

Tiago Fontanella de Lima

**OS MODELOS CIENTÍFICOS CONFORME NANCY
CARTWRIGHT**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Filosofia da
Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do Grau de Mestre em
Filosofia.

Orientador: Prof. Dr. Jaimir Conte

Florianópolis
2016

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

Lima, Tiago Fontanella de
Os Modelos Científicos conforme Nancy Cartwright / Tiago
Fontanella de Lima ; orientador, Jaimir Conte -
Florianópolis, SC, 2016.
119 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa
de Pós-Graduação em Filosofia.

Inclui referências

1. Filosofia. 2. Filosofia da Ciência. 3. Modelos
Científicos. 4. Leis Científicas. 5. Nancy Cartwright. I.
Conte, Jaimir . II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Filosofia. III. Título.

Tiago Fontanella de Lima

**“OS MODELOS CIENTÍFICOS CONFORME
NANCY CARTWRIGHT”**

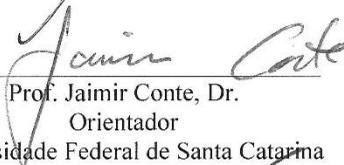
Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Filosofia”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Filosofia.

Florianópolis, 04 de março de 2016.



Prof. Alexandre Meyer Luz, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof. Jaimir Conte, Dr.
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Celso Rêni Branda, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Jonas Becker Arenhart, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Gilmar Evandro Szczepanik, Dr.

Universidade Estadual do Centro-Oeste

Para meus pais Osmar e Leda. Meus
irmãos Tamiris, Tobias e Tamara. E
minha namorada Amanda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao meu orientador, professor Jaimir Conte, por assumir minha dissertação em um momento decisivo para minha formação. Seu exemplo e solidariedade jamais serão esquecidos por mim. Sempre passarei adiante aquilo que aprendi com ele, isto é, aqueles valores que podem estar para além da filosofia. Agradeço também ao professor Luiz Henrique de Araújo Dutra, pelos ensinamentos e pela colaboração na formação desta pesquisa.

Agradeço ao professor Alberto Oscar Cupani por participar também do exame de qualificação. Fica aqui meu agradecimento também por ter me orientado em meu trabalho de conclusão de curso na graduação e ter proporcionado um direcionamento para o que eu viria a estudar no mestrado. Minha gratidão ao professor Gilmar Evandro Szczepanik também não tem tamanho. Agradeço pelas contribuições e críticas apresentadas. Também não posso deixar de agradecer pelos conselhos que foram dados por ele quando eu ainda me encontrava no curso de graduação. Sem dúvida foi algo muito importante para o que eu viria à fazer depois.

Agradeço ao professor Jonas Becker Arenhart por participar da banca, pela paciência, e por também participar do exame de qualificação e da banca de defesa deste escrito. Sua colaboração fora de sala em conversas que me elucidaram conceitos e me encorajaram a seguir à pesquisa foi primordial. Também sou imensamente grato ao professor Celso Reni Braida por participar da banca de defesa, pelas críticas, e comentários que foram muito proveitosos.

Agradeço aos funcionários do Programa de Pós-graduação em Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina, em especial ao coordenador professor Alexandre Meyer Luz por me ajudar nos momentos difíceis. Também jamais esquecerei o que o professor Alexandre fez por mim. Não posso deixar de agradecer à Ângela Maria Rachadel Gasparini, sempre muito dedicada, atenciosa e prestativa.

Aproveito para agradecer também à CAPES pela bolsa de estudos sem a qual dificuldade financeira seria grande ou talvez intransponível. Agradeço aqueles professores que me influenciaram desde meu ingresso no curso de graduação em Filosofia. Cronologicamente são eles: novamente o professor Luiz Henrique de Araújo Dutra, professor César Augusto Mortari, professor Antônio Mariano Nogueira Coelho, novamente o professor Alberto Oscar Cupani, professor Alexandre Meyer Luz, professor Jaimir Conte, e o professor Celso Reni Braida.

Devo agradecer também ao professor Samuel da Silva Mattos do curso de Direito do Centro de Ciências Jurídicas da Universidade Federal de Santa Catarina. Agradeço por todos nossos encontros filosóficos que sempre me lembraram a grandeza que a Filosofia possui. Deste modo jamais restringi Filosofia a apenas uma área ou um autor. O professor Samuel colaborou para que eu não me limitasse a uma modesta parte do escopo que a Filosofia envolve. Sou eternamente grato por isso.

