ambas devem possuir a mesma multiplicidade lógica (matemática)” e solicita, entre parênteses, para “Comparar com a ‘mecânica’ de Hertz, sobre modelos dinâmicos”. A questão que fica é: qual a aproximação que se pode fazer entre a ontologia do *Tractatus* e o mundo da mecânica de Hertz? Por que Wittgenstein cita Hertz neste momento de sua exposição? Antes de responder a estas questões, vejamos o que quer dizer este aforismo. Wittgenstein está falando ali das proposições ordinárias, nas quais a “multiplicidade lógica” inclui predicados e relações. Nestes casos deve ser possível distinguir tantos “significados” na situação quantos “termos significativos” houver na proposição. Se isto não for feito, resultará num contra-senso. Hertz diz mais ou menos a mesma coisa quando afirma que um sistema, que é o modelo de outro, deve satisfazer a condição “de que o número das coordenadas do primeiro sistema deva ser igual ao número do segundo” (HERTZ, 1956, p. 175)¹⁶. E que “se um sistema é o modelo de um segundo, então, inversamente, o segundo é um modelo do primeiro e se dois sistemas são modelos de um terceiro sistema, então cada um destes sistemas é, também, modelo do outro” (HERTZ, 1956, p. 175). Esta concepção hertziana de sistemas como modelos é também fundamentada em uma espécie de atomismo, a exemplo do atomismo lógico de Wittgenstein.

No capítulo anterior, viu-se como funciona a mecânica de Hertz: o atomismo hertziano pressupõe uma espécie de ascensão vertical que vai da partícula material, passando da massa ao ponto material, sendo que a junção de pontos materiais

¹⁶ Reitera-se o que foi dito no capítulo passado: o fato de o número de coordenadas de um sistema ser igual ao do outro não pressupõe isomorfismo.

forma o sistema. A massa em si é concebida enquanto unidade de medida e não tem nada a ver com a massa como é comumente entendida em física – inclusive, Hertz admite em seu sistema a existência de massas ocultas. A filosofia do *Tractatus* de Wittgenstein também é construída nas bases de um atomismo lógico que pressupõe um atomismo ontológico; é por isso que seu trabalho “projetara-se dos fundamentos da lógica para a natureza do mundo” (*Notebooks*, 2/8/1916). Natureza essa que, enquanto essência, fundamenta-se na existência de objetos que não são materiais, mas pressupostos para a existência do mundo enquanto constitutivo de fatos. Desde já, Wittgenstein denuncia seu débito com o pensamento de Hertz: os “objetos” tractarianos, como as “partículas materiais” hertzianas serão os pontos fulcrais de suas teorias.

3.2 Objetos Hertzianos no *Tractatus* de Wittgenstein

Os Princípios da Mecânica de Hertz é um método crítico de análise de problemas filosóficos no interior das teorias físicas, isto é, um método de clarificação filosófica. Com ele, é possível identificar problemas filosóficos no interior dos debates científicos – como no caso das questões sobre a natureza dos conceitos de “força” e “energia”, como se viu no capítulo anterior. Na análise desses conceitos descobrem-se pseudoproblemas que lhes são subjacentes. Longe de serem resolvidos, segundo Hertz, devem ser eliminados (Cf. WITTGENSTEIN, IF, § 90). Um exemplo está no conceito de “força”, pois “não se pode negar que em muitos casos as forças utilizadas em mecânica para o tratamento de problemas físicos são simplesmente sócios adormecidos, que cuidam do negócio quando fatos reais têm de ser representados” (HERTZ, 1956, p. 11-12); isto é, proposições que envolvem tal conceito têm o seu sentido completamente indeterminado. Para resolver a indeterminação do sentido no interior das teorias físicas ou, na linguagem deste cientista, para “eliminar os pseudoconceitos”, Hertz propõe uma terceira via, substitutiva daquelas apresentadas por Newton e Maxwell, em que todo o sistema é fundado em uma teoria de campo, numa “imagem de um espaço fechado, com

pontos como partículas” (GRAßHOFF, 2006, p. 9)¹⁷. Parece ser este modelo de sistema a inspiração da ontologia do *Tractatus*.

Para entender a afirmação de que a ontologia do *Tractatus* (bem como a teoria da figuração e a filosofia da ciência) é tributária da mecânica de Hertz, retornar à biografia do pensador vienense será inevitável. Gerd Graßhoff (2006) vai buscar respostas quanto à inspiração hertziana de Wittgenstein em personagens que fizeram parte da história deste, como é o caso de Paul Engelmann, adjetivado por Graßhoff como aquele que era “famoso por sua excelente memória” (GRAßHOFF, 2006, p. 8).

Segundo o autor, Engelmann foi apresentado a Wittgenstein por Adolf Loos, que teria sido seu professor na escola de engenharia civil, numa época em que Wittgenstein servia o Exército Austríaco e estava parado em Olmütz para treinamento oficial. Com a amizade firmada, encontravam-se com frequência e discutiam, dentre outras coisas, religião – preocupação comum a ambos em vista da guerra e de leituras da obra de Tolstoi. A proximidade se firma ainda mais com o convite da família de Wittgenstein, no início de 1917, para que Engelmann projetasse a decoração interior da casa da família, em Neuwaldegg, e, depois, em 1920, para conduzir o trabalho de construção de uma casa na Kundmanngasse, em Viena. Todo o trabalho foi acompanhado por Wittgenstein e serviu para que os laços de amizade se aprofundassem ainda mais. Detalhes à parte, tendo admitido Wittgenstein como uma de suas maiores influências¹⁸, foi a Engelmann que em 1953 Friedrich A. von Hayek, procurou. Hayek, vencedor do Prêmio Nobel em Ciências Econômicas, era parente de Wittgenstein. De acordo com Graßhoff (2006), Hayek foi encaminhado a Engelmann por um dos irmãos do filósofo. Ele o contatou em Tel Aviv para informações a respeito das possíveis influências de Wittgenstein, visto que estava preparando um esboço biográfico sobre ele. Não se irão apresentar aqui os vários diálogos que transcorreram nas diversas trocas de correspondências entre Engelmann e Hayek e que se deram a partir de 6 de fevereiro de 1953¹⁹, mas uma questão específica será de interesse: aquela sobre como se dera o treinamento de

¹⁷ GRABHOFF, G. *Wittgenstein's World of Mechanics*. New York: Springer Wien New York, 2006.

¹⁸ “Se eu posso claramente creditar qualquer coisa com respeito a minha própria busca intelectual, então, isto é pelo fato que eu me vali da oportunidade, com a qual a sorte me favoreceu, ter tido os melhores professores que minha geração possivelmente poderia ter, e que eu aprendi alguma coisa deles: de Kraus não escrever; Wittgenstein não falar; de Loos não construir” (WIJDEVELD, 1994, p. 61 *apud* Graßhoff, 2006, p. 7).

¹⁹ Segundo Graßhoff (2006) estas cartas não estão publicadas, estão guardadas no Brenner Archiv Innsbruck.

Wittgenstein em Manchester e Berlim, na época de seus estudos em engenharia mecânica, que Hayek pretendia descobrir. Ali ele especula com Engelmann: “eu não sei se ele conheceu Heinrich Hertz, por quem ele parece ter sido influenciado, *pessoalmente*” (GRAßHOFF, 2006, p. 8 – grifos nossos)²⁰. O termo “pessoalmente” obviamente se tratava de um equívoco que, mais tarde, havia de ser reconhecido por Hayek:

A questão sobre Heinrich Hertz foi, é claro, um “erro grosseiro” meu, visto que ele morreu, como eu agora sei, muito jovem por volta de 1896 [1894]. Portanto, quando e onde Wittgenstein adquiriu seu aparentemente muito considerável conhecimento em física permanece um problema. Ele não parece ter trabalhado neste campo em Cambridge – exceto em lógica, ele pareceu ter experiência somente em psicologia.

A resposta de Engelmann foi que “Wittgenstein entendia física excepcionalmente bem (...). Seu conhecimento vinha presumivelmente ou principalmente da intensa leitura apaixonada dos escritos de Maxwell e Hertz. Que os dois também o inspiraram linguisticamente foi um pré-requisito para a influência que eles tiveram sobre ele” (GRAßHOFF, 2006, p. 9). Mas, o que mais impressiona são as afirmações de Engelmann, que vão diretamente ao encontro dos interesses deste trabalho:

O último impressionante exemplo deste tipo é a ciência natural do século dezenove. Uma tentativa de reunir todos os novos fatos dentro de um novo sistema físico singular é a teoria de campo de Heinrich Hertz. E o resultado geral obtido desta descrição – teoria da relatividade – alcança seus resultados pela tentativa de estabelecer um sistema de medida sem referência a qualquer outra coisa que quantidades mensuráveis, e somente medindo-lhes em relação um ao outro. A filosofia da época começa com aquela nova concepção física do mundo. Nós vimos a filosofia perseguir tentativa similar, cada vez mais se livrando dos padrões externos das qualidades medidas – do sujeito – e mudando para uma visão [apropriada] do fenômeno. Como na última [física], onde pontos espaciais são organizados por suas posições mútuas e seus movimentos, um para o outro, numa figura geral, aqui [filosofia] os fenômenos estão relacionados um ao outro sem um sujeito como sistema coordenado.

Engelmann continua comparando a contribuição de Hertz para Wittgenstein:

²⁰ Os diálogos aqui apresentados encontram-se em Graßhoff (2006), entre as páginas 6 e 12 da referida obra.

Uma importante tentativa nesta direção é aquela tomada por Wittgenstein. A concepção filosófica de mundo, que sobra depois de tal eliminação do ponto de referência subjetivo é determinada por sentenças declarativas da ciência natural. Seu conteúdo é idêntico àquele da ciência natural. Mas, isso significa alguma outra coisa, e isto é filosofia, se esta figura é vista em sua relação com um sujeito figurando, que não se relaciona com a figura e não fala a respeito dela. A pura e perfeitamente exata representação científica fornece como se fosse a primeira figura objetiva. O segundo passo é coordenar esta figura com o até então sujeito omitido: e, então, aparecem os interesses da filosofia.

O que impressiona nessa afirmação de Engelmann é que, para alguém que não é filósofo nem físico, isso demonstra uma grande capacidade de memória sobre assuntos específicos em outros domínios que não o de sua formação – certamente foi lembrança das diversas conversas que teve com Wittgenstein entre 1916 e 1920. Engelmann consegue não só descrever exatamente as pretensões da mecânica hertziana, mas também compará-la com a proposta de Wittgenstein sobre as condições de possibilidade de que o mundo seja representado. Para alguém que pode não ter lido diretamente a obra de Hertz, visto que ela não fazia parte dos livros-texto de física, algumas afirmações acerca do pensamento hertziano têm importância substancial, por exemplo: “uma tentativa de reunir todos os novos fatos dentro de um novo sistema físico singular é a *teoria de campo* de Heinrich Hertz” (grifos nossos). Não é fácil para um não-especialista em física descrever a mecânica de Hertz como uma teoria de campo, isto é, como “uma imagem de um espaço fechado, com pontos como partículas” (GRABHOFF, 2006, p. 9). Mais inquietante ainda é descrição da mecânica de Hertz como uma “tentativa de estabelecer um sistema de medida sem referência a qualquer outra coisa que quantidades mensuráveis, e somente medir-lhes em relação um ao outro”. Detalhes como estes só surgiriam de alguém que, ou tivesse pesquisado Hertz, ou tivesse sido muito bem introduzido ao seu pensamento. O que mais impressiona é a sua habilidade em aproximar este sistema das pretensões de Wittgenstein, naquele tempo, em processo de incubação das ideias centrais do *Tractatus*: “nós vemos a filosofia perseguir tentativa similar, cada vez mais se livrando dos padrões externos das qualidades medidas – do sujeito – e mudando para uma visão [apropriada] do fenômeno (...) uma importante tentativa nesta direção é aquela tomada por Wittgenstein”. Como é que ele sabia que Wittgenstein estava tomando esta direção? Parece que Wittgenstein havia tido muito tempo para discutir com ele sua nova concepção de filosofia, com a qual pretendia livrar-se dos “padrões externos das

qualidades medidas” em prol de “uma visão apropriada do fenômeno” – e a filosofia de Russell se distanciava cada vez mais. A concepção russelliana de conhecimento direto do objeto acabara por ser substituída pela metodologia da mecânica de Hertz em que “pontos espaciais são organizados por suas posições mútuas, e seus movimentos estão um para o outro, numa figura geral”. E isso inspirou Wittgenstein a entender que “os fenômenos estão relacionados um ao outro sem um sujeito como seu sistema coordenado”.

Esse novo método em filosofia retira da representação o ponto subjetivo de um sujeito empírico e coloca em seu lugar a figura de um sujeito transcendental – “um sujeito figurando, que não se relaciona com a figura e não fala a respeito dela”. Este sujeito é uma figura formal, à qual nada cabe atribuir a não ser a *contemplação* do espaço lógico e a projeção de nomes sobre objetos. Ele é a pressuposição de toda figuração, figuração que só é possível a partir das proposições da ciência natural, visto serem estas as únicas capazes de representar a contingência dos objetos no espaço lógico²¹ – “A pura e perfeitamente exata representação científica fornece como se fosse a primeira figura objetiva. O segundo passo é coordenar esta figura com o até então sujeito omitido” (o eu transcendental).

Percebe-se, com isso, o entrecruzamento da ontologia do *Tractatus* com o sistema físico da mecânica de Hertz: se Hertz fornece o esquema simbólico da representação, Wittgenstein ainda atenta para a necessidade de uma coordenação: incorpora ao esquema a ideia de um *eu* com o qual a figura seria coordenada – “E, então, aparecem os interesses da filosofia”. Mas, a questão sobre onde entra o “objeto” hertziano no esquema do *Tractatus* ainda não foi considerada.

A física nos tempos de Hertz era para ele e muitos outros de seus contemporâneos, tais como Boltzmann, uma teoria fundamental para a qual todas as declarações de outras ciências poderiam finalmente ser reduzidas. Nesse tempo,

os fundamentos da física baseavam-se exclusivamente na mecânica. E não havia na mecânica outro domínio de objetos físicos (não mecânicos) sobre os quais alguém pudesse teorizar. Todas as outras concepções aparentemente não mecânicas, tais como aquelas do calor e eletricidade, poderiam ser sucessivamente reduzidas aos modelos mecânicos. (GRABHOFF, 2006, p. 16)

²¹ “A tautologia deixa à realidade todo o – infinito – espaço lógico; a contradição preenche todo o espaço lógico e não deixa nenhum ponto à realidade. Por isso, nenhuma delas pode, de maneira alguma, determinar a realidade”. (TLP, 4.463)

Como se viu no capítulo anterior, a mecânica de Hertz apresentou-se como uma alternativa às mecânicas newtoniana e energetista. Seu esforço era criar os fundamentos de uma ciência da mecânica que *não* postulasse *nada* sobre coisas em si mesmas, isso porque se evitariam explicações sobre o que são conceitos como “força” e “energia” (por sinal, obscuros e problemáticos); em lugar da explicação entraria a descrição do funcionamento da mecânica como um todo. Wittgenstein assume uma postura parecida quando defende, por exemplo, que “na sintaxe lógica, o significado de um sinal nunca pode desempenhar papel algum; ela deve poder estabelecer-se sem que se fale do *significado* de qualquer sinal, ela pode pressupor *apenas* a descrição das expressões” (TLP, 3.33). Nesta mecânica, os únicos objetos apropriados eram os *sistemas* de pontos materiais: “livres”, em que a aplicação de sua Lei Fundamental seria imediata; “adaptáveis”, em que seria necessária, para a descrição, a introdução de massas ocultas; e “vivos”, que não poderiam ser representados diretamente no seu modelo, mas para os quais sua hipótese seria permissível. Evitar dizer, ou explicar, qualquer coisa sobre a realidade empírica era o objetivo de Hertz quando constituiu seu sistema mecânico aos moldes de um sistema lógico, portanto, *a priori*. Wittgenstein tenta fazer a mesma coisa em sua ontologia quando toma como ponto de partida de sua concepção de mundo o “objeto” que é imaterial, indestrutível e eterno, posto que constitui a *substância do mundo* – substância da qual só se *pode* determinar uma forma e não propriedades materiais, pois estas são representadas apenas nas proposições (TLP, 2.0231). E qual é a proximidade real destas duas maneiras de conceber a realidade?

Pode se começar pelas noções de partícula material em Hertz e objeto em Wittgenstein. Quanto a Wittgenstein, há uma dúvida que reside até hoje no imaginário dos seus estudiosos: o que é o “objeto” do *Tractatus*? Há um montante de interpretações (em boa parte, divergentes) disponível sobre este assunto, uma vez que Wittgenstein não deixou pistas sobre o seu significado conceitual. E em momento algum, ele deixa um exemplo “prático” do que seriam tais objetos. Como lógico, talvez não visse a obrigação em apresentá-los²². Um exemplo é dado por Norman Malcolm quando pergunta a Wittgenstein

²² Até neste ponto, o pensamento de Wittgenstein é parecido com o de Hertz. Hertz introduz em seu *Os Princípios da Mecânica* o conceito de massas ocultas e até hoje não se sabe, em termos práticos, qual exemplo que se teria desses elementos. O próprio Helmholtz, no prefácio a obra, lamenta a ausência dos exemplos que ilustrem a aplicação e, portanto, a necessidade da hipótese de massas e

(...) se, quando escreveu o *Tractatus*, alguma vez terá pensado em algo que servisse como um 'exemplo' de um 'objeto simples'. A sua resposta foi que nessa altura a sua idéia era que ele era um lógico, e que, tal como, não lhe competia tentar decidir se esta ou aquela coisa era uma coisa complexa ou simples, sendo isso um assunto puramente empírico!²³.

Wittgenstein tinha claro que, como um lógico, sua preocupação deveria ser com o como os complexos estão combinados e não com a questão de que, por existirem complexos, conseqüentemente, devem existir também objetos. Para ele, a lógica está primordialmente interessada no sistema pelo qual *construímos* símbolos a partir de símbolos mais básicos (TLP, 5.555) e o que ela faz é apresentar o paralelismo entre a ordem *a priori* do mundo²⁴ e do pensamento. No caso do pensamento, a ordem das proposições significantes; no caso do mundo, a ordem dos estados de coisas e, em ambos os casos, diz Wittgenstein, trata-se da ordem das possibilidades. Da mesma forma, Hertz introduz os conceitos físicos e teoremas sem referência ao mundo externo, onde todas as proposições expressas são julgamentos *a priori* no sentido de Kant, como foi visto no capítulo anterior. Elas são afirmadas pelas "leis da imaginação interior" e da forma lógica. Ele entende que a conformidade das imagens com as coisas é limitada à compatibilidade das conseqüências lógicas das imagens com as correspondentes conseqüências naturais das coisas imaginadas. A univocidade dessa linguagem e sua conseqüente capacidade de manter-se livre das ambigüidades eram resultado direto de sua estrutura matemática, de sua forma. Forma que não resulta da experiência, nem de quaisquer convenções ou definições arbitrárias, pelo contrário, era imposta à experiência. E isso se parece muito com a proposta da ontologia do *Tractatus*.

Mesmo assim, ainda não responde às questões: o que é o objeto? Wittgenstein conhecia um exemplo de um objeto? Por que enunciá-lo e quais as dificuldades que lhes são inerentes? Em uma passagem do *Notebooks*, Wittgenstein já denunciava as dificuldades em responder a estas questões:

movimentos ocultos. Reitera-se, no entanto, que o conceito de massas ocultas não se identifica com o conceito de objeto no *Tractatus*; isso será visto mais tarde.