Agradeço também aos colegas que mantive contato, em especial ao amigo Ivan Ferreira da Cunha, o qual devo muito por ter me incentivado tanto no período em que estive realizando a graduação quanto o mestrado em Filosofia. Não posso deixar de mencionar os colegas Jean Carlos Herpich, Grégori Michel Czizewski, Luan Corrêa, Leandro Rocha, Ítalo Lins Lemos, Éderson Safra Melo, Allysson Vasconcelos Lima Rocha, e Breno Guimarães.

Agradeço aos meu pais, Osmar Lourenço de Lima e Leda Fontanella por toda minha criação, por me incentivarem e por terem respeitado minhas decisões no que tange aos meus projetos. Consequentemente agradeço aos meus irmãos pelo convívio e pelo amor que sempre esteve presente em nossas relações.

Também não poderia deixar de agradecer à minha namorada, Amanda, pelo amor, respeito e compreensão quando estive ausente para me dedicar a dissertação, e cuja mão amiga nunca deixou de estar a meu alcance.

“Who are *you*?” said the Caterpillar.

This was not an encouraging opening for a conversation. Alice replied, rather shyly, “I – I hardly know, Sir, just at present – at least I know who I *was* when I got up this morning, but I think

I must have been changed several times since then” (LEWIS CARROLL – Alice’s Adventures in Wonderland, 1865)

RESUMO

Esta dissertação tem por objetivo analisar os conceitos de modelos científicos defendidos por Nancy Cartwright. Dada a importância da autora na tradição filosófica, optamos por fazer uma exposição inicial abordando as noções de seu programa filosófico necessárias para o entendimento posterior das noções de modelos científicos. Desta forma, abordamos de forma breve seu antirrealismo de teorias, ainda que este antirrealismo esteja implícito em todo o decorrer do presente texto, e em seguida mencionamos o seu realismo de entidades. Cronologicamente, isto ocorre na sua obra *How the Laws of Physics Lie* (1983). Nesta obra a autora apresenta o conceito de modelos científicos como simulacros da explicação. Este conceito surge em decorrência de seus questionamentos sobre as leis científicas serem caracterizadas como leis verdadeiras e universais. Consequentemente, as leis mentem e as teorias não podem nos fornecer um relato verdadeiro em relação ao mundo. Sendo assim, ao propor os modelos como simulacros, a autora visa também fornecer um modelo da explicação que esteja mais próximo da prática científica que o Modelo Nomológico Dedutivo de Hempel. Em seguida, mencionamos a obra *Nature's Capacities and Their Measurement* (1989), para trazer deste escrito o conceito de capacidades que será utilizado na sua obra posterior, *The Dappled World* (1999). Nesta obra encontramos um conceito mais refinado e sofisticado de modelos como projetos de máquinas nomológicas. É somente nestes modelos que as leis fundamentais são verdadeiras e funcionam apenas em *ceteris paribus*. Ao final, realizamos uma análise da repercussão das frutíferas e seminais ideias de Cartwright. Indicando os pontos positivos e os pontos carentes de seu programa filosófico.

Palavras-chave: Nancy Cartwright. Modelos Científicos. Leis Científicas. Capacidades.

ABSTRACT

This dissertation aims to analyze the concepts of scientific models defended by Nancy Cartwright. Given her importance on the philosophical tradition we chose to make an initial exposition of the notions of her philosophical program necessary to the further understanding of the notions of scientific models. Thus, we briefly approached her anti-realism of theories, even though this anti-realism is implicit throughout this text, after that we mention her realism of entities. Chronologically, this occurs in her book *How the Laws of Physics Lie* (1983). Where the author introduces the concept of scientific models as simulacra of the explanation. This concept rises from her questioning about the scientific laws being characterized as true universal laws. Consequently, the laws lie and the theories are not able to provide us a reliable report related to the world. Therefore, by proposing the models as simulacra, the author also aims to provide a closer model of the explanation of scientific practice than the Deductive Nomological Model of Hempel. Afterwards, we mention the book *Nature's Capacities and Their Measurement* (1989) in order to extract the concept of capacities which will be used in her posterior work, *The Dappled World* (1999). Where it is possible to find a more refined and sophisticated concept of models like blueprints of nomological machines. It is only in those models that the fundamental laws are true and work only in *ceteris paribus*. Finally, we make an analysis of the repercussion of Cartwright's rich ideas. Indicating the positive aspects as well as the insufficient ones of her philosophical program.