²³ MALCOLM, N. *Ludwig Wittgenstein: A Memoir, with a Biographical Sketch* by G. G. von Wright. Oxford: Oxford University Press. 1984, p. 86.

²⁴ Ordem *a priori* do mundo é a ordem das possibilidades, que é comum ao mundo e ao pensar. É anterior a toda experiência, perfaz toda experiência e não adere a nenhuma opacidade ou insegurança empírica.

A nossa dificuldade era, porém, a de falarmos sempre de objetos simples e não sabermos mencionar um em particular.

Se o ponto no espaço não existisse, então também não existiriam as coordenadas; e se as coordenadas existem, então existe igualmente o ponto. – É assim na lógica.

O sinal simples é *essencialmente simples*.

[...]

Aparentemente, é como se houvesse objetos complexos a funcionar como simples e, em seguida, também *realmente* simples, como os pontos materiais da física, etc.

Vê-se que um nome designa um objeto complexo a partir de uma indeterminação nas proposições em que ele ocorre; ela provém justamente da generalidade de tais proposições. *Sabemos* que nem tudo está ainda determinado mediante esta proposição. A designação de universalidade *contém* uma imagem originária. [cf. 3.24]

Todas as quantidades invisíveis, etc., etc. têm de ocorrer entre as designações de generalidade. (WITTGENSTEIN, 1998, p. 102-103, 21/06/1915)²⁵

Geralmente nos *Notebooks*, quando Wittgenstein usa de termos hertzianos como “pontos materiais” e “quantidades invisíveis” (ou “massas invisíveis”), ele sempre os apresenta como exemplos de pseudo-objetos – “As massas invisíveis de Hertz são, *segundo ele próprio confessou*, pseudo-objetos” (*Notebooks*, 06/12/1914). Veja-se como ele chegou a tal concepção.

Junho de 1915 foi uma fase de intensa atividade intelectual para Wittgenstein. Um dia antes de escrever o parágrafo acima, uma série de indagações acerca da determinação do sentido proposicional veio à tona; suas perguntas foram: “Poderíamos justamente aplicar a lógica sem mais, tal como está nos *Principia Mathematica*, às *proposições ordinárias*?”; “Mas deveria ser possível que as proposições habitualmente utilizadas por nós tivessem como que um sentido incompleto (abstraindo de todo da sua verdade ou falsidade), e que as proposições da física se aproximassem, por assim dizer, do estádio em que uma proposição tem realmente um sentido completo??”; “Serão as proposições da física e as proposições da vida quotidiana, no fundo, igualmente precisas, e consistirá a diferença apenas na aplicação mais consequente dos sinais na linguagem da ciência??”; “Pode, ou não, dizer-se que uma proposição tem um sentido mais ou menos preciso?”; “Deveriam as nossas proposições ser *de tal modo* preparadas que pudessem ser matematicamente tratadas?” (*Notebooks*, 20/06/1915). Wittgenstein afirma ainda que, quando alguém analisa expressões da linguagem ordinária pelo significado lógico, deve determinar se estas expressões têm significado, ou deve levar em conta

²⁵ WITTGENSTEIN, L. *Cadernos 1914-1916*. Trad. João Tiago Proença. Lisboa: Edições 70, 1998.

que é difícil produzir o sentido das sentenças complexas, ainda assim, “há a possibilidade de falha” (*Notebooks*, 20 e 21/06/1915). Mas, como pode uma sentença falhar no produzir o sentido?

Na forma toda analisada, uma sentença que diga algo sobre a realidade deve se referir a objetos externos e suas relações e, apenas nesse caso, pode o valor de verdade da sentença ser determinado – pelo menos era o que pensava Russell. Por conseguinte, para ter a habilidade em julgar a falta de sentido da sentença, o complexo de objetos necessita ser analiticamente dividido em suas componentes atômicas – “A divisão dos corpos em *pontos materiais*, como ocorre na física, nada é mais que uma análise em *componentes simples*” (*Notebooks*, 20/06/1915). Sendo assim, na análise lógica, o sentido estaria plenamente determinado na medida em que um nome tomasse “o lugar de uma coisa, um outro de uma outra coisa, e estão ligados entre si, e assim o todo representa – como um quadro vivo – o estado de coisas (TLP, 4.0311)”. Nesse contexto, o objeto equivaleria à referência (o significado) dos nomes na proposição; eles são os sucedâneos desses nomes. Os nomes em si não possuem sentido, uma vez que, a única unidade linguística dotada de sentido é a proposição²⁶.

Wittgenstein enfatiza os termos “pontos materiais”, “componentes simples”, “sinal simples”, “simples” e “objeto” para indicar os componentes últimos da realidade, com os quais é plenamente possível que o sentido proposicional seja determinado – “A exigência de coisas simples é a exigência de precisão do sentido” (*Notebooks*, 18/06/1915). Agora, como poderia a falta de sentido das sentenças ser decidida por uma teoria mecânica tal como a de Hertz?

Para Wittgenstein, “a mecânica é uma tentativa de construir, segundo um só plano, todas as proposições *verdadeiras* de que precisamos para a descrição do mundo” (TLP, 6.343). As sentenças da linguagem ordinária são frequentemente acerca de objetos complexos, de suas propriedades e suas relações, portanto, são indeterminadas – “Vê-se que um nome designa um objeto complexo a partir de uma indeterminação nas proposições em que ele ocorre; ela provém justamente da generalidade de tais proposições” (*Notebooks*, 20/06/1915). Já a linguagem física define sistemas a partir de pequenos objetos, vinculados uns aos outros e com dimensões atômicas, em cuja imagem a noção de indeterminação é impossível.

²⁶ Essa noção, Wittgenstein herda de Frege.

Assim, é possível que se determine qual jogo dos objetos atômicos – os objetos do mundo – é parte de um corpo complexo.

Wittgenstein, na busca pela determinação do sentido proposicional, se esforçará em reduzir as proposições acerca do mundo externo para o domínio da física, que, no contexto de sua época, conduzia à mecânica – “A mecânica é *uma* tentativa de construir todas as proposições de que necessitamos para a descrição do mundo segundo *um* plano singular” (*Notebooks*, 06/12/1914). Quando um físico trata, por exemplo, de um corpo material, consegue facilmente entendê-lo enquanto número finito de pontos materiais, relacionado com um ponto material qualquer, isto é, ele consegue “estabelecer uma mensuração do sistema sem referência a qualquer outro, de quantidades mensuráveis, e somente medir-lhes relativamente a cada outro”. É o suficiente para que o sentido “proposicional” em física seja plenamente determinado. Basta decompor a realidade e atingir o elemento último, o simples. Se tal método é tão bem sucedido em física, não o seria no trato das proposições ordinárias?, pergunta Wittgenstein. “Serão as proposições da física e as proposições da vida quotidiana, no fundo, igualmente precisas, e consistirá a diferença apenas na aplicação mais consequente dos sinais na linguagem da ciência??” (*Notebooks*, 20/06/1915). Mesmo que dias antes, Wittgenstein houvesse assumido que “também as relações e as propriedades, etc. são *objetos*” (*Notebooks*, 16/06/1915), é a noção do *simples* que perdura em sua primeira filosofia: “o sinal simples é *essencialmente simples*. Funciona como objeto simples. *A sua composição torna-se completamente indiferente*. Desaparece-nos da vista” (*Notebooks*, 21/06/1915).

O que se atesta é que expressões como “nós temos em física” (*Notebooks*, 20/06/1915) mostram a familiaridade com a qual Wittgenstein se relacionava com este campo do conhecimento. Elucida ainda que, em física, ele adotou o procedimento da mecânica: a divisão de corpos em pontos materiais, como ocorrido na física, equivale ao seu processo de divisão dos complexos em seus componentes mais simples. Ele não reproduz as análises físicas dos corpos complexos como um exemplo entre outros dos conhecidos métodos de análises. Para ele, todas as proposições ordinárias do mundo externo, no processo de análise completa, deveriam ser reduzidas aos seus elementos últimos, no caso, aos nomes. Isso é o mesmo que pensava Hertz, para quem todos os corpos ordinários do mundo externo seriam divididos de tal modo que seus componentes elementares fossem produzidos

dos pontos materiais. Os objetos hertzianos no *Tractatus* estariam, portanto, subsumidos ao conceito de “ponto material”. Não de um ponto material determinado, do qual se pode ter uma imagem definida; mas, de um conceito geral, independente e universal deste mesmo conceito – “Não podemos esquecer que a descrição do mundo por meio da mecânica é sempre completamente geral. Nela, *nunca* se trata de falar, por exemplo, de pontos materiais *determinados*, mas sempre e somente de pontos materiais *quaisquer*” (TLP 6.3432).

Na primeira tradução do *Tractatus* feita por Ogden (assistida por Ramsey), Ogden justapõe a tradução inglesa com original em alemão, como desejado por Wittgenstein, mas “está claro que a solicitação de Wittgenstein é ignorada em todas as edições inglesas tardias” (GRABHOFF, 2006, p. 19). É o caso, por exemplo, da segunda tradução feita por Pears e McGuinness (WITTGENSTEIN, 1961b)²⁷. Nesta segunda tradução, quando Pears e McGuinness vertem para o inglês o aforismo 6.3432, a tradução sai da seguinte forma: “Nós não devemos esquecer que qualquer descrição do mundo por meio da mecânica será do tipo completamente geral. Por exemplo, nunca mencionará *particulares* pontos de massas: sempre falará acerca de *quaisquer pontos de massas em absoluto*”. O caso é que essa tradução assim como está, comete um equívoco por se distanciar da pretensão teórica de Wittgenstein, que era a de identificar seu “objeto” com o conceito formal de “partícula material” da mecânica de Hertz²⁸. Quando os dois traduzem por *pontos de massa (Massenpunkt)* o que seria, na verdade, *pontos materiais (materielle Punkte)*, criam uma noção de que Wittgenstein interpretava tais pontos da mesma forma como os mesmos são tratados, por exemplo, em física de partículas, isto é, sob o prisma de uma teoria realista²⁹. Sendo assim, o objeto tractariano, enquanto tributário do sistema mecânico de Hertz, seria material e teria, por exemplo, propriedades como as de ser pesado, duro, colorido (TLP, 2.0131). Tal interpretação vai ao encontro daquelas de muitos que insistem na materialidade dos objetos tractarianos. Mas, da mesma forma que Hertz definiu “partícula material” como uma propriedade do espaço, uma “característica” do espaço, e não alguma coisa no espaço, Wittgenstein define seu

²⁷ WITTGENSTEIN, L. *Tractatus Logico-Philosophicus*. Translated by D. F. Pears and B. F. McGuinness with Introduction by Bertrand Russell. Routledge & Kegan Paul, London & Henley, 1961 b.

²⁸ Como se verá adiante, o “objeto” do *Tractatus* é identificado com conceito hertziano de “partícula material” e não de “ponto material”, que se identifica mais com “estado de coisas”. Aqui será utilizado o conceito de “ponto material” muito mais para elucidar sua pretensão formal e equiparar com as pretensões de generalidade de Wittgenstein.

²⁹ Essa não era a pretensão de Hertz e não será a de Wittgenstein.

objeto como, por exemplo, incolor – “Em termos aproximados: os objetos são incolores” (TLP, 2.0232). Isso porque, tal como Hertz, que não está tratando do conteúdo (“dos padrões externos da qualidade mensurada”), mas da forma, Wittgenstein não está dizendo que os objetos são partículas de cor (propriedade da matéria), mas que os objetos são a *forma* que permite que se tenha alguma cor ou que seja colorido – “Espaço, tempo e cor (ser colorido) são *formas* dos objetos” (TLP, 2.0251 – grifos nossos). Tais discussões serão deixadas para o item que irá tratar da influência de Hertz sobre a filosofia da ciência do *Tractatus*, especificamente, da questão da cor no espaço de cor. Uma interpretação hertziana dos objetos feita aqui permitirá que se tenha um entendimento destas passagens mais adiante.

Se os objetos simples forem pensados como os *pontos de massa* (*Massenpunkt*) de Pears e McGuinness, o entendimento será de que eles são impressões ou dados dos sentidos. Tal ideia produziria, assim, uma leitura objetivista do *Tractatus* – que faz das proposições da ciência proposições sobre a realidade objetiva³⁰ – assim como quis o Círculo de Viena. A ideia de que os dados do sentido são tais objetos é uma maneira empírica de olhá-los, mas é completamente duvidoso de que era isso o que Wittgenstein tinha em mente quando falou de objetos simples. Se eles são oriundos da mecânica de Hertz, como se viu, este não é um bom caminho para uma interpretação correta. Se julgarem que Wittgenstein tinha uma leitura equivocada da obra de Hertz, concluem que o seu objeto também era algo material – e Pears e McGuinness cometeram este equívoco ao traduzir o aforismo 6.3432 do *Tractatus*:

O maior defeito na tradução de Pears/McGuinness é a inconcebível interpretação de “*materielle Punkte*” como “pontos de massa”. O prefácio da tradução declara que a primeira tradução autorizada por Ogden e Ramsey “foi revisada à luz das sugestões do próprio Wittgenstein e comentada na sua correspondência com C. K. Ogden acerca da primeira tradução”. Na correspondência nós nada encontramos para justificar as mudanças do TLP 6.3432. (GRABHOFF, 2006, p. 20)

³⁰ Uma boa discussão sobre leituras objetivista e subjetivista do *Tractatus* bem como sobre uma terceira via de interpretação do mesmo, a partir do pensamento de Hertz, encontra-se em: BIZARRO, Sara. *Wittgenstein and Hertz: Hertz's Influence on Wittgenstein's Tractatus*. Lisboa, 2004. Tese (Doutorado em Filosofia). Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa.

Enquanto se fala acerca do mundo externo e da matéria em si, Hertz e Wittgenstein, falam de *pontos materiais*, isto é, de elementos lógicos, cuja função seria a de fornecer uma feição de generalidade aos seus sistemas. Se Pears e McGuinness atentassem para as orientações dadas por Wittgenstein a Ogden, certamente teriam tido uma pista de como traduzir os termos técnicos destas passagens. Orienta Wittgenstein: “Para obter a correta expressão, favor olhar a tradução inglesa dos *Princípios da Mecânica* de Hertz” (WITTGENSTEIN, 1983, p. 35)³¹. Dessa maneira, fica claro como interpretar o formalismo ontológico do *Tractatus*: é só não ignorar o imperativo wittgensteiniano que já estava presente no *Prototractatus* (2.0141) que afirma: “deixe a coisa ser o ponto material” (“*Das Ding sei der materielle Punkt*”). Se se entende coisa igual a objeto³², *Ding* igual *Sache*, ver-se-á que aqui Wittgenstein *ordena* que se pense desta forma. Do contrário, daria somente uma indicação vazia e dependente das interpretações individuais afirmando: “a coisa é o ponto material” (“*Das Ding ist der materielle Punkt*”)³³.

Diante dos esclarecimentos sobre a funcionalidade dos pontos materiais no sistema mecânico de Hertz e dos objetos na ontologia do *Tractatus*, resta equiparar a construção da imagem hertziana da mecânica com o mundo tal como concebido pelo primeiro Wittgenstein.

3.3 O Sistema de Pontos Materiais de Hertz e o Mundo de Wittgenstein

Entre os seguidores de Wittgenstein tinha-se generalizado a polêmica acerca do caráter dos objetos: seriam coisas materiais, dados sensoriais ou imutáveis

³¹ WITTGENSTEIN, L. *Letters to C. K. Ogden with Comments on the English Translation of the Tractatus Logico-Philosophicus*. Oxford: Blackwell, 1983.

³² Com relação aos conceitos de “coisa” e “objeto”, não há indícios (como se pensa alguns estudiosos o pensamento de Wittgenstein) de que ele os tenha colocado numa situação de oposição (*Ding X Sache*). No *Tractatus*, coisas ou objetos indicam constituintes simples da realidade. E Wittgenstein, logo de início, afirma um e outro (2.01). Quando ele põe “coisas” entre parênteses logo depois de ter definido o estado de coisas como uma ligação de objetos, parece que ele chama a atenção para sua preferência pelo conceito de “estado de coisas” e não o de “estado de objetos”, que seria muito estranho. Mas, parece não haver uma diferença relevante: o objeto que se conhece (2.0123) é o mesmo que a coisa (2.012 a 2.0122) conhecida.

³³ Reitera-se, no entanto, que quando se faz a equiparação, ponto por ponto, da concepção metafísica de mundo de Wittgenstein com a de Hertz, ao final, a imagem que surge é a de que o “objeto” se aparenta muito mais com a “partícula material” do que com o ponto material. Isso é o que se verá adiante – “Ponto material (*Tractatus*): = Uma partícula material (Hertz) com uma bem-definida posição no espaço. Estados de coisas são definidos pela posição espacial de um ponto material relativo a outros” (GRAßHOFF, 2006, p. 23).

formas platônicas? A respeito de exemplos, Wittgenstein dizia não poder providenciá-los porque aquilo que se pode descobrir *aplicando* a lógica não pode ser *logicamente* antecipado (TLP, 5.557). Para a questão dos objetos e sua relação com o mundo, o *Tractatus* reserva um grupo de aforismos. Os aforismos em 2 podem se dividir em três partes principais: os em 2.0 referem-se às unidades dos “estados de coisas”, cuja existência constitui o mundo; os em 2.1 dizem respeito às figuras que nós fazemos do mundo; e os em 2.2 concernem à relação entre o mundo e as figuras. Os aforismos em 2.0 dividem-se, por sua vez, em quatro partes: os em 2.01 apresentam a primeira característica importante dos objetos – que um objeto é por essência um constituinte dos estados de coisas; os aforismos em 2.02 apresentam a segunda característica importante dos objetos – são simples; em 2.03 acrescenta-se aos objetos a dimensão de configuração – descrevem como os objetos se associam para formar estados de coisas. Finalmente, os aforismos em 2.04, 2.05 e 2.06 acrescentam aos objetos e à sua configuração a dimensão da existência – discutem a existência ou não-existência dos estados de coisas.

O uso que Wittgenstein faz dos termos “objeto”, “objetos simples” e “simples” serve, na verdade, para designar os constituintes últimos da realidade. São eles a “substância do mundo”; são imutáveis e indestrutíveis, visto que toda mudança é combinação e separação deles. Possuem propriedades *internas* (por suas possibilidades combinatórias com outros objetos) e *externas* (pelo fato de estarem combinados com outros objetos). Eles são os sucedâneos dos nomes enquanto constituintes de proposições completamente analisadas. Ocorrem em estados de coisas e um estado de coisas é a combinação desses mesmos objetos. A sua ocorrência num estado de coisas determinado pode ser acidental, mas a possibilidade da sua ocorrência num estado de coisas é-lhe essencial.