Keywords: Nancy Cartwright. Scientific models. Scientific laws. Capacities.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1 – A FILOSOFIA DA CIÊNCIA DE NANCY	23
CARTWRIGHT	23
1.1 – ANTIRREALISMO CIENTÍFICO	25
1.2 - LEIS CAUSAIS E LEIS DE ASSOCIAÇÃO	28
1.3 – EXPLICAÇÕES CIENTÍFICAS	31
1.4 – CONCEITO DE MODELO EM “HOW THE LAWS OF PHYSICS LIE”	32
1.5 – REALISMO DE CAPACIDADES	46
1.6 – MODELOS CIENTÍFICOS COMO FÁBULAS	46
CAPÍTULO 2 – MODELOS COMO PROJETOS DE MÁQUINAS NOMOLÓGICAS	51
2.1 – FUNDAMENTALISMO VERSUS PATCHWORK DE LEIS CIENTÍFICAS	51
2.2- DE ONDE AS LEIS DA NATUREZA SURGEM?	54
2.3 – UM EXEMPLO DE MÁQUINA NOMOLÓGICA PROVINDO DA FÍSICA	56
2.4 – MODELOS COMO PROJETOS DE MÁQUINAS NOMOLÓGICAS ...	58
2.5 – AS CAPACIDADES SÃO REALMENTE NECESSÁRIAS?	64
2.6 – O QUE FAZ UMA CAPACIDADE SER CONSIDERADA VERDADEIRA?	69
2.7 – AS MÁQUINAS NOMOLÓGICAS E OS LIMITES DA CIÊNCIA	71
2.8 – AS LEIS DA NATUREZA	72
CAPÍTULO 3 – A REPERCUSSÃO DAS IDEIAS DE CARTWRIGHT	81
3.1 – AS CONSIDERAÇÕES DE BAILER-JONES	81
3.2- AS CONSIDERAÇÕES DE MARGARET MORRISON	86
3.3- AS CONSIDERAÇÕES DE RONALD GIERE	93
CONCLUSÃO	105
REFERÊNCIAS	114

INTRODUÇÃO

Este trabalho visa analisar os conceitos de “modelos científicos” na filosofia da ciência de Nancy Cartwright. Tendo este intuito em mente, optamos por tal título. Nele indicamos que desejamos analisar os modelos científicos conforme foram apresentados pela autora cronologicamente. Assim, é necessário apresentar o primeiro conceito que a autora propôs, isto é, modelos científicos como “simulacros” e conseqüentemente indicar o caminho percorrido por Cartwright até o conceito de modelo como “projeto de máquina nomológica”. Esses são considerados pela autora como ficções, e não iremos propor ou defender uma ontologia para eles. Portanto, é mister que desejamos caracterizá-los do ponto de vista da filosofia da ciência e em alguns momentos abordaremos questões epistemológicas referente a eles.

Os modelos possuem uma importância central em muitos contextos científicos. Exemplos desta centralidade dos modelos nós encontramos nos exemplos do modelo das bolas de bilhar para explicar a cinética dos gases, modelo de átomo de Bohr, modelo de polímeros da cadeia de Gauss, modelo de atmosfera de Lorenz, modelo do DNA com hélice dupla, modelos evolutivos baseados no agente e nas ciências sociais, e modelo de equilíbrio geral dos mercados. Os cientistas dedicam boa parte de seu trabalho construindo, testando, comparando e revisando modelos. E muitos periódicos dispõem um considerável espaço para a introdução, aplicação, e interpretação desses valiosos instrumentos. Em suma, os modelos são um dos principais instrumentos da ciência moderna.

Os filósofos estão reconhecendo a importância dos modelos, e voltando para eles suas atenções e sondando os variados papéis que os modelos desempenham na prática científica. O resultado tem sido uma proliferação de variados conceitos de modelos na literatura filosófica. Modelos fenomenológicos, modelos computacionais, modelos explanatórios, modelos de testes, modelos idealizados, modelos em escala, modelos didáticos, modelos heurísticos, modelos matemáticos, modelos icônicos e modelos formais são algumas das noções utilizadas para categorizar os modelos. Os modelos levantam questões de semântica (o que é a função de representação exercida pelos modelos?), questões de ontologia (que tipo de coisas os modelos são?), questões de epistemologia (como podemos aprender com os modelos?) e em um contexto mais geral de filosofia da ciência (como os modelos se relacionam com as teorias? Quais são as implicações de um modelo baseado em determinada abordagem no debate sobre o realismo científico, explicações, e leis da natureza?). Portanto, “modelo” é um termo altamente polissêmico. Dada

essa polissemia, torna-se difícil a compreensão total do termo. Sendo assim, por entendermos que as ideias de Cartwright são interessantes e inovadoras, focaremos na concepção de modelo como projeto de máquina nomológica.