Quando Wittgenstein diz que o mundo é a totalidade dos fatos e não um aglomerado de objetos (TLP, 1.1), o que ele está dizendo é que sobre a realidade só podemos falar aproximadamente ou tê-la como o objeto da ciência, então, o que se chama o “mundo” é somente a *configuração* das coisas, não as coisas em si mesmas. Os fatos são, de modo geral, diferentes das coisas; os fatos integram as coisas como seus elementos constituintes, mas eles não são propriamente o conjunto dessas coisas – eles são estas coisas mais sua configuração. Não se pode caracterizar o mundo como um amontoado de coisas, isso porque, quando se pensa o mundo como a totalidade das coisas, então, pensa-se nele, em primeiro lugar,

como uma totalidade de objetos. E por que não pensar o mundo como a totalidade dos objetos? A resposta seria: o objeto, por si só, nada determina acerca do mundo; os complexos determinam algumas de suas características e, quanto mais amplo for o complexo, mais características serão determinadas; e, finalmente, quando o arranjo de todos os objetos for conhecido, o mundo estará completamente determinado. Há a configuração das coisas num *estado de coisas* (TLP, 2) e estes estados de coisas são uma combinação dos *objetos* ou das *coisas* (TLP, 2.01) e a totalidade dos estados existentes de coisas é o mundo (TLP, 2.04). Portanto, o sistema tractariano se desenvolve do objeto para o estado de coisas e deste para o mundo. Isso é muito parecido com constituição do sistema mecânico de Hertz, que se desenvolve a partir dos seus elementos primordiais: da partícula material concebe-se a massa como um sistema de medida, da qual se concebe o ponto material, cujo número constitui o sistema. Somente os sistemas podem ser objetos apropriados de teorias físicas. Hertz propõe todas estas definições *a priori* para chegar à noção de sistema, tal como faz Wittgenstein, cuja ascensão da ontologia do *Tractatus* parte do objeto até chegar à noção de mundo.

Para se entender melhor o que aqui se afirma, deve-se voltar ao capítulo anterior deste trabalho. Ali se apresentou as definições dadas por Hertz, indo da partícula material ao sistema. O retorno e a aproximação par-a-par dos elementos substanciais das duas obras devem dar uma noção do que aqui se pretende. A primeira definição de Hertz para os elementos constitutivos do sistema é a de partícula material:

Definição 1: Uma partícula material é uma característica pela qual associamos sem ambiguidade um ponto dado no espaço em um dado momento com um ponto dado no espaço em qualquer outro momento. Cada partícula material é invariável e indestrutível. Os pontos no espaço, os quais são denotados nos dois diferentes tempos pela mesma partícula material, coincidem quando os tempos coincidem. Altamente compreendida, a definição implica isto. (HERTZ, 1956, p. 45)

Como se pode verificar é permissível identificar a concepção de partícula material com o conceito de objeto do *Tractatus*. Para Wittgenstein os objetos simples também são eternos (TLP, 2.027), eles não podem ser destruídos. Em Hertz suas partículas materiais são, também, “invariáveis e indestrutíveis”. Partículas materiais são localizações espaço-temporais que têm uma propriedade particular:

elas não são objetos materiais no espaço e tempo. Elas são propriedades do espaço e não têm extensão espacial. A associação comum à definição de massa, tal como propriedade de ser pesado, não é utilizada por Hertz na definição de partícula material. Da mesma forma, o objeto tractariano enquanto “substância do mundo só pode determinar uma forma, e não *propriedades materiais*” (TLP, 2.0231 – grifos nossos), ele é a forma fixa do mundo (TLP, 2.026), portanto, subsiste independentemente do que seja o caso (TLP, 2.024). “Pareceria como que um acaso se à coisa, que pudesse existir só, por si própria, se ajustasse depois a uma situação” (TLP, 2.0121), mas é assim mesmo; tal como partícula material que existe por si própria (HERTZ, 1956, p. 45) e que depois se aglomera para constituir a massa do sistema (HERTZ, 1956, p. 46), a coisa (o objeto) subsiste eternamente (TLP, 2.027) e seus arranjos ou suas configurações em estados de coisas, vem-lhe depois, “pois estas são constituídas apenas pela configuração dos objetos” (TLP, 2.0231). Se da partícula material pode-se extrair a massa do sistema, dos objetos advém a noção de estado de coisas.

A definição de partícula material dada acima está sendo feita no sentido de preparar seu terreno para introdução do conceito de massa, que será entendido dentro das formas kantianas de espaço e tempo, portanto, como uma experiência *a priori*³⁴:

Definição 2: O número de partículas materiais em qualquer espaço, comparado com o número de partículas materiais em algum espaço escolhido em um momento fixo, é chamado de a massa contida no primeiro espaço.

Nós podemos considerar o número de partículas materiais no espaço selecionado, por comparação, ser infinitamente grande. A massa das diferentes partículas materiais, portanto, por definição, serão infinitamente pequenas. A massa em qualquer espaço dado pode, portanto, ter algum número racional ou irracional. (HERTZ, 1956, p. 46)

Segundo Graßhoff (2006, p. 17), para Hertz,

³⁴ Nota-se que as definições aqui apresentadas trata-se de definições dos conceitos primitivos (espaço, tempo e massa) dadas no Livro I, portanto, de elementos *a priori*. Como se viu, no Livro II, há uma aplicação dos mesmos conceitos, os relacionados à experiência. No entanto, como se certificou no capítulo anterior, mesmo ali, quando tais conceitos primitivos são trabalhados como frutos da experiência, Hertz remete-os sempre aos tempos, espaços e massas “enquanto intuições internas” do Livro I.

massa é uma medida do (relativo) número de partícula material. A definição de uma massa de um volume do espaço é dada como a razão numérica da partícula material comparada com um espaço de referência. De acordo com esta definição, é impossível determinar a massa de um objeto sem referência a um padrão medida de massa.

Como se viu no capítulo anterior, definida como um padrão de medida ou um sistema geométrico de localização, pode-se escolher certa área de pontos no espaço, definida por um jogo de coordenadas, e usar isso como unidade de medida a fim de definir a massa de algum outro jogo de pontos do espaço. Nos dizeres de Wittgenstein, esse procedimento é idêntico ao da lógica: “Se o ponto no espaço não existisse, então também não existiriam as coordenadas; e se as coordenadas existem, então existe igualmente o ponto. É assim na lógica” (*Notebooks*, 21/06/1915). E para aqueles que têm no *Notebooks* apenas um documento de esforço, cuja evidência textual é, sem dúvida, ambígua, essa noção se reproduz no *Tractatus*. No *Tractatus*, o método hertziano se parece bastante com aquele que serve para definir uma configuração, descrevendo-a completamente por meio de uma determinada rede de malhas de uma determinada finura (TLP, 6.342). Com essa rede, pode-se representar espacialmente um estado de coisas; por exemplo, a localização dos quadrados brancos ou pretos na superfície branca que havia se manchado de preto (TLP, 6.341). “A rede, contudo, é *puramente* geométrica, todas as suas propriedades podem ser especificadas *a priori*” (TLP, 6.35); com ela “podemos muito bem representar espacialmente um estado de coisas que vá contra as leis da física, mas não um que vá contra as leis da geometria” (TLP, 3.0321). Mas, como se disse, a questão da rede será aprofundada no momento oportuno, a saber, quando do tratamento da filosofia da ciência do *Tractatus*.

Após a caracterização de massa, Hertz introduz finalmente o ponto material, usando o conceito da massa:

Definição 3: Uma pequena massa finita ou infinita, concebida como estando contida em um espaço infinitamente pequeno, é chamada um ponto material.

Um ponto material conseqüentemente consiste de qualquer número de partículas materiais conectadas umas às outras. (HERTZ, 1956, p. 46 – grifos nossos)

A associação desta imagem com a do conceito de estado de coisas no *Tractatus* é muito próxima. O que é um estado de coisas? São os objetos

concatenados como elos de uma corrente (TLP, 2.03). “No estado de coisas os objetos estão uns para os outros de uma determinada maneira” (TLP, 2.031), tal como no *ponto material* as “partículas materiais estão conectadas umas às outras” (HERTZ, 1956, p. 46). “Ainda que o mundo seja infinitamente complexo, de modo que cada fato consista em uma infinidade de estados de coisas e cada estado de coisas seja composto de uma infinidade de objetos, mesmo assim deveria haver objetos e estados de coisas” (TLP, 4.2211), isso porque eles são a condição de possibilidade da existência do mundo. Da mesma forma, não é possível se pensar em um sistema físico, aos moldes da mecânica de Hertz, sem a presença da partícula material que constitui, por vínculos, o ponto material que é a garantia da determinação da funcionalidade do sistema e da exclusão dos pseudoconceitos, porque seus vínculos dispensariam a utilização dos conceitos de força e energia. Igualmente, não se pode pensar os estados de coisas do *Tractatus*, sem os seus constituintes (os objetos), pois são também a garantia de que o sentido seja plenamente determinado – “O postulado da possibilidade dos sinais simples é o postulado do caráter determinado do sentido” (TLP, 3.23).

Por fim, Hertz apresenta a noção de sistema: um sistema é um agregado de pontos materiais:

Definição 4: Um número de pontos materiais considerados simultaneamente é chamado de um sistema de pontos materiais, ou *resumidamente* um sistema. O total das massas dos pontos separados é, pelo § 4, a massa do sistema. Daí um sistema finito consiste de um finito número de finitos pontos materiais, ou de um número infinito ou infinitamente pequeno ponto material, ou de ambos. É sempre permissível considerar um sistema de pontos materiais como sendo composto de um infinito número de partículas materiais. (HERTZ, 1956, p. 46)

Do número de pontos materiais tem-se a concepção de sistema, que “consiste de um número de finitos ou infinitos pontos materiais considerados simultaneamente”. Mais uma vez, a aproximação com o *Tractatus* é possível: aqui se pode comparar a concepção de sistema com a concepção de mundo no primeiro Wittgenstein. Se o sistema é um agregado de *pontos materiais*, anteriormente equiparados ao conceito de “estados de coisas” tractarianos, da mesma forma “a totalidade dos estados existentes de coisas é o mundo” (TLP, 2.04). A paridade entre o mundo wittgensteiniano com o sistema hertziano parece clara. No entanto,

alguém poderia retorquir: mas, ao pensar o mundo como a totalidade dos estados de coisas, que são constituídos por objetos, não estaríamos pensando-o como a totalidade dos objetos? E como fica a afirmação de Wittgenstein de que “o mundo é a totalidade dos fatos, não das coisas”³⁵? Na verdade, esta questão parece estar resolvida: se “os fatos no espaço lógico são o mundo” (TLP, 1.13) e se “a totalidade dos estados de *existentes* coisas são o mundo” (TLP, 2.04 – grifos nossos), logo, o mundo é constituído pelos “fatos” que, no entendimento de Wittgenstein, trata-se exatamente “dos estados *existentes* de coisas”. Se “o estado de coisas é uma ligação de objetos (coisas)” (TLP, 2.01), portanto “os fatos” também serão uma ligação de objetos; mas, de quais objetos? Daqueles que são constituintes dos “estados *existentes* de coisas”, daqueles que refletem uma “realidade” que ocorreu no espaço lógico: a concatenação dos objetos em estado de coisas, por conseguinte, um fato. Assim como os nomes se encadeiam para formar proposições elementares, que figuram os fatos do mundo, os objetos concatenam-se em estados de coisas (no espaço lógico) para formar fatos. Caso o estado de coisas ocorra no mundo real, tem-se um fato positivo (uma figuração); caso contrário, um fato negativo. Em Hertz, também os modelos, as representações que fazemos do mundo, são construídos de um modo similar a partir dos símbolos que representam estes pontos materiais. Dessa forma, pode-se evidenciar uma aproximação dos elementos da ontologia do *Tractatus* com os elementos substanciais da mecânica hertziana, da maneira que se segue:

Mecânica de Hertz: Partícula Material \Leftrightarrow Ponto Material \Leftrightarrow Sistema
Ontologia do *Tractatus*: Objeto \Leftrightarrow Estado de Coisas \Leftrightarrow Mundo

Estando os dois modos de representação simbolizados, torna-se mais fácil entender como se dá a inter-relação de ambos com a realidade, e isso é possibilitado pelos seus modos de representação (*Darstellung*): no caso de Hertz, pela representação da mecânica por meio de modelos dinâmicos; no caso de Wittgenstein, pela representação do mundo por meio da figuração.

³⁵ TLP, 1.1.

3.4 *Darstellungen* em Hertz e Wittgenstein: Representação e Figuração do Mundo

Antes de começar a estudar filosofia em Cambridge, em 1911, sabe-se que Wittgenstein esteve envolvido com pesquisas em engenharia aeronáutica em Manchester, desde 1908, depois de concluir sua graduação em engenharia mecânica pela *Technische Hochschule* de Charlottenberg. Enquanto pesquisador no campo da engenharia aeronáutica, inclusive registrando uma patente de uma hélice em 1911, fez parte de um contexto mais amplo em que pesquisas envolvendo modelos – por exemplo, de protótipos testados em túneis de vento – eram necessárias e corriqueiras. Segundo Langhaar (1951, p. 54)³⁶, “uma parte importante do trabalho de um engenheiro de modelo – na verdade, a parte mais importante – seria a de justificar sua partida da similaridade geral ou aplicar as correções teóricas para compensar os possíveis desvios”. Certo é que o uso de modelos era substancial para a posterior aplicação prática da teoria. O engenheiro teria de checar constantemente situações experimentais para o entendimento de como as situações modeladas representariam a grande escala de estados de coisas que os modelos previamente deveriam representar. Isso envolvia o que em engenharia como um todo, não somente em engenharia aeronáutica, era conhecido como raciocínio dimensional: cientistas/engenheiros trabalhavam com problemas que povoavam seu imaginário, e o raciocínio dimensional podia antecipar o modo concreto das relações entre diferentes situações experimentais (ou de estados de coisas e seus modelos). Uma situação experimental em túnel de vento, por exemplo, deveria refletir as condições de um avião realmente voando. Foi assim que a hélice patenteada por Wittgenstein “foi construída e testada em um vagão de trem aberto” (GOLDSTEIN, 1972, p. 271)³⁷.

Segundo Hamilton (2001)³⁸, Wittgenstein envolveu-se de maneira inovadora no trabalho de melhoria da eficiência de hélices de aeronave de motor a combustão interna, por muito tempo o único meio de propulsão aérea. E foi justamente este

³⁶ LANGHAAR, Henry. *Dimensional Analysis and Theory of Models*. New York: John Wiley and Sons, 1951.

³⁷ GOLDSTEIN, R. L. Wittgenstein's Philosophy of Mathematics. In: *Ludwig Wittgenstein, Philosophy and Language*. Edited by Alice Ambrose and Morris Lazerowitz. London: George Allen and Unwin Ltd., 1972.

³⁸ HAMILTON, Kelly Ann. Some Philosophical Consequences of Wittgenstein's Aeronautical Research. *Perspectives on Science*. Cambridge: MIT press, vol. 9, n. 1, spr. 2001. p. 1-37.

trabalho o rito de passagem dos problemas matemáticos envolvendo desenhos de hélices aos fundamentos da matemática e, conseqüentemente, à filosofia, segundo atesta Malcolm (1984, p. 5):

Durante aqueles anos ele estava ocupado com pesquisa em aeronáutica. De suas pipas experimentais ele passou para a construção de uma hélice de reação a jato para aeronaves. Num primeiro momento, foi o motor que absorveu seu interesse, mas ele logo se concentrou no desenho de hélice, o qual era essencialmente uma tarefa matemática. Foi neste tempo que o interesse de Wittgenstein começou a mudar, primeiro, para a matemática pura, então, para dos fundamentos da matemática.

Mas, por que a hélice era um problema matemático que levou Wittgenstein a investigar os fundamentos da matemática? Ao desenho da hélice, enquanto modelo que deveria ser testado, não se poderia impor a similaridade matemática completa – pretendida por Wittgenstein, de acordo com seu amigo, o engenheiro William Eccles (MCGUINNEN, 1988) – mesmo porque similaridade completa não é necessária para reproduzir uma proveitosa situação experimental em um modelo. Algumas variáveis, por influências secundárias, podem se desviar do valor apropriado³⁹. Mas, a questão do desenho do modelo da hélice e suas implicações matemáticas servem aqui apenas para introduzir uma questão mais ampla a respeito do uso e da efetividade dos modelos nas ciências dos fins do século XIX e início do século XX. Os *modelos* ali produzidos são *Bilder* dos fatos da realidade: esquemas cognitivos da representação do mundo. E *Bilder* é o mesmo termo utilizado por Wittgenstein quando diz no *Tractatus* (2.1) que “figuramos fatos para nós mesmos” (*Wir machen uns Bilder der Tatsachen*). Este termo, que no alemão significa modelo, geralmente é traduzido pelo relativo termo inglês *Picture*, que significa figura⁴⁰. Se se pensa o termo a partir do seu sentido original, o aforismo do *Tractatus* poderia ser traduzido por: “fazemos para nós modelos de fatos”. E fazemos modelos para, assim como na mecânica, representar o mundo.

³⁹ Mesmo assim, a patente da hélice foi solicitada em novembro de 1910 e foi aceita em agosto de 1911 (HAMILTON, 2001).

⁴⁰ “Wittgenstein usou a palavra alemã *Bild* para falar acerca do modelo, um termo usualmente traduzido como ‘figura’; como resultado, a teoria do significado inspirada por ele é conhecida como teoria da figura. Enquanto ambas as palavras suportar tais modelos como imagens, quadros de filme, desenhado e pintado, a idéia de modelo tridimensional é mais facilmente comunicada pelo alemão *Bilder* que pelo inglês *Picture*. Por isso, seguirei o uso estabelecido e não falarei da ‘teoria do modelo do significado’ de Wittgenstein, mas é importante não ser induzido: a teoria envolve generalização de que modelos, figuras e coisas do gênero, que supostamente têm algo em comum e que trata de figuras bidimensionais, deve ser vista apenas como um tipo de *Bild*”. (STERN, 1995, p. 35)

Como foi visto, apesar da falta de clareza de Wittgenstein em reconhecer seus débitos intelectuais, Hertz é um dos poucos inclusos em sua lista de influências. Seu pensamento foi um daqueles que Wittgenstein se apoderou “de forma imediata com uma urgente paixão para o trabalho de clarificação” (MCGUINNES, 1988, p. 84). Se assim o foi, fica a seguinte questão para os intérpretes do seu pensamento: o que Wittgenstein encontrou no trabalho de Hertz que constituiu seu desenvolvimento filosófico tardio? Que linha de pensamento encontrou em *Os Princípios da Mecânica*, obra diretamente citada no *Tractatus*, de que se “apoderou com uma urgente paixão para o trabalho de clarificação”? Pode-se dizer que uma das coisas foi o caráter das teorias científicas como *Bilder* dos objetos dados à experiência, sendo essa a origem da concepção wittgensteiniana da proposição como *Bild* dos fatos. Também se pode afirmar que o entendimento desse tipo de representação só é possibilitado a partir do entendimento de como o mundo se constitui a partir dos seus elementos mais básicos, que representam os constituintes últimos da realidade por meio de uma relação projetiva. Portanto, a influência de Hertz sobre Wittgenstein fundamenta-se na representação dos objetos e na figuração do mundo. E mais do que isso, segundo Marques (1995, p. 113)⁴¹:

Sem incorrer em exagero, pode-se dizer que a delimitação da esfera do dizível que Wittgenstein realizou no *Tractatus* foi resultado direto de uma extensão para a linguagem como um todo do procedimento empregado por Hertz para a delimitação do domínio da mecânica.

Para verificar como essa influência se dá, deve-se também entender o caráter terapêutico tanto da mecânica de Hertz como da teoria da linguagem de Wittgenstein: ambos pretendiam a eliminação dos pseudoproblemas no interior de seus campos de atuação. No caso de Hertz, dos problemas filosóficos no interior das teorias físicas que são fomentados pelo uso comum de pseudoconceitos. No caso de Wittgenstein, da eliminação de questões que surgem do mau-uso do simbolismo. E parece ter sido justamente uma passagem de *Os Princípios Mecânica* de Hertz a respeito dessa questão que ecoou por toda a vida no imaginário de Wittgenstein. Afirma Hertz: “quando essas incômodas contradições são removidas, a questão a respeito da natureza da força não será respondida; mas nossas mentes, não mais

⁴¹ MARQUES, José Oscar de Almeida. Espaço e tempo no *Tractatus* de Wittgenstein. *Anais do VIII Colóquio de História da Ciência*. Campinas: CLE-Unicamp, 1995. (Coleção CLE, 15)

perturbadas, cessarão de se colocar questões ilegítimas” (HERTZ, 1956, p. 7). Assumindo-a de outra forma, ela aparece no *Tractatus* quando Wittgenstein declara: “sentimos que, mesmo que todas as questões científicas *possíveis* tenham obtido resposta, nossos problemas de vida não terão sido sequer tocados. É certo que não restará, nesse caso, mais nenhuma questão; e a resposta é precisamente essa” (TLP, 6.52). A insatisfação de Hertz com a “obscuridade lógica” de alguns conceitos das mecânicas que o precederam conduziu-o à necessidade de clarificar a estrutura lógica da axiomatização da mecânica, onde consegue eliminar os conceitos de força e energia assim que o formalismo de sua teoria surge. Da mesma forma, Wittgenstein demonstra que os limites da linguagem poderiam ser internamente apresentados na medida em que o simbolismo excluísse as pseudoquestões: uma vez que esses limites estivessem compreendidos, estaria afastada a tentação de formular enunciados pretensamente significativos em domínios que se reconhecerão como estando fora da esfera do dizível, o que, para o *Tractatus*, inclui não apenas os domínios que envolvem valores éticos, estéticos e religiosos, como também os campos tradicionais de investigação da lógica, das teorias do significado e da própria filosofia (MARQUES, 1995). Nesse sentido, ambas as teorias têm um caráter terapêutico⁴². E o que isso tem a ver com a noção de representação desses autores?

Na Introdução aos *Princípios da Mecânica*, Hertz apresenta suas ideias sobre modelos ou imagens, esclarecendo que “nós formamos para nós mesmos imagens ou símbolos de objetos externos; de tal modo que as consequências necessárias das imagens no pensamento são sempre as imagens das consequências necessárias na natureza das coisas retratadas” (HERTZ, 1956, p. 1). Dessa forma, segundo Hertz, pode-se *prever os eventos futuros* e conferir a validade dessas imagens. Elas não retratam as *coisas em si mesmas*, mas retratam determinadas *estruturas* das coisas, ou seja, o arranjo das coisas. Elas são nossas concepções das coisas; e a conformidade delas com a natureza esgota-se na adequação ao que delas é requisitado no processo anteriormente descrito.

Foi dito que na época de Hertz o conceito de representação estava em voga. A obra *Os Princípios da Mecânica*, por exemplo, aponta para a realidade da

⁴² “No jeito que faço filosofia, toda a tarefa encontra-se em organizar as proposições de uma tal maneira que os problemas ou inseguranças convincentes desaparecem (Hertz)” (*The Big Typescript*, 1933, p. 421).

representação no interior das teorias científicas: sua forma, conteúdo e finalidade. Foi dito que Hertz utiliza-se do termo *representação* enquanto *Darstellung*; um termo que *não* quer significar uma *representação* como reprodução de impressões sensoriais, e sim como “esquemas cognitivos”, “fórmulas”, “modelos” – *Darstellung* qualifica uma *representação* científica enquanto tal, como, por exemplo, a *representação* gráfica tal qual a utilizada em física. Emprega também o termo *Bild*, que em alemão significa literalmente “quadro” ou “imagem”, segundo Hertz, “imagens produzidas por nossa mente e necessariamente afetadas pelas características de seu modo de *representação* (portrayal)” (HERTZ, 1956, p. 2). Com essa mesma conotação o termo *Bild* é utilizado no *Tractatus* nos aforismos que tratam da teoria da *figuração*. *Representação* e *figuração* são, portanto, termos comuns entre estes autores que apontam para uma mesma realidade, a saber, a de que “figuramos fatos” (TLP, 2.1). Mas, como se originou esta concepção em Wittgenstein?

No contexto daquela afirmação de que o seu trabalho “projetara-se dos fundamentos da lógica para a natureza do mundo” (*Notebooks*, 02/08/1916), Wittgenstein manifestava maior preocupação em perseguir o ideal de análise lógica completa, e ainda não tinha convicção de que a *figuração* era completamente possível. Muitas inquietações surgem naquele período: “a dificuldade da minha teoria da *figuração* lógica era encontrar uma conexão entre os sinais no papel e um estado de coisas lá fora no mundo. Eu disse sempre que a verdade é uma relação entre a proposição e o fato, mas nunca consegui descobrir tal relação” (*Notebooks*, 27/10/14). Um dia depois, não se sabe se por inspiração hertziana, ele já possuía uma resposta para a questão: “A *relação interna* entre a proposição e a sua referência – o modo de designação – é o *sistema de coordenadas* que figura o fato na proposição. A *proposição corresponde às coordenadas fundamentais*” (*Notebooks*, 28/10/14 – grifos nossos). “*Relação interna*”, “*sistema de coordenadas*”, “*coordenadas fundamentais*” são termos que fazem parte da mecânica de Hertz. Mas, como entender tal possível inspiração? Ou como sustentar afirmações acerca desta proximidade? Como foi dito anteriormente, para que se entendam as questões que habitavam a mente de Wittgenstein na época da redação do *Tractatus* que, como se sabe, foi fruto das reflexões dos tempos dos *Notebooks*, não se pode desmerecer sua biografia: trata-se de alguém vindo da engenharia mecânica, com leitura das questões com as quais a física se ocupava na época, e com um bom

conhecimento delas. Quanto à teoria da figuração, por exemplo, Griffin (1998, p. 140) esclarece que os principais expoentes que teriam influenciado Wittgenstein na formulação da teoria teriam sido os físicos Ludwig Boltzmann e, principalmente, Hertz. De que forma? Como sustentar essa inspiração? Onde está a aproximação?

Nos aforismos que tratam da teoria da figuração (2.1 - 3.5) Wittgenstein afirma: “figuramos os fatos” (TLP, 2.1) e “a figuração lógica dos fatos é o pensamento” (TLP, 3), isto é, “nós pensamos o mundo!”. E o que significa isso? Em que relação está o mundo e o pensar? Em que sentido a associação de objetividades reais corresponde a objetividades pensadas? Como pode ser pensada uma correspondência entre dois campos diversos? Para Wittgenstein, procurar resolver esse problema utilizando-se do conceito ingênuo de figuração, ou seja, pensar que existe uma correspondência “empírica” entre proposição e mundo, é um erro⁴³, pois as relações entre proposição e mundo não são objetais, mas de ordem lógica.

Tal como Wittgenstein defende a ideia de que “figuramos fatos” (2.1), Hertz, na primeira página da introdução de *Os Princípios* escreve: “nós fazemos figuras ou símbolos dos objetos exteriores para nós mesmos (...)” e a “forma que damos a elas é tal que as consequências necessárias das imagens no pensamento são sempre as imagens das consequências necessárias na natureza das coisas retratadas” (HERTZ, 1956, p. 1). Ao que parece, segundo o que disse Hertz, deve existir certa conformidade entre a natureza e o nosso pensamento. Wittgenstein afirma algo muito parecido: que deve existir algo em comum entre figura e fato (TLP, 2.16; 2.161), deve existir conformidade porque os nossos nomes devem comportar-se como se comportam os objetos na natureza. E o que as representações devem partilhar com os seus fatos? Entre outras coisas, Wittgenstein afirma que a figura deve ter a mesma multiplicidade numérica do seu fato (TLP, 4.04). E Hertz postula que um sistema, que é o modelo de outro, deve satisfazer a condição “de que o número das coordenadas do primeiro sistema deva ser igual ao número do segundo” (HERTZ, 1956, p. 175). E que “se um sistema é o modelo de um segundo, então, inversamente, o segundo é um modelo do primeiro e se dois sistemas são modelos de um terceiro sistema, então cada um destes sistemas é, também, modelo do outro” (HERTZ, 1956, p. 175). Até os nossos pensamentos são representações, portanto, devem situar-se nesta relação interna: “a relação entre um modelo

⁴³ Nesse sentido o erro de Russell teria sido, como vimos, tentar um conhecimento direto do objeto.

dinâmico e o sistema do qual ele é tomado como modelo é precisamente a mesma relação que se estabelece entre as imagens que a nossa mente forma das coisas, e as próprias coisas” (HERTZ, 1956, p. 177). Neste sistema, as coisas mais simples com que se tem de lidar nas representações ou modelos são, para Hertz, “as partículas materiais”. No caso de Wittgenstein, são os “objetos”. Os objetos são eternos (TLP, 2.027), eles não podem ser destruídos. Para Hertz seus pontos materiais são também “invariáveis e indestrutíveis” (HERTZ, 1956, p. 46). Um sistema é um agregado de pontos materiais; o mundo é, pelo menos em parte, um agregado de pontos materiais. Os modelos, as representações que fazemos do mundo, são construídos de um modo similar, a partir dos símbolos que representam estes pontos materiais. Mas, como a representação se daria na prática?

Para Hertz, a questão era simples e corriqueira em ciência. De acordo com o exposto acima, o cientista é capaz de construir imagens que lhe permitem levar a cabo a tarefa da física – compreendida em prever os fenômenos –, em virtude de certa conformidade entre “as imagens que a nossa mente forma das coisas” e “as próprias coisas”. Segundo ele, pode-se dar conta da conformidade entre mente e natureza caso se admita que a primeira tenha a capacidade de construir verdadeiros modelos dinâmicos das coisas e trabalhar com eles (HERTZ, 1956, § 428). Sendo assim, estes modelos justificariam a conformidade entre o espírito e a natureza, que por sua vez, endossaria a imagem (representação) como forma do conhecimento da natureza. É nesse sentido que o modelo antecede a imagem. E o que isso significa?

Na introdução da obra, Hertz faz uma alusão aos modelos para explicar as imagens. Imagens e modelos gozam de uma relação de primitividade recíproca. A relação do modelo para com a natureza é a mesma que a relação das imagens construídas por nós mesmos para com as coisas das quais elas são imagens (HERTZ, 1956, § 428); e deste modo dava-se a representação: “partindo-se de uma imagem inicial e realizando-se um desenvolvimento segundo as leis do pensamento, chegava-se a um resultado que era de novo imagem do desenvolvimento natural das coisas imaginadas” (COELHO, 2007, p. 249). Em suma, as imagens são resultados das caracterizações dos objetos externos, é a forma de conhecimento da natureza. São realizadas de um determinado modo, como aquelas efetuadas em função dos parâmetros de espaço, tempo e massa. Jogando com estas caracterizações dos objetos, tenta-se desenvolver uma construção que seja logicamente aceitável e que conduza a previsões válidas, isto é, que seja

representação do sistema natural. Dessa maneira, entende-se que tal como o modelo está para o sistema natural, a imagem (ou representação) está para o fenômeno: há correspondência entre as consequências lógicas da imagem e as consequências naturais dos objetos considerados. Em resumo, fazemos figuras ou símbolos dos objetos exteriores para nós mesmos (caracterizamos os objetos segundo nossas próprias perspectivas) e a forma que damos a elas (nós jogamos com suas caracterizações) é tal que as consequências necessárias das imagens no pensamento (os resultados lógicos de nossa construção) são sempre as imagens das consequências necessárias na natureza das coisas retratadas (constituam previsões válidas, isto é, sejam conformes com o desenvolvimento natural dos objetos inicialmente considerados) (COELHO, 2007). Certo é que o modelo servirá como uma situação experimental, montada para teste; e para um sistema natural são possíveis infinitos modelos (HERTZ, 1956, § 421). No entanto,

como os modelos são construídos para fenômenos que não são completamente observáveis, segue-se, que se se tirarem conclusões sobre o fenômeno a partir do modelo, sem qualquer restrição, se poderá chegar a resultados incompatíveis entre si. Isto justifica que seja delimitada a validade científica dos modelos, o que é realizado nos seguintes termos. Não podemos saber, diz Hertz, se os sistemas construídos são conformes com os sistemas naturais, senão que aqueles são modelos destes. Ora, os modelos são modelos *dinâmicos* dos sistemas naturais. Logo, os mecanismos construídos representam sistemas naturais apenas *dinamicamente*. Conclusão, os movimentos dos modelos representam os movimentos dos sistemas, mas a configuração do modelo, como o número de massas, ligações entre elas, etc., não são de supor do sistema natural. (COELHO, 2007, p. 251)

Mesmo que Hertz não tenha afirmado a necessidade de um isomorfismo absoluto entre os elementos do modelo e os da realidade modelada, como se viu no capítulo anterior, reduzindo a representação aos sistemas naturais apenas do ponto de vista dinâmico, a ideia do uso do modelo e da situação montada para teste é a que se mantém em Wittgenstein. No entanto, se a noção de *tradução* mantém-se em Wittgenstein, o mesmo não se pode dizer da noção hertziana de *retroversão*. Nas palavras de Hertz,

elas (as três regras aplicada ao espaço, tempo e massa do Livro II) apresentam um pouco as leis de transformação por meio da qual traduzimos a experiência externa, *i. e.*, sensações e percepções concretas, para a linguagem simbólica das imagens que delas formamos (*vide*

Introdução) e, por que, *inversamente*, as conseqüentes necessárias dessas imagens são novamente designadas para o domínio das possíveis percepções sensíveis. Assim, somente através dessas três regras pode os símbolos tempo, espaço e massa tornarem-se partes de nossas imagens dos objetos externos. Mais uma vez, apenas por estas três regras estão sujeitas as novas exigências que são necessárias ao nosso pensamento. (HERTZ, 1956, p. 41 – grifos e acréscimos nossos)

Se em Hertz está pressuposto que tanto a tradução quanto a retroversão são possíveis, em Wittgenstein não se vê o mesmo, pois inversamente ao fato de que a proposição figura o mundo, o mundo não é figura da proposição – pelo menos isso não está claro em seu pensamento.

Depois de apontar sua dificuldade em encontrar uma “conexão entre os sinais no papel e um estado de coisas lá fora no mundo” (*Notebooks*, 27/10/14), Wittgenstein disserta sobre o que seria a natureza da proposição:

O conceito geral de proposição traz também consigo um conceito muito geral da coordenação de proposição e fato: a solução de todas as minhas questões tem de ser *extremamente* simples!

Na proposição constitui-se **experimentalmente um mundo**. [Como quando na sala de audiências em Paris se representa com bonecos um acidente automobilístico, etc.]⁴⁴.

Isto tem de resultar imediatamente (se eu não tivesse cego) na essência da verdade. (*Notebooks*, 29/09/1914 – grifos nossos)

As questões centrais aqui apresentadas são as de que proposições funcionam como modelos experimentais, e isso ilustra “o conceito geral de proposição” que “traz consigo um conceito muito geral de coordenação de proposição e fatos”. E este conceito “tem de resultar imediatamente na essência da verdade”. E mais, “na proposição constitui-se experimentalmente um mundo”. Mas, o que significa “constituir-se experimentalmente um mundo”?

No *Tractatus* Wittgenstein retoma esta mesma questão:

⁴⁴ Esta observação refere-se a um acontecimento que Wittgenstein narrou, mais tarde, a vários de seus amigos. Seu amigo e executor literário professor Georg von Wright conta a história que Wittgenstein lhe descreveu:

“Era outono de 1914 na frente leste. Wittgenstein estava lendo uma revista acerca de um processo em Paris a respeito de um acidente automobilístico. No julgamento, um modelo em miniatura do acidente foi apresentado ante ao tribunal. O modelo aqui servia com uma proposição, que é como uma descrição de um possível estado de coisas. Tinha esta função por causa de uma correspondência entre as partes do modelo (a miniatura das casas, dos carros, das pessoas) e as coisas (casas, carros, pessoas) na realidade. Ocorreu agora para Wittgenstein que alguém pode inverter a analogia e dizer que a proposição serve como um modelo ou figura, em virtude de uma correspondência similar entre estas partes e o mundo”. (MALCOLM, 1984, p. 8)

4.031 – Na proposição, uma situação é como que **montada para teste**. Pode-se dizer sem rodeios: esta proposição representa tal e tal situação – ao invés de: esta proposição tem tal e tal sentido.

4.0311 – Um nome toma o lugar de uma coisa, um outro, o de uma outra coisa, e estão ligados entre si, e assim o todo representa – **como um quadro vivo** – o estado de coisas. (grifos nossos)

Uma situação “montada para teste” que funciona como um “quadro vivo”, em mecânica, por exemplo, sugere que se pense que isso é possível caso haja conexões regulares. Wittgenstein, utilizando-se da terminologia de Hertz assegura que “só são pensáveis conexões regulares” (TLP 6.361)⁴⁵ (*Nur gesetzmäßige Zusammenhänge sind denkbar*). O que Hertz entende por “conexão regular” (*gesetzmäßige Zusammenhänge*) é um tipo de conexão em um sistema livre, sujeito apenas a ligações internas e que não varia com o tempo (HERTZ, 1956, § 119), isto é, “um sistema constituído por um conjunto de pontos. Se os pontos estão ligados entre si e as ligações não variam – os pontos mantêm a mesma distância relativa – a conexão diz-se regular” (COELHO, 2007, p. 268). Partindo do sistema global livre, para o qual vale sua lei fundamental⁴⁶, Hertz imagina conexões regulares entre os subsistemas e expressa-as matematicamente. Em uma situação montada experimentalmente como um modelo de um sistema natural deve existir, além das conexões, a mesma variedade (multiplicidade) dinâmica entre o sistema natural e o modelo, e é em relação ao movimento que um sistema representa o outro. E “se um sistema é o modelo de um segundo, então, inversamente, o segundo é um modelo do primeiro e se dois sistemas são modelos de um terceiro sistema, então cada um destes sistemas é, também, modelo do outro” (HERTZ, 1956, p. 175). Isso sugere um paralelo com o *Tractatus*: a proposição e a situação têm que possuir a mesma variedade lógica, tal como o modelo e o sistema natural têm de possuir a mesma variedade dinâmica – “o número das coordenadas do primeiro sistema deve ser igual ao número do segundo” (HERTZ, 1956, p. 175).

Wittgenstein não mantém a noção supramencionada de invariabilidade geométrica de um sistema, visto que se pode imaginar novos arranjos dos

⁴⁵ Segundo a tradução em língua portuguesa feita por Santos (2001, p. 271) este o aforismo do *Tractatus* foi traduzido por: “Na terminologia de Hertz, poder-se-ia dizer: apenas conexões *que se conformam a leis são pensáveis*”.