Começamos nossa empreitada demarcando a posição de Cartwright no debate realismo/antirrealismo científico. Situamos sua posição em contraste com a posição antirrealista radical de Bas van Fraassen (2007). Este último autor defende que as teorias científicas não descrevem o mundo como ele realmente é, e que não podemos saber se as entidades inobserváveis que uma teoria postula são reais ou não, assumindo uma posição agnóstica quanto à existência dessas entidades inobserváveis e as tratando como ficções úteis para a teoria. De modo semelhante à posição de van Fraassen, Cartwright também aponta que as teorias não podem reivindicar verdade em relação aos aspectos referentes ao mundo. Aliás, a maior parte de sua primeira obra (CARTWRIGHT, 1983) é uma crítica a este tipo de pensamento. Porém, discordando de van Fraassen, a autora manifesta certa crença na veracidade das entidades inobserváveis, assim como Ian Hacking (1982) também a faz. Alguns autores dizem que as filosofias de Hacking e Cartwright são paralelas devido às semelhanças e o diálogo exercido pelos autores nas criações de suas obras. Para outros, as diferenças existentes nas posições de ambos pedem para caracterizar ambas as filosofias como complementares.

A primeira obra de Cartwright, *How the Laws of Physics Lie* (1983) é o livro onde a autora apresenta sua visão da filosofia da ciência. Nesta primeira obra já percebemos uma forte oposição às leis “fundamentais”, leis estas que a autora caracteriza com sendo as leis vigentes na tradição da filosofia da ciência. Isto é, leis de cunho humiano, caracterizadas pela conjunção finita de eventos. Segundo os representantes desta posição, estas leis são verdadeiras por permitirem a explicação dos fenômenos. Cartwright nega isto e fornece, para tanto, contraexemplos no decorrer da obra. Para ela, as leis não poderiam ter esse caráter, pois elas falham em determinados casos, e conseqüentemente não podem alegar veracidade. Na sua posição as leis empregadas pela atividade científica deveriam ser causais, ou seja, leis de inspiração aristotélica e escolástica que são corroboradas pelo o que Cartwright chamada de “estratégias efetivas”.

Ainda em *How the Laws of Physics Lie*, a autora propõe uma diferenciação entre explicações causais e explicações teóricas. Para Cartwright, somente as explicações e leis causais podem descrever realmente os fenômenos, ao passo que as explicações teóricas e leis fundamentais “mentem”. A abordagem realista sustenta a realidade das

entidades teóricas, e confere um valor epistêmico primordial às explicações científicas¹. A autora afirma que van Fraassen elimina coisas demais ao rejeitar as entidades teóricas. Em contrapartida, ela sustenta a existência dessas entidades teóricas envolvidas em explicações causais. A principal diferença entre as explicações teóricas e as explicações causais é que estas últimas tem uma espécie de componente existencial interno, ao passo que as outras citadas não possuem.

Na segunda obra de Cartwright, *Nature's Capacities and Their Measurement* (1989), é apresentando um novo conceito. A partir deste momento, a autora defende a realidade das *capacidades*. Este conceito permitiu a autora fundamentar seu realismo de entidades de forma mais precisa, e estabelecer de forma mais clara a diferença entre leis causais e leis de associação. E esta também foi uma maneira de atacar a tradição humeana, pois esta tradição não encontra mais nada na natureza além das regularidades, fator este que a autora deseja questionar. Para ela, as capacidades são mais básicas que as regularidades e estas últimas podem ser obtidas a partir de nossos conhecimentos sobre as capacidades. Grosso modo, dizer que um corpo, uma partícula, ou uma entidade possui uma “capacidade” é dizer que tem a tendência, a natureza, a potência, de se comportar de determinada maneira em determinada situação

Para encerrar o primeiro capítulo, analisamos o primeiro conceito de “modelo” proposto pela autora. Isto é, os modelos como “simulacros” da explicação. Neste momento a autora deseja propor um modelo da explicação mais próximo da atividade científica do que o modelo Nomológico Dedutivo proposto por Hempel (HEMPEL, 1948). Para ela, o que conduz as teorias científicas para a realidade são os modelos e as leis fenomenológicas. Enquanto as leis fenomenológicas descrevem as aparências, as leis fundamentais são verdadeiras apenas nos modelos, isto é, apenas para objetos contidos nos modelos. Portanto, a falsidade das leis fundamentais decorre do fato de elas explicarem demais e por elas serem verdadeiras apenas nos modelos (que por sua vez, são ficções). Assim sendo, a forma em que Cartwright pode sustentar seu realismo de entidades requer compreender como é sua teoria da explicação e qual é o papel que os modelos desempenham neste contexto.