⁴⁶ “Todo sistema livre persiste em seu estado de repouso ou de movimento uniforme na trajetória a mais retilínea” (HERTZ, 1956, p. 144).

elementos simples (o modelo pode variar e não o objeto em si). Por outro lado, a noção da ligação de partícula material, constituinte do ponto material, que forma o sistema e deve representar algo, é mantida no *Tractatus*. E a mesma ascensão cujo ponto de partida é um componente elementar, também atômico, reproduz-se em Wittgenstein. Seu modelo encaminha-se do objeto ao estado de coisa e, deste, ao mundo (cuja contraface linguística segue-se do nome à proposição e, desta, à completude da linguagem). Isso tem um reflexo direto sobre o entendimento do sentido linguístico – que não precisa ser explicado (TLP, 4.02): os sinais simples (os nomes) possuem significado e este precisa ser explicado para ser conhecido (TLP, 4.026); no caso do sinal proposicional, este possui sentido e nós o entendemos sem que ele nos tenha sido explicado (TLP, 4.02). Isso porque o sinal proposicional é um fato e “só fatos podem exprimir um sentido, uma classe de nomes não pode” (TLP, 3.14)⁴⁷. A proposição descreve determinado fato sem nomeá-lo, pois “situações podem ser descritas, não nomeadas” (TLP, 3.144). A única maneira de entender o sentido de uma proposição é compreender suas partes constituintes (TLP, 4.024) e conhecer a situação que ela representa (TLP, 4.021). E, completando a inspiração hertziana, pode-se dizer: “nomes são como **pontos**, proposições como **flechas**, elas têm sentido” (TLP, 3.144 – grifos nossos) – os pontos (ou objetos) são as partículas materiais e as flechas (ou o mundo) são os sistemas. Falta, portanto, tratar sobre como se deve dar a relação projetiva entre os dois domínios distintos. Partindo dos componentes ontológicos⁴⁸ apresentados acima, como pensar em um método de projeção?

Viu-se no capítulo anterior que David Hyder, em seu livro *A Mecânica do Sentido* (2002), insistia que a noção de espaço lógico do *Tractatus* era tributária (por meio de Hertz) da fisiologia do sentido de Helmholtz, cuja noção de espaço era a de um espaço n -dimensional. Mostrou-se também que tal concepção, por tudo que a ela subjaz, não representa nem mesmo a noção de Hertz, quiçá a de Wittgenstein⁴⁹.

⁴⁷ Assim como Frege, Wittgenstein postula que a unidade linguística dotada de sentido é a proposição e não o nome.

⁴⁸ Os quais Hertz tratou como metodológicos.

⁴⁹ A noção de espaço lógico em Wittgenstein está diretamente ligada à questão do espaço da representação – uma clara herança de Frege e Russell. O espaço lógico é o espaço do cálculo proposicional no qual vigoram as possibilidades figurativas. É ele que possibilita a visualização de todas as ocorrências de fatos que são passíveis ao cálculo por meio da operação ostensiva pela fórmula $N()$ (número de valores verdade possíveis - V ou F - elevado ao número de proposições elementares) – “A operação é a expressão de uma relação entre as estruturas de seu resultado e de suas bases” (TLP, 5.22). Tal fórmula permite identificar tautologias (que deixam todo o infinito espaço lógico), as contradições (que preenchem todo o espaço lógico), as proposições da ciência (que são

No caso específico do espaço tal como entendido em *Os Princípios da Mecânica*, observou-se que se tratava do espaço de nossa representação (HERTZ, 1956, p. 45) e, sendo assim, era concebido como o espaço euclidiano tridimensional⁵⁰ – com todas as propriedades geométricas que lhe atribuía a geometria euclidiana. Evidenciou-se ainda que, desde o início, Hertz fez notar ao leitor que mesmo sendo possível uma interpretação *n*-dimensional da mecânica, ele não a faria; e alerta: “nenhum uso será feito desta observação, mas a investigação irá se referir, como afirmado no início, simplesmente ao espaço da geometria euclidiana” (HERTZ, 1956, § 26). A noção de “espaço de nossa representação” em Hertz é aquela que comporta o termo *Bild* e tal termo tem um constituído senso tridimensional. Essa noção é importante para o entendimento da concepção de Wittgenstein de como a linguagem modela a realidade no *Tractatus*: com *Bilder* representam-se as relações mantidas entre os objetos e o mundo e “a idéia do modelo tridimensional é mais facilmente comunicada pelo alemão *Bilder* que o inglês *Picture*” (STERN, 1995, p. 35).

No caso do desenho descritivo, por exemplo, uma figura tridimensional (que possui comprimento, altura e largura) é projetada em um plano bidimensional (que tem somente comprimento e largura, mas não espessura), tal como a janela de Alberti na “descoberta” renascentista da perspectiva linear (HAMILTON, 2001a *apud* NORDMANN, 2003)⁵¹. Desse modo, um corpo representado no espaço era definido por uma teoria espacial da seguinte maneira: suponha-se que os eixos espaciais de referência sejam comprimento, altura e largura; estes três eixos possibilitavam não só a representação de um corpo “*x*”, mas também a representação de todos e quaisquer corpos que estivessem internos ao espaço delimitado pelos princípios do espaço tridimensional. Da mesma forma, uma representação (*Darstellung*) de um corpo no espaço e no tempo só era possível dentro dos limites de uma teoria espaço-temporal, o que significa que além dos três eixos espaciais também haveria

contingentes) e os contra-sensos (que estão para além do espaço lógico) e isso se dá pela aplicação da operação às diversas proposições moleculares: $(p \rightarrow q \cdot q \rightarrow p)$, $(\sim(p \cdot q))$, $(q \rightarrow p)$, $(p \rightarrow q)$, $(p \vee q)$, $(\sim q)$, $(\sim p)$, $(p \cdot \sim q \vee q \cdot \sim p)$, $(p \leftrightarrow q)$, etc. Afirmar que todas as proposições são o resultado da operação $N(\)$ sinaliza que o espaço lógico é *a priori*, visto que a possibilidade de figurar um fato está assegurada de uma só vez antes de qualquer configuração de estados de coisas que existam na realidade; mas isso não será aprofundado neste trabalho, dado os seus objetivos específicos.

⁵⁰ “Sabemos por experiência que nunca seremos levados à contradições quando aplicarmos todos os resultados da geometria euclidiana ao espaço das relações determinado nessa forma” (HERTZ, 1956, § 299).

⁵¹ NORDMANN, Alfred. Another New Wittgenstein: the Scientific and Engineering Background of the *Tractatus*. *Perspectives on Science*. Cambridge: MIT. vol. 10, n. 03, 2003. p. 356-384.

um quarto eixo referente ao tempo. Como estas regras de projeção tornaram-se um padrão uniforme da representação pictorial em ciências, elas eram substanciais em muitos aspectos; não apenas foram descobertas, como também necessitavam ser aprendidas e se tornaram matéria sujeita a muitos debates. E Hertz e Wittgenstein, familiarizados com a ciência de sua época, utilizaram-nas.

Como notado anteriormente, a percepção de Wittgenstein sobre como uma proposição modela um estado de coisas no mundo real veio relacionada com um concreto modelo tridimensional⁵²: “Na proposição, o mundo é colocado experimentalmente. (Como quando na corte em Paris um acidente de carro foi representado por bonecos, etc.)” (*Notebooks*, 29/09/1914 – grifos nossos). “O acidente de carro representado por bonecos” é justamente um modelo tridimensional. E como se dá o seu método de projeção? Segundo Wittgenstein, “o método de projeção é pensar o sentido da proposição” (TLP, 3.11). O que *não* significa ter uma intuição sensível a respeito do sentido da proposição, ou mesmo uma relação de familiaridade (*acquaintance*) com ela, tal como pretendia a posição empirista de Russell. Como também não se trata aqui de uma abordagem psicológica de como os usuários da linguagem chegam a conhecer o significado dos signos linguísticos nos moldes de qualquer teoria do juízo. O *Tractatus* parece não estabelecer nenhum discurso acerca do ato psicológico do conhecer ou da introdução do pensamento como algo que estabelece a conexão entre os elementos do signo proposicional e os aspectos da realidade a que eles se referem – não há nenhum discurso sobre os fundamentos epistemológicos da linguagem, no qual pensar o objeto seria identificá-lo com algo tangível. Em vez disso, o *Tractatus* funda-se numa intuição *sub specie aeterni*, na qual no lugar do discurso a respeito de qualquer realidade empírica tem-se uma vigorosa metafísica inteiramente fundamentada na noção de propriedades e de relações internas – e é por isso que as observações de cunho ontológico no início do *Tractatus*, antes de constituírem apenas um material introdutório destinado a ser superado no restante do livro, é parte integrante do sistema como um todo. A conexão entre os elementos da ontologia da obra só se torna significativa pela *conexão simbólica* que eles mantêm com as coisas existentes distintas deles mesmos. Como em Hertz, a conformidade só se dá nas “pontas” e não se sabe se há nos processos – “Apenas os pontos mais

⁵² Trata-se de uma geometria descritiva em que objetos de três dimensões (o modelo) são representados em um plano bidimensional (a proposição sobre um plano – um papel, por exemplo).

extremos das marcas da régua *tocam* o objeto a ser medido” (TLP 2.15121). Tais conexões constituem as ditas *relações projetivas* entre linguagem e mundo. Sendo assim, ao invés de se pensar em um eu empírico responsável pela projeção, em seu lugar entra um eu transcendental (metafísico). Nas palavras de Engelmänn: “a pura e perfeitamente exata representação científica fornece como se fosse a primeira figura objetiva. O segundo passo é coordenar esta figura com o até então sujeito omitido” (o eu transcendental).

E como relacionar sujeito transcendental, mundo, fatos e pensamento? Em linhas gerais, a ideia do sujeito transcendental se baseia numa intuição schopenhaueriana fundamental: o mundo só pode ser representação se ele se apresenta como um objeto espaço-temporal submetido a relações causais a mim enquanto sujeito transcendental fora do espaço-tempo e das relações causais. Sujeito transcendental e mundo são duas faces da mesma moeda, a saber, a vontade (em Schopenhauer) enquanto princípio do qual tudo provém. Dessa forma, no ato da figuração, o sentido se processa quando eu, enquanto sujeito transcendental, projeto nomes sobre os objetos, dotando os sinais de sentido e promovendo a “coordenação de fatos por meio da coordenação de seus objetos” (TLP, 5.542).

EU que é produtor de todo e qualquer sentido dessa linguagem que só EU entendo e que ninguém mais poderia entender. EU sou a fonte única e sem contraste de **todos** os sentidos. Só EU posso dotar sinais (em si mesmos mortos) de sentido, e isto inclui tanto as sentenças que eu ouço, quanto as sentenças que eu pronuncio, ou apenas imagino. Meu corpo certamente não está sozinho no mundo. EU, no entanto, estou logicamente sozinho, condenado a viver trancado fora desse mundo pelo qual meu corpo passeia. (CUTER, 2000, p. 66)⁵³

É pelo “método de projeção”, quando se pensa no “sentido da proposição” (TLP, 3.11), que se entende o isomorfismo entre linguagem e realidade. Nomes e objetos nomeados devem possuir a mesma “multiplicidade lógica”, devem possuir possibilidades e impossibilidades combinatórias capazes de instaurar uma relação de isomorfismo entre os dois domínios. Tal isomorfismo consiste na existência de “lugares sintáticos” no sistema abstrato da linguagem que correspondem univocamente às posições ocupadas pelos objetos no espaço lógico e suas

⁵³ CUTER, J. V. Gallerani. “‘p’ diz p”. *Cadernos Wittgenstein*. São Paulo: Depto. de Filosofia – USP, nº 1, 2000. pp. 65-66.

possíveis combinações. É aqui o ponto de partida para o uso que Wittgenstein faz das sintaxes de Frege e Russell e que, dados os limites deste trabalho, não avançaremos nelas.

3.5 Hertz e a Filosofia da Ciência do *Tractatus* de Wittgenstein

Quem lê o *Tractatus* e encontra ao seu final, especificamente a partir do aforismo 6.3, comentários acerca das ciências naturais, tem a impressão (pela própria organização “crescente” de seus aforismos) que aqueles comentários são uma espécie de anexo e aparecem ali como consequência de suas reflexões a respeito da lógica e da matemática. Mas, observadas as reais intenções de Wittgenstein, de alguém que saiu da engenharia em busca da fundamentação filosófica das ciências naturais, verifica-se que a realidade não é esta: os comentários a respeito das ciências naturais são parte integrante do seu projeto.

A teoria da figuração foi também parte integral da filosofia da ciência de Wittgenstein, advogada como uma tentativa de interpretar o difícil problema da relação entre teoria e natureza, enquanto evitava a disputa realista/antirrealista no interior de uma teoria científica. Que sua concepção de teoria científica, tratada como o único campo passível de proposições significativas, fosse bem sucedida, era o que se desejava – embora viesse como consequência infortunosa inspirar uma interpretação ontológica. Um modo de “desviar” de tal interpretação era enfatizar em seu sistema o caráter puramente representacional tal como o da teoria física, demonstrando sua independência dos fundamentos externos através de uma clara e simples representação⁵⁴, desse modo eximindo-se da confusão sobre o *status* dos elementos formais do sistema construído. É por isso que o objeto absolutamente simples do *Tractatus* além de indestrutível é também indescritível. Sua funcionalidade além de garantir a consistência formal do sistema, ainda tem como vantagem adicional, enquanto contraface ontológica da linguagem, garantir a determinabilidade do sentido linguístico – “o postulado da possibilidade dos sinais simples é o postulado do caráter determinado do sentido” (TLP, 3.23).

⁵⁴ “Mas quão singular: nos conhecidos teoremas da física matemática não aparecem nem coisas, nem funções, nem relações, nem sequer formas lógicas de objeto! Em vez de coisas, temos números, e as funções e as relações tornam-se, sem exceção, puramente matemáticas”. (*Notebooks*, 20/06/1915)

Para Wittgenstein a demanda do caráter representacional da ciência era preenchida pela mecânica de Hertz, a qual se tornou prototípica para a ciência no *Tractatus*. Na análise das proposições da ciência natural, a mecânica foi exemplar porque ela, de acordo com Wittgenstein, apresenta uma tentativa bem sucedida de fazer a descrição do mundo de uma forma singular: “a mecânica é *uma* tentativa de construir todas as proposições de que necessitamos para a descrição do mundo segundo *um* plano singular (As massas invisíveis de Hertz)” (*Notebooks*, 06/12/1914); e no mesmo sentido diz: “assim como se deve, com o sistema numérico, poder escrever qualquer número, deve-se, com o sistema da mecânica, poder escrever qualquer proposição da física” (TLP, 6.341).

De acordo com o entendimento de Wittgenstein no *Tractatus*, o sistema de massas ocultas de Hertz fez uma representação coerente da mecânica, mas também demonstrou a geral e abstrata interpretação do *status* de uma teoria filosófica: “não podemos esquecer que a descrição do mundo por meio da mecânica é sempre completamente geral. Nela, *nunca* se trata de falar, p. ex., de pontos materiais *determinados*, mas sempre e somente de pontos materiais *quaisquer*” (TLP, 6.3432), e, em seu *Notebooks* (06/12/1914): “as massas invisíveis de Hertz são, *segundo ele próprio confessou*, pseudo-objetos”. Assim, uma boa representação teórica igual à mecânica, implicando “pseudo-objetos” como parte constitutiva, mostra sua generalidade, formalidade e independência do sistema; e este deveria ser o caso para qualquer representação das ciências naturais, independente de como pudessem aparecer. Mas, qual seria o papel de Hertz na relação entre a teoria da figuração em Wittgenstein e sua ideia de imagem? Para tal questão, duas respostas são possíveis: da mesma forma que se pode identificar em Hertz uma afinidade entre o conceito de imagem e o de sistema e entre o conceito de imagem e o de modelo, também se pode em Wittgenstein – num primeiro momento ele trata das teorias científicas como imagens/sistemas (a partir da metáfora da rede) e, num segundo momento, a partir da noção de modelos, portanto, de seus métodos.

Começando pela primeira afinidade (imagem/sistema), considerou-se no capítulo anterior que, seguindo uma tendência da física teórica de seu tempo, Hertz utilizava-se de modelos matemáticos e conceitos físicos junto com técnicas de dedução como a lógica e a análise crítica, com o objetivo de explicar e prever os fenômenos físicos de modo racional. Em termos gerais, seu objetivo era representar

as relações naturais entre as “três concepções fundamentais independentes, ou seja, tempo, espaço e massa” (HERTZ, 1956, p. 24), eximindo-se dos fundamentos da mecânica, postulações sobre as coisas em si mesmas e evitando no interior da mecânica o uso dos pseudoconceitos. Para isso, tenta estabelecer a mensuração de um sistema sem referência a qualquer outro, somente medindo-lhes relativamente um ao outro por meio de sistemas de coordenadas: “é matematicamente possível formular qualquer equação finita ou diferencial entre coordenadas e exigir que ela seja satisfeita” (HERTZ, 1956, p. 11). O conceito de “massa”, por exemplo, passa a ser entendido a partir da associação de partículas em uma espécie de sistema de coordenadas⁵⁵. Interpretada como definição de massa *a priori* no Livro I, mas a cuja remissão é feita no Livro II, pode-se dizer que se pode escolher certa área de pontos no espaço, definida por um jogo de coordenadas, e usar como unidade de medida, a fim de definir a massa de algum outro jogo de pontos do espaço. Até a introdução das “massas ocultas”, das quais, pressupostamente, emergiriam uma conotação de tese ontológica no sistema hertziano, serve-lhe muito mais como uma exigência metodológica, a saber, a de “predeterminar os movimentos das massas visíveis do sistema, ou as mudanças de suas *coordenadas* visíveis, não obstante nossa ignorância sobre as posições das massas ocultas” (HERTZ, 1956, p. 224 – grifos nossos). Portanto, a mecânica de Hertz funciona como uma espécie de sistema geométrico de coordenadas⁵⁶, no qual as localizações são definidas por meio de um plano que permite estabelecer a mensuração de um sistema *sem referência a qualquer outro*. Mas, esclarece-se: aqui a afinidade hertziana não é propriamente com a de imagem/sistema (de que são possíveis diversas imagens/sistemas diferentes na mecânica), e sim com imagem/modelo, visto como um método de medição.

Wittgenstein parece, então, usar desta mesma imagem para arquitetar um “método” e definir uma configuração, descrevendo-a completamente por meio de uma determinada rede de malhas de uma determinada finura (TLP, 6.342). É aqui que ocorre a afinidade de sua noção de teorias científicas com imagens ou sistemas

⁵⁵ “O número de partículas materiais em qualquer espaço, comparado com o número de partículas materiais em algum espaço escolhido em um momento fixo, é chamado de a massa contida no primeiro espaço” (HERTZ, 1956, p. 46).

⁵⁶ “Um sistema de coordenadas é, sem dúvida, uma importante peça de simbolismo nas ciências. Aqui é utilizado para descrever o movimento de um corpo. Também pode descrever, por hipótese, a relação entre a massa e o volume. Em escalas unidimensionais as temperaturas também podem ser expostas dessa forma”. (GRIFFIN, 1998, p. 148)

que, enquanto constituintes da linguagem por meio de suas proposições, também figuram o mundo:

Concebamos uma superfície branca sobre a qual houvesse manchas pretas irregulares. Dizemos, então: qualquer que seja a configuração que disso possa resultar, sempre poderei aproximar-me o quanto quiser de sua descrição recobrando a superfície com uma rede quadriculada de malhas convenientemente finas e dizendo, a respeito de cada quadrado, se é branco ou preto. Terei posto assim a descrição da superfície numa forma unitária [...]. (TLP, 6.341)

“A rede, contudo, é *puramente* geométrica, todas as suas propriedades podem ser especificadas *a priori*” (TLP, 6.35). E o que é certo *a priori* é puramente lógico (TLP, 6.3211).

A antiga noção de Novalis, de que “teorias são redes; somente aqueles que as lançam pescarão alguma coisa”, utilizada por Karl Popper como epígrafe de seu livro *A Lógica da Investigação Científica*, também foi utilizada por Wittgenstein para ilustrar as diferentes representações das ciências naturais. Ele usa da imagem de uma rede-metáforica, pretendendo que a descrição de uma teoria específica oferecida fosse comparada a uma rede sendo atravessada pelos fatos. Essa rede poderia ser mais ou menos fina e, desse modo, descrever fatos mais ou menos acuradamente – “Por exemplo, a mecânica dos *Princípios* de Newton poderia representar uma rede de uma certa finura. Mais tarde, com o desenvolvimento da mecânica analítica de Lagrange esta descrição representaria uma rede mais fina” (KJAERGAARD, 2002, p. 132)⁵⁷. Esta imagem da mancha sobre uma superfície branca é a projeção da distribuição dos simples pontos materiais no espaço. Há pontos no espaço combinando com formas de manchas. Para descrever essa superfície, pode-se, por exemplo, recobri-la com uma rede quadriculada. Se as malhas da rede fossem suficientemente finas, haveria condições para se afirmar se cada quadrado da rede é branco ou preto. Nesse caso, possuir-se-ia uma descrição da superfície sob forma unitária. Esta forma, contudo, é arbitrária, pois a rede poderia constituir-se de malhas triangulares ou hexagonais ou outras, inclusive combinações de figuras geométricas, como triângulos e hexágonos. A rede em si é o sistema de coordenadas pelo qual a distribuição das manchas é definida e cada

⁵⁷ KJAERGAARD, Peter C. Hertz and Wittgenstein's Philosophy of Science. *Journal for General Philosophy of Science*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, nº 33, p. 121-149, 2002.

rede corresponderia a um diferente sistema de descrição do mundo, uma diferente mecânica (TLP 6.341). E aqui, como se viu, há um notável paralelo com Hertz e sua concepção holística de lei fundamental: uma lei científica, como a imagem desta rede, não é para realizar descrições, nem mesmo descrições muito gerais, mas fornecer técnicas de representação pelas quais seja possível fazerem-se descrições – “Nós formamos para nós mesmos imagens ou símbolos de objetos externos. E a *forma* que nós lhes damos é tal que as consequências necessárias das imagens no pensamento são sempre as imagens das consequências necessárias na natureza das coisas retratadas” (HERTZ, 1956, p. 1). Com os termos *forma* e *formamos* Hertz não quer afirmar que extraímos as consequências a partir da nossa observação da natureza, e sim que nós somos os construtores das imagens e tal construção acontece de uma determinada forma, que as consequências dela são as consequências necessárias da forma que damos à imagem. Por conseguinte, a imagem das consequências de um modelo é a imagem das consequências dos objetos na natureza.

Um exemplo é possibilitado pela comparação do que ocorre no espaço lógico do *Tractatus* com a rede-metafórica: a essência da metáfora é a comparação de uma *proposição* como um *ponto* num sistema de coordenadas e de *nomes* com *números singulares* coordenados. Num dado sistema de coordenadas, colocar dois números em conjunto define um ponto; numa dada linguagem, juntar dois nomes faz uma afirmação. Desse modo, as linguagens são uma espécie de sistema lógico coordenado. E tal como existem diferentes sistemas como resultados da escolha de diferentes pontos de origem, diferentes escalas, e por aí adiante, assim também existem diferentes formas de representação na linguagem (GRIFFIN, 1998).

A noção fundamental de Wittgenstein com relação à ciência, por exemplo, é a de que não existe uma teoria privilegiada, e sim diferentes pontos de vista. Se as teorias físicas são figuras da realidade e, desse modo, somente têm uma relação descritiva com a natureza, isso leva à possibilidade de as ciências naturais integrarem múltiplos modelos de explicação. Em outras palavras, não há *teoria física* privilegiada.

(...) Nada diz sobre o mundo a possibilidade de descrevê-lo por meio da mecânica newtoniana; mas diz algo sobre ele a possibilidade de que seja descrito por meio dela precisamente como vem a ser o caso. E também diz

algo sobre o mundo a possibilidade de descrevê-lo mais simplesmente por meio de uma mecânica que por meio de outra. (TLP, 6.342)

Se não há teoria privilegiada, há com certeza vários modos possíveis de representar fatos. Um não é mais correto que os outros, mas um poderia ser mais apropriado para dar uma imagem mais detalhada ou prestativa daquela parte da natureza que a teoria física específica deveria descrever. Segundo Wittgenstein, “o que um Copérnico ou um Darwin realmente alcançou não foi a descoberta de uma teoria verdadeira, mas um fértil ponto de vista”⁵⁸ ou “a teoria darwiniana não tem mais a ver com a filosofia que qualquer outra hipótese da ciência natural” (TLP, 4.1122). Chamando a atenção para dois dos mais célebres cientistas na construção histórica da visão do mundo moderno, Wittgenstein ao mesmo tempo demonstra o caráter geral de seu argumento e desconstrói as falsas concepções de verdade difundidas pelas teorias da ciência, nutridas pelo tremendo sucesso da ciência natural. E, com isso, pretende também dar uma correta interpretação para a famigerada lei da causalidade.

A partir deste ponto pode-se discutir a afinidade da concepção de modelo com imagem, feita por Hertz, e aproximá-la do trato de Wittgenstein às teorias científicas, bem como, a seu *modus operandi*. Neste trabalho os modelos serão tomados como métodos. Métodos que propiciam que uma imagem da natureza seja formada ou, nos dizeres que Hertz, que haja uma “antecipação de eventos futuros”. Nestes modelos estão incutidos os diversos princípios, leis, teoremas, axiomas e definições e se pretende uma análise de como Wittgenstein os avaliava, bem como de sua postura restritiva com relação a eles, a começar pela lei da causalidade. Quanto às reflexões a respeito da causalidade, apresentadas no *Tractatus*, pode-se dizer que existem duas possíveis interpretações: a primeira delas ligada a uma suposta influência de Hertz, que havia antecipado que uma imagem não descreve a natureza, mas a representa por meio de equações diferenciais e sistema de coordenadas – ou, em termos wittgensteinianos, por meio da rede-metafórica: “Leis como o princípio da razão (lei da causalidade), etc. tratam da rede, não do que a rede descreve” (TLP, 6.35 – complemento nosso). O que ele quer dizer é que a lei da causalidade não foi concebida como uma proposição dizendo algo sobre o mundo e sim como pertencente à imagem representando os fatos do mundo,

⁵⁸ WITTGENSTEIN, L. *Culture and Value*. Oxford: Basil Blackwell, 1980, p. 18.

exatamente como a lei fundamental de Hertz. A causalidade é instrumental na informação integrada sobre os fatos do mundo, assim sendo uma *forma* da lei em vez da verdadeira lei da natureza. A “conexão” não é uma relação em si, mas apenas um meio de mostrar a existência da relação. Afirmar o contrário, ou seja, que a causalidade é de fato uma explicação dos fenômenos da natureza, constitui a ilusão que fundamentou a visão de mundo dos modernos – “toda a moderna visão do mundo está fundada na ilusão de que as chamadas leis naturais sejam as explicações dos fenômenos naturais” (TLP, 6.371):

Assim, detêm-se diante das leis naturais como diante de algo intocável, como os antigos diante de Deus e do Destino.
E uns e outros estão certos e estão errados. Os antigos, porém, são mais claros, na medida em que reconhecem um termo final claro, enquanto, no caso do novo sistema, é preciso aparentar que está *tudo* explicado. (TLP, 6.372)

Isso significa que a causalidade não é uma lei da lógica, nem uma generalização empírica, tampouco uma proposição sintética *a priori*. Na verdade, não é sequer uma proposição, uma vez que tenta dizer aquilo que somente pode ser mostrado. O que ela indica é uma certa forma de descrição que é crucial para a teorização científica (TLP, 6.321 e seg.). Nesse sentido, a lei da causalidade, da forma como é concebida pelas ciências naturais (enquanto uma relação entre evento e causa), trata-se de algo supérfluo, que carece de sentido e não representa nada – “Que o sol se levantará amanhã, é uma hipótese; e isso quer dizer: não *sabemos* se ele se levantará. Não há coerção em virtude da qual, porque algo aconteceu, algo mais deverá acontecer” (TLP, 6.36311, 6.37).

Nada pode garantir logicamente que os eventos a serem conhecidos no futuro continuarão a exemplificar a regularidade descrita pelo conjunto mais simples de leis compatível com a experiência passada e presente. Como Hume, o *Tractatus* conclui: o procedimento de indução não tem fundamento lógico, mas apenas psicológico. Não há razão lógica que possamos alegar como base para nossa crença de que o sol se levantará amanhã; de fato, não sabemos se ele realmente se levantará. Agimos como se soubéssemos por que não temos coisa melhor a fazer. (SANTOS, 2001, p. 98-99)

O princípio da causalidade é em si um conceito formal; não descreve a realidade, mas como “rede” correspondente a *uma* forma de *representar a realidade* que, na verdade, é opcional. Como diz Wittgenstein: “‘Lei de causalidade’, esse é um

nome genérico. E assim como há na mecânica, dizemos, leis do mínimo – por exemplo, a de mínima ação –, há na física leis de causalidade, leis com a *forma* da causalidade” (TLP, 6.321 – grifos nossos). A lei da causalidade nada mais seria do que a prescrição metodológica de que as proposições da ciência assumam a forma de leis hipotéticas: toda sua relevância para a representação proposicional do mundo concentra-se em seu núcleo prescritivo, “tudo tem uma causa”.

No aforismo 6.36 do *Tractatus* Wittgenstein afirma que “se houvesse uma lei da causalidade, poderia formular-se assim: ‘Há leis naturais’. Mas isso não se pode, é claro, dizer: mostra-se”. E se mostra justamente porque, sendo forma e não conteúdo, é para ser entendida enquanto uma imagem representando fatos do mundo, isto é, estritamente como representação e não como lei. As leis da mecânica, por exemplo, “são as leis do nosso método para representar fenômenos mecânicos, e... uma vez que escolhemos, efetivamente, um método de representação quando descrevemos o mundo, é impossível que as leis do nosso método digam alguma coisa sobre o mundo” (WATSON, 1938, p. 52)⁵⁹ – elas representam o mundo. Afirma Wittgenstein: “na terminologia de Hertz, poder-se-ia dizer: só são pensáveis conexões regulares” (TLP, 6.361). Pensar em conexões regulares, que se conformam às leis, é pensar num sistema coordenado, cujo tipo de conexão está sujeito apenas a ligações internas e que não variam com o tempo (HERTZ, 1956, § 119), isto é, pensar em um sistema fixo e determinado. Isso vai ao encontro da ideia wittgensteiniana de que significar é representar um fato sem fazer menção a ele, sem nada dizer a seu respeito. Assim, pode-se a partir desta noção, estabelecer uma relação entre a mecânica e a lógica. Sabe-se que o fato de uma superfície branca, coberta por manchas pretas, poder ser descrita por dada rede não *diz* nada sobre a superfície especificamente, mas a descrição completa da superfície pela rede *caracteriza* de alguma forma a superfície. Dizer e caracterizar (mostrar) frequentam campos diferentes. Os diversos sistemas da mecânica, com suas variadas linguagens axiomáticas, tratam de quaisquer fatos, entretanto, sem *dizer* nada a respeito deles. Mesmo assim, que dado sistema seja capaz de descrever tais fatos, ou que dado sistema os descreva mais simplesmente que outro, *mostra* a essência destes fatos. E isso se parece muito com a discussão sobre a forma lógica da proposição da qual surge a doutrina do mostrar e dizer do *Tractatus*; afirma

⁵⁹ WATSON, W. H. *On Understanding Physics*. Cambridge, 1938.

Wittgenstein: “a proposição não pode representar a forma lógica, esta forma se espelha na proposição. A proposição *mostra* a forma lógica da realidade. Ela a *exibe*” (TLP, 4.121). A síntese desta doutrina seria esta: a linguagem não se confina em dizer que isto ou aquilo acontece; ela *mostra*. O que pode ser dito na linguagem é que este objeto tem, de fato, esta propriedade ou está, de fato, nesta relação com este outro objeto; todavia, nada se pode dizer relativamente às propriedades formais dos objetos ou dos estados de coisas; propriedades e relações formais se mostram. Dessa forma, soluções como as do paradoxo de Russell, que atribuíam medidas externas para determinar a validade de sistemas formais autorreferentes, criando uma espécie de metalinguagem para tratar dos problemas da linguagem, não poderiam fazer nada pelo sistema quando tentavam dizer aquilo que somente poderia ser mostrado na notação lógica. A teoria dos tipos de Russell tornar-se-ia, portanto, supérflua e mesmo desnecessária⁶⁰. Mais uma vez surge no *Tractatus* uma noção cujos fundamentos remontam à mecânica de Hertz: a análise da funcionalidade de um sistema não permite dizer nada acerca do próprio sistema e nem mesmo dos fatos do mundo; tudo isso, mostra-se – “Nossa Lei Fundamental nos permite pesquisar todo o domínio da mecânica, *mostra-nos* o que são os limites deste domínio” (HERTZ, 1956, p. 38).

Outra interpretação que se pode dar à questão da causalidade está diretamente relacionada à lógica proposicional do *Tractatus*, mais especificamente à questão da determinabilidade do sentido proposicional que, como se analisou, também tem um fundo hertziano, no sentido de que uma teoria científica não pode ser *descrição* de necessidades implícitas na natureza, ela tem que ser determinada; cabe a ela a função de ser somente imagem, independente dos fenômenos naturais – “imagens produzidas por nossa mente e necessariamente afetadas pelas características de seu modo de representação” (HERTZ, 1956, p. 2)⁶¹. E Wittgenstein fundamenta a impossibilidade de representar necessidades da natureza (por exemplo, o nexos causal), quando adjudica que o sentido da proposição deve ser completamente independente. Assim diz Wittgenstein (TLP, 5.134 - 5.1361):

⁶⁰ “Partindo dessa observação, inspecionamos a ‘Theory of Types’ de Russell: o erro de Russell revela-se no fato de ter precisado falar do significado dos sinais ao estabelecer as regras notacionais” (TLP, 3.331).

⁶¹ Veja-se que até a aplicação prática dos conceitos primitivos em Hertz faz remissão aos mesmos conceitos enquanto intuições *a priori*.

De uma proposição elementar, nenhuma outra se pode deduzir.
 Da existência de uma situação qualquer não se pode, de maneira alguma, inferir a existência de uma situação completamente diferente dela.
 Um nexu causal que justificasse uma tal inferência não existe.
 Os eventos do futuro, não *podemos* derivá-los dos presentes.
 A crença no nexu causal é a *superstição*.

“De uma proposição elementar, nenhuma outra se pode deduzir” (TLP, 5.134), isto é, proposições elementares têm que ser plenamente determinadas; não é possível que uma proposição esteja inserida em outra – exceto enquanto função de verdade de uma proposição complexa. Isso quer dizer que o sentido das proposições elementares independe de sentidos mais elementares dos quais ela seria composta (diferentemente do sentido da proposição complexa que é determinado pelo sentido das elementares), como também independe dos sentidos de outras proposições. Cada uma dessas proposições é positiva e descreve um estado de coisas *possível*, que constitui seu *sentido*. Deste modo, a proposição tem um sentido *independente* dos fatos (TLP, 4.061), ou seja, o sentido é anterior à afirmação ou negação da proposição (TLP, 4.064):

Esta tese (...), significa que se as proposições elementares fossem logicamente dependentes seria, então, possível deduzir uma proposição elementar a partir de outra. Esta consequência, se aceita, implicaria, por sua vez, a possibilidade de inferir os próprios estados de coisas que as proposições elementares afiguram, i.e., seria possível aplicar o cálculo lógico *a priori* aos estados de coisas atribuindo, assim, à relação empírica de causalidade, o estatuto de necessidade lógica. Ora, como não é possível calcular *a priori* a ocorrência de estados de coisas, uma vez que só há necessidade na Lógica (...) então as proposições elementares que afirmam a subsistência (*das Bestehen*) de estados de coisas devem ser logicamente independentes. (MORENO, 1995, p. 203-204)⁶²

Uma vez que não existe uma proposição elementar que possa ser deduzida de outra, a crença na existência de um nexu causal não pode ser logicamente justificada, pois não se pode deduzir a existência de uma situação a partir da existência de outra situação. Tal recusa da existência do nexu causal, no entanto, não tem os mesmos fundamentos pelos quais Hume também o rejeitou. O que Hume recusa é a noção de um princípio associativo que possibilita fazer inferências sobre fatos e eventos que não se apresentam aos sentidos. Tais inferências são

⁶² MORENO. Arley R. Fenomenologia e Problemas Fenomenológicos. *Manuscrito*: Revista Internacional de Filosofia. Campinas: UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, v. XVIII, nº. 2, p 129-225, out. 1995.

possibilitadas pelo hábito, que fundamenta o sentimento de que há uma regularidade na natureza. Esta regularidade, no entanto, teria um fundamento psicológico uma vez que é expressão de crenças; seu estudo trata-se de “investigações irrelevantes” (HUME, 2001, p. 28)⁶³. Em Wittgenstein, no entanto, a rejeição do nexos causal não tem origem nas expressões psicológicas do sujeito, que o fazem crer que na natureza as coisas acontecem assim e assim, e sim em inferências lógicas que prescrevem que o sentido proposicional deve ser independente de outros sentidos, pois “um nexos causal que justificasse uma tal inferência não existe” (TLP, 5.136).

Estas reflexões a respeito do nexos causal, obviamente, estendem-se ao princípio ou método de indução. Se a lei da causalidade assenta-se em princípios como, por exemplo, a terceira lei de Newton, segundo a qual “para qualquer ação existe sempre um reação oposta”, o princípio de indução objetiva-se por fazer generalizações a partir da observação de casos particulares, visto não ser possível realizar experiências concretas em todos os casos – “O processo de indução consiste em adotarmos a lei mais *simples* que se possa pôr em consonância com nossas experiências” (TLP, 6.363). Neste caso, trata-se de um processo psicológico pelo qual se supõe hipoteticamente que se tem motivo para se afirmar a possibilidade de um evento futuro a partir de um conjunto de ocorrências do passado; é por isso “que o Sol se levantará amanhã, é uma hipótese; e isso quer dizer: não *sabemos* se ele se levantará” (TLP, 6.36311). E só é mantido pela coerção da “visão moderna do mundo está fundada na ilusão de que as chamadas leis naturais sejam as explicações dos fenômenos naturais” (TLP, 6.371). E por que as proposições da ciência são apontadas como as únicas passíveis de valores de verdade?

Segundo o *Tractatus*, são três os tipos de proposições: as proposições da filosofia, as da lógica e as significativas (proposições da ciência). Quanto às proposições da filosofia, estas não são falsas, mas “contra-sensos”; e “a maioria das questões e proposições dos filósofos provém de não entendermos a lógica de nossa linguagem” (TLP, 4.003) e, com isso, tentarmos dizer algo de metafísico; sugere então que “sempre que alguém pretendesse dizer algo de metafísico, mostrar-lhe que não conferiu significado a certos sinais de suas proposições” (TLP, 6.53). Quanto às proposições da lógica, estas não são figuras, por serem proposições sem

⁶³ HUME, D. *Tratado da Natureza Humana: uma tentativa de introduzir o método experimental de raciocínio nos assuntos morais*. Trad. Débora Danowski. São Paulo: UNESP, 2001.

sentido e não dizerem nada a respeito do mundo. As proposições da lógica são necessariamente verdadeiras (tautologias) ou necessariamente falsas (contradições), ou seja: elas não possuem condições de verdade, não são “propostas” de concordância com o mundo, pois a bipolaridade do sentido (V,F), característica indelével das proposições significativas, não lhes subjaz. Sua função é mostrar os casos-limite da ligação de sinais, isto é, a sua dissolução enquanto sinais significativos – “Tautologia e contradição são casos-limite da ligação de sinais, ou seja, sua dissolução” (TLP, 4.466). Os valores de verdade se cancelam tanto na tautologia quanto na contradição. “A tautologia deixa à realidade todo o – infinito – espaço lógico; a contradição preenche todo o espaço lógico e não deixa nenhum ponto à realidade. Por isso, nenhuma delas pode, de maneira alguma, determinar a realidade” (TLP, 4.463). Quanto à verdade de uma proposição da lógica, esta é reconhecida apenas olhando-se para o sinal:

É a marca característica particular das proposições lógicas que sua verdade se possa reconhecer no símbolo tão-somente, e esse fato contém em si toda a filosofia da lógica. Assim, é também um dos fatos mais importantes que a verdade ou falsidade das proposições não lógicas não possa ser reconhecida na proposição tão-somente. (TLP, 6.113)

A verdade das proposições não-lógicas, ou significativas, ou da ciência, só pode ser reconhecida através da comparação com a realidade – “a realidade é comparada com a proposição” (TLP, 4.05). Somente as proposições da ciência podem ser eleitas como figura, pois somente elas são capazes de representar a contingência das concatenações dos objetos no espaço lógico. Somente elas são figuras, pois somente elas mantêm para com o pensamento e a realidade a condição de identidade interna (por suas possibilidades combinatórias) e externa (pelo fato de estarem combinadas). Uma proposição só é figuração se ela respeita as identidades dos dois pontos de vista (interno e externo) e isso não acontece nem com os contrasensos (com as proposições da filosofia, por exemplo) e nem com as proposições da lógica, como se viu acima. A figura abaixo ilustra melhor o que aqui se afirma:

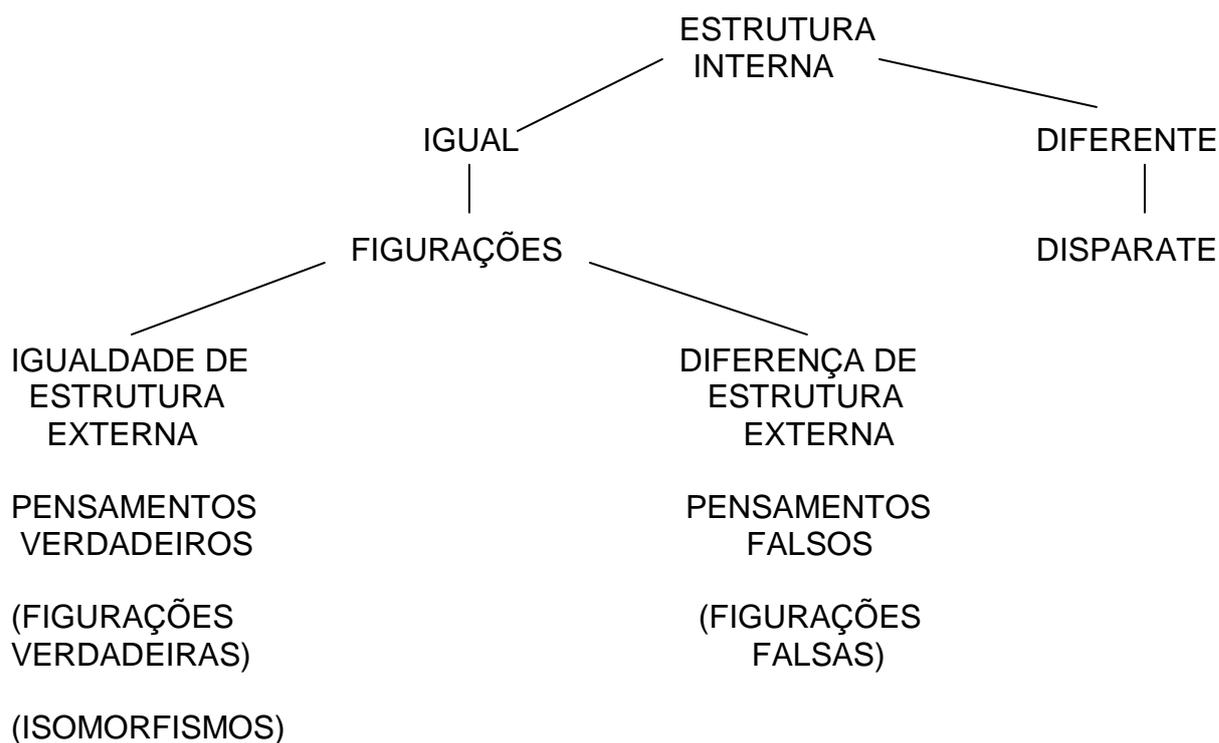


Figura 1: Isomorfismo

Fonte: Oliveira (1996, p. 106)⁶⁴

Por fim, a aplicação do sistema de medidas de Hertz, assumidamente um sistema de coordenadas, não se resume apenas ao *Tractatus* com sua imagem da rede metafórica; vemo-lo ressurgir em *Some Remarks on Logical Form* (1929)⁶⁵, para resolver o problema da indeterminação do sentido das proposições que envolvem nomes de cores, detectado ainda nos tempos do *Tractatus*. Wittgenstein se utiliza desse mesmo esquema geométrico no sentido de tentar salvaguardar a determinação do sentido proposicional em tempos de retorno à atividade filosófica. Ele que havia percebido a contradição com os próprios princípios por ele estabelecidos (de que proposições não podiam ser auto-referentes, bem como não podiam estar em contradição⁶⁶) assume isso no aforismo 6.3751 do *Tractatus*:

⁶⁴ OLIVEIRA, Manfredo Araújo de. *Reviravolta Lingüístico-Pragmática na Filosofia Contemporânea*. São Paulo: Loyola, 1996.

⁶⁵ WITTGENSTEIN, L. Algumas Observações Sobre Forma Lógica. Tradução Darlei Dall'Agnol. *Manuscrito*: Revista Internacional de Filosofia. Campinas: UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, v. XVIII, nº. 2, p 39-47, out. 1995.

Daqui para frente será referenciado pela abreviação *SRLF*.

⁶⁶ "É sinal da proposição elementar que nenhuma proposição possa estar em contradição com ela" (TLP, 4.211).

Que, p. ex., duas cores estejam ao mesmo tempo num lugar do campo visual é impossível e, na verdade, logicamente impossível, pois a estrutura lógica das cores o exclui.

(É claro que o produto lógico de duas proposições elementares não pode ser nem uma tautologia nem uma contradição. *O enunciado de que um ponto do campo visual tem ao mesmo tempo duas cores diferentes é uma **contradição***). (Grifos nossos)

Para resolver esse problema (de que um ponto no campo visual possuía ao mesmo tempo duas cores e, portanto, tratava-se de uma contradição) Wittgenstein propõe que se traduza o conceito geral de cor pelo de *um mapeamento de pontos num espaço de cor*, daí as incompatibilidades de cor não criariam necessidades não-lógicas. “Isso nos permite entender por que as ‘coisas mesmas’ serão antes caracterizadas como *espaços* do que como *objetos* (‘espaço das cores’, etc.)” (PRADO NETO, 2003, p. 129)⁶⁷.

O *Tractatus* envolvia-se na ideia de que uma proposição elementar tinha um conteúdo semântico irreduzível ao de outras proposições. Tanto que proposições do tipo “Isso é verde” eram consideradas complexas, visto que podiam entrar em contradição com “Isso é azul”, “Isso é vermelho” (...). E parecia não dar conta da ideia de que todas as vezes que se mencionasse o predicado de uma cor, na verdade, estava-se simultaneamente mencionando o predicado de todas as demais cores, isto é, estava envolvido em um processo de exclusão mútua, de predicados que se excluem mutuamente. A consequência da análise das proposições que envolvem cores é, então, esta: a de que há de se reconhecer que existem proposições que não podem ser analisadas em proposições independentes entre si, pois de qualquer forma que se analisem tais proposições, recai-se sempre em proposições que novamente têm como característica a exclusão de proposições de mesmo tipo que elas. Em *Some Remarks on Logical Form* Wittgenstein apresenta uma solução hertziana para este problema: propõe construir uma linguagem que exprima a diversidade de estruturas lógicas encontradas (*SRLF*, p. 42):

Deparamo-nos com as formas do espaço e do tempo, com todo o múltiplo dos objetos espaciais e temporais, como cores, sons, etc., etc., com suas gradações, transições contínuas e combinações em várias proporções às quais não podemos apreender através de nossos meios usuais de expressão. E aqui quero fazer minha primeira observação definitiva sobre a análise lógica dos fenômenos reais: **para sua representação, números**

⁶⁷ PRADO NETO, Bento. *Fenomenologia em Wittgenstein: tempo, cor e figuração*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2003.

(racionais e irracionais) devem entrar na estrutura das proposições atômicas. (Grifos nossos)

Essa proposta vai ao encontro dos procedimentos comuns adotados na física: “nos conhecidos teoremas da física matemática não aparecem nem coisas, nem funções, nem relações, nem sequer formas lógicas de objeto!! Em vez de coisas, temos números, e as funções e as relações tornam-se, sem exceção, puramente matemáticas!!” (*Notebooks*, 20/06/1915). Os números devem entrar nessas formas quando se estiver tratando de propriedades que admitem gradação: *extensão de um intervalo, a altura de um tom, o brilho ou a vermelhidão de uma nuança de cor*, etc. E por que repensar a representação proposicional adotando o sistema de coordenadas aos moldes de Hertz? Porque, tal como na teoria hertziana em que as conexões regulares garantiam a determinação da inteligibilidade do sistema, essa seria a única forma de ainda tentar salvaguardar o sentido das proposições que envolvem nomes de cores, uma vez que a sua análise havia demonstrado que tais proposições eram dependentes, que formavam um sistema e, por serem contraditórias, excluía-se mutuamente. Desse modo, o pilar tractariano da independência da proposição elementar havia sido pulverizado e não seria mais possível pensar na ideia de que tais proposições fossem comparadas com os fatos, um por um. A partir de então (nas *Observações Filosóficas*), Wittgenstein passa a optar pela tese segundo a qual *sistemas de proposições inteiros* seriam comparados com a realidade.

Com a análise das proposições que envolvem nomes de cores, Wittgenstein ainda tenta salvar a possibilidade de uma linguagem fenomenológica, porém, esbarra num problema que ele mesmo não ousaria enfrentar: o da análise lógica que, a partir de então, pressuporia uma consulta prévia dos conteúdos da percepção e sua inserção em sistemas de gradação. E, para quem o *Tractatus* nunca teria sido totalmente revogado e cuja inspiração hertziana permanecia latente, sustentar uma necessidade lógica dependente *dos fenômenos naturais* seria praticamente impossível (MORENO, 1995).

3.6 Considerações Finais

O presente capítulo objetivou tratar da filosofia da ciência de Hertz e sua influência sobre o *Tractatus* de Wittgenstein. O ponto de partida que possibilitou que seu objetivo fosse cumprido foi a preocupação de Wittgenstein com o sentido proposicional, advinda do “fracasso” das diversas tentativas de Russell em preservá-lo sem que se alterasse o seu ideal de predicação – de que todas as relações deveriam ser externas tendo em vista a necessidade de se conhecer diretamente o objeto. Viu-se que essa noção não se mantém em Wittgenstein e para superá-la ele propõe uma concepção de mundo que estaria fundamentada nas substâncias últimas da realidade, a saber, nos objetos. Tais objetos, eternos, indestrutíveis, inefáveis, estariam ligados a nomes – aos genuínos nomes do *Tractatus*. Sendo assim, o sentido proposicional estaria preservado e plenamente determinado, uma vez que tais objetos não deixariam dúvida de que os nomes da linguagem estariam conectados a eles. O postulado de tais entidades foi possibilitado pela teoria mecânica de Hertz.

Uma vez que Hertz é um dos poucos expressamente citados pelo *Tractatus*, e que elementos de sua mecânica sempre povoaram as argumentações de Wittgenstein em vários momentos de sua obra, tencionou-se buscar nos elementos constitutivos de sua mecânica a fonte para inspiração da ontologia do primeiro Wittgenstein. Por mais que a aplicação dos elementos da mecânica hertziana fosse feita num campo diverso daquele de Hertz, e Wittgenstein estava ciente disso, tais elementos encaixaram-se perfeitamente aos fins tractarianos, nos seguintes sentidos: em seu caráter *a priori*, em sua indestrutibilidade e eternidade, na funcionalidade do sistema (como se viu ambos os elementos servirem para salvaguardar a determinação: seja da imagem que tem que estar subtraída de pseudoconceitos, bem como da dependência da resposta da natureza em Hertz; seja da proposição elementar que deve ser plenamente determinada, em Wittgenstein) e na possibilidade da generalidade e independência formal. As partículas materiais hertziana, bem como os objetos tractarianos, cumprem a função da determinabilidade do sentido – mesmo que em campos diversos.

Outra possibilidade de uso dos elementos da mecânica de Hertz por parte de Wittgenstein deu-se pela aproximação da noção de sistema material, cunhada pelo primeiro, que serviu à noção de mundo do *Tractatus*. Se o sistema material hertziano constitui-se a partir da junção de pontos materiais que, por sinal, são constituídos pela junção de partículas materiais, em Wittgenstein, o mundo não é nada mais que

a totalidade dos fatos, que são constituídos por existentes estados de coisas que, por fim, são constituídos por objetos. A paridade de tais elementos foi demonstrada na seguinte direção: objeto/partículas materiais, estado de coisas/pontos materiais e mundo/sistema. Assumiu-se, desde o início, portanto, que não se trata de um aperfeiçoamento da imagem da mecânica hertziana por parte de Wittgenstein, porque, se assim o fosse, sugeriria que ambos os autores estavam tratando dos mesmos projetos – o que não era o caso.

Como consequência do perfeito funcionamento dos dois sistemas, demonstrou-se que havia uma necessidade subjacente a ambos: a de que seus sistemas, de alguma forma, representassem o mundo. No caso de Hertz, viu-se desenvolver a noção de imagem. Num primeiro momento, essa noção teve uma afinidade com noção de sistema: todos os sistemas da mecânica, bem ou mal, são imagem da natureza. E no segundo momento, a noção de imagem demonstra mais afinidade com a noção de modelo: é permissível que se façam modelos experimentais a fim de se verificar se o mesmo modelo fornece uma resposta antecipada do que supostamente ocorreria na natureza. A concepção de modelo, enquanto método de representação (*Darstellung*), foi também assumida por Wittgenstein. Enquanto para Hertz era possível que se formasse imagem da natureza por meio de modelos, em Wittgenstein é possível que a proposição seja o modelo que figura a realidade. Figuração e representação são, portanto, dois termos comuns a ambos os autores.

Por fim, propôs-se que a concepção de ciência do *Tractatus* fosse também de inspiração hertziana. É da noção de Hertz de que é possível ter diversas imagens da natureza, desde que por meio de um sistema de coordenadas, sistemas de pontos materiais sejam representados, com o que se pode deduzir o significado da metáfora da rede de Wittgenstein. Tal como o sistema de coordenadas representa uma realidade da natureza por meio de suas coordenadas fundamentais, a rede metafórica tractariana possibilita que sejam descritos fatos a partir de sua configuração e da finura de suas malhas. A rede metafórica simboliza a possibilidade de que diversos sistemas de referência ou diversas teorias científicas digam algo a respeito do mundo, não permitindo que haja a antecendência de uma teoria sobre a outra – todas são legítimos modos de representação, cada uma funcionando à sua própria maneira. No entanto, viu-se que as noções de funcionamento dos métodos científicos no *Tractatus*, longe de terem tido um tratamento pejorativo por parte de Wittgenstein, fazem parte de uma concepção lógica, fruto da inspiração hertziana, de

que uma proposição elementar deve ter seu sentido plenamente determinado e, ainda, não ser contraditória. Tal noção tem reflexo direto sobre sua avaliação do nexos causal, ou de que há desígnios na natureza. Segundo Wittgenstein, uma vez que uma proposição elementar, que é figura do mundo, deve ter seu sentido plenamente determinado e, portanto, não pode depender do sentido de outras proposições, o nexos causal é superstição. Sendo assim, sua sustentação só se faz por questões de ordem psicológica: pela crença de que, se um evento ocorre diversas vezes de determinada maneira, deve ser assim que ocorrerá na próxima vez. Isso se aplica também ao método indutivo, segundo Wittgenstein, “este processo não tem, contudo, nenhum fundamento lógico, mas apenas psicológico” (TLP, 6.3631); não é porque o Sol sempre nasceu pela manhã, que se garantirá de ele se levantará no dia seguinte.

Estas concepções parecem claras quando entendidas sobre a luz a imagem hertziana da mecânica e tudo o que se propôs acima tem como objetivo mostrar que isso é possível.

CONCLUSÃO

Devido ao fato, ignorado por muitos intérpretes do *Tractatus*, de que a mecânica de Hertz teve uma importância substancial na constituição daquela obra, bem como de todo pensamento de Wittgenstein (e o filósofo reconheceu isso explicitamente), foi que se propôs esta tese. Objetivou-se nela entender as representações (*Darstellungen*) nos *Princípios da Mecânica* e no *Tractatus* a partir da representação dos objetos e da figuração do mundo em Wittgenstein e das partículas materiais e dos sistemas coordenados em Hertz. Tratou-se como ponto suplementar da noção de ciência do *Tractatus* e de sua suposta influência da filosofia da ciência de Hertz. No entanto, viu-se que tal influência, em vez de suplementar, foi-lhe substancial: tanto para os fins lógicos (para o caráter de determinação do sentido proposicional), como para a própria filosofia da ciência (na noção da não-precedência de uma teoria sobre outras, bem como ainda de que os métodos em ciência valem mais pela forma do que pelo conteúdo). Todas estas propostas foram possibilitadas pela clarificação do que lhes estava subscrito e que se deu pela retroação na história da ciência em busca de elementos filosóficos em seu interior. Para tal, apresentou-se o primeiro capítulo que destacou a exposição da metafísica de Newton e do eletromagnetismo de Maxwell. Tais teorias foram introduzidas no sentido de que viessem à tona os seus principais elementos metafísicos (os conceitos de “força” e “energia”, na concepção de Hertz), visto que, na análise ulterior, feita por Hertz, esses elementos apresentar-se-iam como pseudoconceitos que deveriam ser dissipados por um modelo de mecânica que os excluíssem, a saber, a sua própria mecânica.

Da mecânica hertziana, apresentaram-se os questionamentos acerca da legitimidade das mecânicas precedentes, especificamente, dos elementos “obscuros” e “contraditórios” nelas inscritos: como se disse, os conceitos de “força” e “energia”. Após se contrapor à funcionalidade dos referidos conceitos, Hertz propôs a sua própria imagem da mecânica, cujos elementos garantiriam a ela determinabilidade e foram utilizados por Wittgenstein. Mostrou-se que os conceitos de partículas materiais, pontos materiais e sistema de pontos materiais coordenados foram reaplicados por Wittgenstein em um campo diverso, com outra terminologia, permitindo-lhe que o seu próprio sistema fosse plenamente determinado, o que lhe

serviu de garantia de generalidade e independência formal. A reaplicação dos elementos formais da mecânica de Hertz redundou em uma vantagem adicional aos propósitos de Wittgenstein, quando lhe permitiu que a noção hertziana, de que “fazemos figuras do mundo”, inspirasse-lhe a ideia de que as proposições elementares poderiam ser essas figuras do mundo. Da noção de representação da natureza por meio de um modelo, nos moldes de uma *Darstellung*, que gera uma imagem da realidade, é que surge em Wittgenstein a noção de que teorias científicas, pela sua própria constituição proposicional, são imagens da realidade e seus métodos não são mais do que meios formais que permitem às mesmas serem figuras. Daí, sem entrar em pormenores aqui, depreendeu-se que é plenamente possível possuir a teoria de Hertz a boa inspiração de que Wittgenstein precisava.

A afirmação de que Wittgenstein teria herdado de Frege e Russell o conteúdo de sua filosofia, e de Hertz, a forma, não parece ter sido mera suposição. Demonstrou-se aqui a presença do espírito hertziano perpassando a concepção de objeto do *Tractatus* ao esquema formalizado de mundo (ontologia), apresentado naquela obra. Esquema esse que teve incidência direta em sua concepção de ciência, única capaz de prover a linguagem de proposições significativas, visto serem as suas proposições representantes últimas da contingência dos objetos no espaço lógico. O sistema de coordenadas da mecânica de Hertz não só proveu o *Tractatus* com as noções acima representadas, como também parece ter sido a fonte de inspiração da doutrina do dizer e do mostrar apresentada naquela obra. E poder-se-ia afirmar que até as discussões sobre o misticismo poderiam ter um fundo hertziano. Hertz, quando da tentativa de eximir sua mecânica de pseudoconceitos como aqueles de “força” e “energia”, afirmou em seu *Os Princípios da Mecânica*:

Mas nós acumulamos em torno dos termos “força” e “eletricidade” mais relações do que podem ser completamente reconciliadas entre si. Nós temos um sentimento obscuro disto e queremos ter as coisas aclaradas. Nosso desejo confuso encontra expressão na questão confusa a respeito da natureza da força e da eletricidade. Mas a resposta que nós queremos não é realmente uma resposta a esta questão. Não é descobrindo outra e novas relações e conexões que ela pode ser respondida; mas removendo as contradições existentes entre aquelas já conhecidas e, portanto, talvez reduzindo o número. **Quando essas incômodas contradições são removidas, a questão a respeito da natureza da força não será respondida; mas nossas mentes, não mais perturbadas, cessarão de se colocar questões ilegítimas.** (HERTZ, 1956, p. 7 – grifos nossos)

Com o impacto da inspiração hertziana sobre Wittgenstein em toda sua carreira, aflora-se a seguinte afirmação:

O impulso para o místico provém da insatisfação dos nossos desejos mediante a ciência. *Sentimos* que, mesmo se todas as questões científicas possíveis obtivessem uma resposta, *o nosso problema nem sequer ainda foi aflorado*. É claro que então já não resta mais questão alguma; e tal é justamente a resposta [cf. TLP, 6.52]. (*Notebooks*, 25/05/1915 – grifos nossos)

Mas a influência hertziana sobre o *Tractatus* pode ter ido mais longe. Gordon Baker⁶⁸, por exemplo, aborda a forte inspiração da metodologia de Hertz sobre o pensamento de Wittgenstein para tratar da clarificação do pensamento e da dissolução dos problemas. Para ele, o método hertziano tornou-se um caminho para expor a falta de sentido de questões que fazem uma proposição verdadeira *a priori*. Da mesma forma, Kjaergaard (*Op. Cit.*, 2002) afirma que o físico germano H. Hertz teve um decisivo papel no uso do único método filosófico de Wittgenstein. E que Wittgenstein aplicou esse método com sucesso para a crítica de problemas em lógica e matemática durante toda sua vida, inclusive para resolver problemas concernentes a paradoxos lógicos e a problemas fundacionais, incluindo aqueles de matemática – todos estes teriam sido vistos por Wittgenstein como pseudoproblemas requerendo claridade, ao contrário de solução. Com isso, aponta a controversa resposta de Wittgenstein para David Hilbert e Kurt Gödel, como profundamente influenciada por Hertz, sendo a resposta completamente entendida quando vista no contexto desta influência. Tudo isso nos faz crer que, diferente do que havia pensado Marques (1995, p. 113), ele não cometeu nenhum exagero:

Sem incorrer em exagero, pode-se dizer que a delimitação da esfera do dizível que Wittgenstein realizou no *Tractatus* foi resultado direto de uma extensão para a linguagem como um todo do procedimento empregado por Hertz para a delimitação do domínio da mecânica.

Tal como na análise de Marques, este trabalho restringiu-se à influência da mecânica de Hertz sobre o *Tractatus* de Wittgenstein. Verifica-se, no entanto, que os reflexos sobre sua filosofia perduram por toda sua obra, como por exemplo: a noção

⁶⁸ BAKER, G. *Wittgenstein, Frege and the Vienna Circle*. Oxford: Basil Blackwell, 1988.

de rolo imóvel utilizada por Wittgenstein na *Gramática Filosófica*⁶⁹ (tanto quanto nas *Observações Filosóficas e Investigações Filosóficas*) é a mesma utilizada por Hertz em *Os Princípios da Mecânica* (HERTZ, 1956, p. 11-12)⁷⁰. Da mesma forma, o método de resolução dos mal-entendidos da linguagem, de que trata as *Investigações Filosóficas* (IF, § 90), é o mesmo método crítico de análise de problemas filosóficos no interior das teorias físicas utilizado por Hertz: um método de clarificação filosófica com o qual é possível identificar e dissolver (não resolver) problemas filosóficos no interior dos debates científicos, como no caso das questões sobre a natureza do conceito de “força” ou de “energia” – pois, tais conceitos “(...) não possuem qualquer valor adicional para nós além de serem abreviações” (HERTZ, 1956, p. 25). Essa inspiração hertziana da necessidade de se dissolver os pseudoproblemas no âmbito da ciência perdura em toda a filosofia tardia de Wittgenstein; ele o assume, por exemplo, em *The Big Typescript* (1933): “No jeito que faço filosofia, toda a tarefa encontra-se em organizar as proposições de uma tal maneira que os problemas e inseguranças convincentes desapareçam (Hertz)”⁷¹. Problemas estes gerados pelos “mal-entendidos que dizem respeito ao uso da linguagem”. E por que isso? Isso porque

a razão está em que nossa linguagem permaneceu a mesma e, permanentemente, nos leva, de maneira enganosa, a fazer as mesmas perguntas. Enquanto houver um verbo “ser” que parece funcionar como “comer” e “beber”; enquanto existirem os adjetivos “idêntico”, “verdadeiro”, “falso”, “possível”, enquanto as pessoas falarem da passagem do tempo e da extensão do espaço, etc., etc., elas continuarão a encontrar as mesmas dificuldades que as deixam perplexas. (*Man*, 111, p. 133-134)⁷²

Se para confusões conceituais prover-se do conteúdo das filosofias de Frege e Russell foi um grande bem para Wittgenstein, o que lhe auxiliou na resolução dessas mesmas confusões foi a *forma* oferecida por Hertz. Com ela foi possível não tratar dos problemas em si mesmos (epistemologicamente falando), mas da forma que possibilita que tais problemas lhes sejam advindos, ou segundo o próprio

⁶⁹ WITTGENSTEIN, L. *Gramática Filosófica*. Trad. Luís Carlos Borges. São Paulo: Loyola, 2003. p. 141.

⁷⁰ Na tradução inglesa ela foi traduzida como “sleeping partners” ou “sócios adormecidos”.

⁷¹ WITTGENSTEIN, L. *The Big Typescript* (TS 213; unpublished), p. 421. In: VON WRIGHT, G.H. catalogue numbers in “The Wittgenstein Papers”. In: WITTGENSTEIN, L. *Philosophical Occasions*, J.C. Klagge and A. Nordman (eds.). Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1993.

⁷² WITTGENSTEIN, L. *Manuscripts*. In: VON WRIGHT, G.H. “Special Supplement: The Wittgenstein Papers” In *Philosophical Review*, nº 78, 1969.

Wittgenstein, “traçar um limite não para o pensar, mas da expressão dos pensamentos” (TLP, p. 131). Afinal, como se disse, uma das partes mais importantes do método de fazer filosofia para Wittgenstein, em quase toda sua carreira de pensamento, era a preocupação com a forma de um argumento e não com o conteúdo. Portanto, é necessário entender a importância da *forma* para entender o método do *Tractatus* e apreciar a continuidade do pensamento deste filósofo.

“A região filosófica do meu cérebro ainda está no escuro. E é somente quando uma luz se ascender novamente ali que o trabalho prosseguirá”.
(WITTGENSTEIN, MS 107, p. 155)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, P. A filosofia da Ciência de Heinrich Hertz. *In: ÉVORA, F. R. R. (Ed.). Século XIX: O Nascimento da Ciência Contemporânea*. Campinas: Unicamp, 1992. p. 351-375.

BAKER, G. *Wittgenstein, Frege and the Vienna Circle*. Oxford: Basil Blackwell, 1988.

BARKER, P. Hertz and Wittgenstein. *Studies in History and Philosophy of Science, part A*. Toronto, v. 2, n. 3, p. 243-256, sep. 1980.

BIZARRO, Sara. *Wittgenstein and Hertz: Hertz's Influence on Wittgenstein's Tractatus*. Lisboa, 2004. Tese (Doutorado em Filosofia). Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa.

BRAGA, Marco (Org.) *Faraday e Maxwell: eletromagnetismo – da indução aos dínamos*. São Paulo: Atual, 2004. (Ciência no Tempo)

BREWSTER, David. *The Life of Sir Isaac Newton*. London: Murray. 1851.

BRODY, David Eliot; BRODY, Arnold R. *As sete maiores descobertas científicas da história e seus autores*. Trad. Laura Teixeira Mota. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

BURTT, Edwin A. *As Bases Metafísicas da Ciência Moderna*. Trad. José Viegas Filho, Orlando Araújo Henriques. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1983.

CARVALHO, Marco Antônio A. *O Conceito de Representação na Física de Heinrich Hertz: Uma Abordagem Histórica*. Dissertação (Mestrado em História) Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, UFMG, Belo Horizonte, 2007.

CASSIRER, E. *El Problema del Conocimiento*. México: Fondo de Cultura Economica, 1979. v. 4.

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

COELHO, Ricardo Lopes. A Filosofia da Ciência de Hertz. *Revista Portuguesa de Filosofia*. Lisboa: JSTOR. n. 63, jan-set., 2007. pp. 239-284.

COHEN, R. S. Hertz's philosophy of science: an introductory essay. *In: HERTZ, H. The Principles of Mechanics*. New York: Dover, 1956.

CRUZ, Frederico Firmo de Souza. *Faraday e Maxwell: Luz sobre os campos*. São Paulo: Odysseus Editora, 2005.

CUTER, J. V. Gallerani. “p’ diz p”. *Cadernos Wittgenstein*. São Paulo: Depto. de Filosofia – USP, nº 1, 2000. pp. 65-66.

EAMES, E. *Introduction to Theory of Knowledge: The 1913 Manuscript's Russell*. London: Routledge, 1992.

GOLDSTEIN, R. L. Wittgenstein's Philosophy of Mathematics. *In: Ludwig Wittgenstein, Philosophy and Language*. Edited by Alice Ambrose and Morris Lazerowitz. London: George Allen and Unwin Ltd., 1972.

GRABHOFF, G. *Wittgenstein's World of Mechanics*. New York: Springer Wien New York, 2006.

GRIFFIN, James. *O Atomismo Lógico de Wittgenstein*. Porto: Editora do Porto, 1998.

HAMILTON, Kelly Ann. Some Philosophical Consequences of Wittgenstein's Aeronautical Research. *Perspectives on Science*. Cambridge: MIT press, vol. 9, n. 1, spr. 2001. p. 1-37.

HEIDEGGER, M. *Vom Wesen der Wahrheit*, 4. ed., Frankfurt am Main, 1961.

HEISENBERG, Werner. *Física e filosofia*. 3. ed. Trad. Jorge Leal Ferreira. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1995.

HELLMAN, Hal. *Grandes Debates da Ciência: Dez das maiores contendas de todos os tempos*. Trad. José Oscar de Almeida Marques. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

HELMHOLTZ, H. von. Prefácio. *In: HERTZ, H. The principles of mechanics: presented in a new form*. Preface by Hermann von Helmholtz. Authorized English translation by D. E. Jones e J. T. Walley. With a new introduction by R. S. Cohen. New York: Dover Publication, 1956.

HERTZ, H. *Electric Waves*. New York: Dover Publications, 1962.

_____. *The principles of mechanics: presented in a new form*. Preface by Hermann von Helmholtz. Authorized English translation by D. E. Jones e J. T. Walley. With a new introduction by R. S. Cohen. New York: Dover Publication, 1956.

HUME, D. *Tratado da Natureza Humana: uma tentativa de introduzir o método experimental de raciocínio nos assuntos morais*. Trad. Débora Danowski. São Paulo: UNESP, 2001.

HYDER, David. *The mechanics of meaning: propositional content and the logical space of Wittgenstein's Tractatus*. Berlin; New York: de Gruyter, 2002. (Quellen und Studien zur Philosophie; Bd. 57)

JANIK, A. Wittgenstein, Hertz and Hermeneutics. *In: _____ Boston Studies in the Philosophy of Science*, 2002.

JANIK, A.; TOULMIN, S. *A Viena de Wittgenstein*. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

KANT, Immanuel. *Crítica da Razão Pura*. Trad. Manuela Pinto dos Santos, Alexandre Fradique Morujão. 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.

KJAERGAARD, Peter C. Hertz and Wittgenstein's Philosophy of Science. *Journal for General Philosophy of Science*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, nº 33, p. 121-149, 2002.

LANGHAAR, Henry. *Dimensional Analysis and Theory of Models*. New York: John Wiley and Sons, 1951.

MACH, E. *The Science of Mechanics: A Critical and Historical Account of Its Development*. Open Court Publishing Company, 1960.

MALCOLM, N. *Ludwig Wittgenstein: A Memoir, with a Biographical Sketch by G. G. von Wright*. Oxford: Oxford University Press. 1984.

MARQUES, José Oscar de Almeida. Espaço e tempo no *Tractatus* de Wittgenstein. *Anais do VIII Colóquio de História da Ciência*. Campinas: CLE-Unicamp, 1995. (Coleção CLE, 15)

MAXWELL, Jame Clerk. *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Nova York: Oxford University Press, 1998. vol II.

MCGUINNESS, Brian, *Wittgenstein, a Life: Young Ludwig*. Berkeley: University of California Press, 1988.

MONK, Ray. *Wittgenstein: o dever do gênio*. Tradução Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Cia das Letras, 1995.

MOREIRA, I. C. As visões física e epistêmica de Hertz e sua representações. *In: Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*. n. 13, p. 33-43, jan-jun, 1995.

MORENO, Arley R. Fenomenologia e Problemas Fenomenológicos. *Manuscrito: Revista Internacional de Filosofia*. Campinas: UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, v. XVIII, nº. 2, p 129-225, out. 1995.

NEWTON, Isaac. *Isaac Newtoni Opera quae exstant Omnia*. Edição Samuel Horsley, 5 vols., L.L.D: Londres, 1779.

_____. *Mathematical Principles of Natura Philosophy*. Trad. Andrew Motte. 3 vols. Londres, 1803.

_____. *Opticks: Or, a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflection, and Colours of Light*. 3. ed. Londres, 1721.

NORDMANN, Alfred. Another New Wittgenstein: the Scientific and Engineering Background of the *Tractatus*. *Perspectives on Science*. Cambridge: MIT. vol. 10, n. 03, 2003. p. 356-384.

OLIVEIRA, Manfredo Araújo de. *Reviravolta Lingüístico-Pragmática na Filosofia Contemporânea*. São Paulo: Loyola, 1996.

POINCARÉ, Henri. As ideias de Hertz sobre a mecânica. In: _____ *Ensaio Fundamentais*. Org. Antônio Augusto Passos Videira, Ildeu de Castro Moreira. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto (PUC Rio), 2008.

_____. *A Ciência e a Hipótese*. Trad. Maria Auxiliadora Kneipp. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1984.

POPPER, K. R.. *A lógica da pesquisa científica*. Trad. Leônidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 1975.

PRADO NETO, Bento. *Fenomenologia em Wittgenstein: tempo, cor e figuração*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2003.

RUSSELL, B. [1908b]. Mathematical Logic as Based on a Theory of Types. *American Journal of Mathematics* 30: 222-262.

_____. [1912]. *The Problems of Philosophy*. Oxford: Oxford University Press, 1980.

_____. Da Denotação. In: _____ *Lógica e Conhecimento*. Ensaio escolhido. Seleção de textos de Hugh Matthew Lacey. Trad. Pablo Rubén Mariconda. São Paulo: Abril Cultural, 1978. pp. 03-14 (Coleção Os Pensadores).

_____. *Theory of Knowledge: The 1913 Manuscript*. London: Routledge, 1992.

SANTOS, L. H. L. *A Essência da Proposição e a Essência do Mundo*. Ensaio introdutório à tradução do *Tractatus Logico-Philosophicus*. São Paulo: Edusp, 2001.

SPINELLI, Miguel. *Filosofia e Ciência*. São Paulo: EDICON, 1990.

STERN, David G. *Wittgenstein on Mind and Language*. Oxford: Oxford University Press, 1995.

TORT, A. C.; CUNHA, A. M.; ASSIS, A. K. T. Uma tradução comentada de um texto de Maxwell sobre a ação à distância. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. V. 26, p. 273-282, 2004.

VIDEIRA, A. A. P. A Física entre a Mecânica Clássica e a Filosofia: Os Exemplos de Helmholtz, Boltzmann e Hertz. In: *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*. n. 13, jan.-jun, 1995, p. 11-14.

WATSON, W. H. *On Understanding Physics*. Cambridge, 1938.

WITTGENSTEIN, L. Algumas Observações Sobre Forma Lógica. Tradução Darlei Dall'Agnol. *Manuscrito: Revista Internacional de Filosofia*. Campinas: UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, v. XVIII, nº. 2, p 39-47, out. 1995.

_____. *Cadernos 1914-1916*. Trad. João Tiago Proença. Lisboa: Edições 70, 1998.

_____. *Culture and Value*. Oxford: Basil Blackwell, 1980.

_____. *Gramática Filosófica*. Trad. Luís Carlos Borges. São Paulo: Loyola, 2003.

_____. *Letters to C. K. Odgen with Comments on the English Translation of the Tractatus Logico-Philosophicus*. Oxford: Blackwell, 1983.

_____. *Manuscripts*. In: VON WRIGHT, G.H. "Special Supplement: The Wittgenstein Papers" In *Philosophical Review*, nº 78, 1969.

_____. *The Big Typescript (TS 213; unpublished)*, p. 421. In: VON WRIGHT, G.H. catalogue numbers in "The Wittgenstein Papers". In: WITTGENSTEIN, L. *Philosophical Occasions*, J.C. Klagge and A. Nordman (eds.). Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1993.

_____. *Tractatus Logico-Philosophicus*. Translated by D. F. Pears and B. F. McGuinness with Introduction by Bertrand Russell. Routledge & Kegan Paul, London & Henley, 1961 b.

_____. *Tractatus Logico-Philosophicus*. Trad. apresentação e estudo introdutório Luiz Henrique Lopes dos Santos. [Introdução Bertrand Russell]. 3. ed. São Paulo: EDUSP, 2001.

WRIGHT, G. H. von (org.). *Letters to Russell, Keynes and Moore*. trad. ingl. B. F. McGuinness. Oxford: Blackwell, 1974.