No capítulo 2 introduzimos o conceito de modelo como projeto de máquina nomológica propriamente dito. A autora apresenta este conceito em sua obra *The Dappled World* (1999). Neste livro, ela aprofunda suas críticas sobre as leis fundamentais e as explicações

¹ O que geralmente é compreendido como “inferência para a melhor explicação”.

teóricas. No entanto, aqui a noção de modelo é central, e a autora faz uma aproximação entre os modelos da Física e das ciências humanas, em especial a Economia. No capítulo 3 da mencionada obra é onde se encontra uma defesa mais forte e a apresentação dos modelos como projetos de máquinas nomológicas. Os projetos seriam os modelos representativos e as máquinas os modelos interpretativos². Os modelos interpretativos auxiliam na elaboração dos modelos representativos, estes últimos, por sua vez, são aqueles que representam as situações mais concretas e é onde as leis operam. Eles permitem trabalhar as situações que as teorias não conseguem dar conta.

Os projetos são os modelos representativos que possuem as informações essenciais sobre as máquinas nomológicas a que eles correspondem. Uma máquina nomológica é uma máquina que exhibe determinadas leis. Isto é, são “configurações estáveis de componentes com determinadas capacidades apropriadamente protegidas e postas em funcionamento continuamente” (CARTWRIGHT, 1999, p. 151). O conceito é muito abrangente pois além das máquinas nomológicas naturais (como o sistema solar, por exemplo), encontramos também as máquinas criadas por nós para intervir, como ferramentas que construímos. Para a autora, também há as máquinas para os contextos de fenômenos sociais. Caso tenhamos conhecimento e meios para controlar e investigar seus componentes e as capacidades, podemos utilizá-los nas ciências humanas, em especial na economia.

Procuramos então, analisar os conceitos de leis que são empregados nos projetos e nas máquinas nomológicas, para em seguida tratar de um exemplo de máquina nomológica natural, isto é, o sistema solar exibindo as leis de Kepler. Posteriormente analisaremos o conceito de máquina nomológica em si, e a maneira como as capacidades atuam e contribuem para o funcionamento de uma máquina nomológica, seja natural, concreta ou abstrata.

Como já mencionado anteriormente, as capacidades são necessárias para que possamos entender o funcionamento das máquinas nomológicas, e isto não é possível através das leis. Não ao menos no conceito tradicional de lei como conjunção necessária de regularidades. Precisamos das capacidades nos princípios para descrever a construção de uma máquina nomológica e para descrever o seu funcionamento. Buscamos analisar como é o uso deste conceito nestas duas situações.

Em razão de sua crítica à abordagem tradicional, Cartwright propõe que os argumentos desta tradição sejam trocados e que deixe o

² DUTRA, 2013, p. 152.

caminho livre para a aceitação das capacidades. As capacidades reivindicam verdade por causa dos fatos sobre as capacidades, pois a autora acredita que a “gramática do mundo” tem um espaço para este conceito. Para compreendermos o comportamento de uma capacidade, devemos atentar para o cenário, ou melhor, os tipos de cenário necessários para produzir resultados sistemáticos e predizíveis. Isto nos leva até as máquinas nomológicas. Elas exigem condições ideais para que um sistema possa exercer suas capacidades de maneira repetida, e as indicações empíricas sugerem que estes tipos de condições são raras.

Ao final deste capítulo, ainda desejamos fazer uma abordagem do conceito de natureza que é proposto por Cartwright e que remonta à tradição aristotélica. Afinal para esta autora, o que há de mais básico são as capacidades que as coisas possuem por natureza. Todavia, essas capacidades somente operam em dado ambiente que fornece as condições necessárias para elas operarem de determinada forma. Este conceito se faz necessário pois precisamos das capacidades para chegarmos as máquinas nomológicas.

No capítulo 3, desejamos apresentar a repercussão das ideias seminais de Cartwright. Abordaremos essas repercussões focando nas considerações de três autores: Daniela Bailer-Jones, Margaret Morrison e Ronald Giere. Veremos que grande parte do que é discutido se focará no papel dos modelos interpretativos e dos modelos representativos. Sobretudo nos modelos representativos. Visto que Cartwright não possui uma abordagem muito aprofundada sobre o tema. Podemos adiantar que isso se deve em parte pelo fato da autora estar focada em abordar o campo da prática científica. Da mesma maneira que Ian Hacking, Cartwright não pretende trabalhar o aspecto da representação em filosofia da ciência. Prefere então, trabalhar o aspecto da intervenção no mundo.

Ao final da dissertação, não desejamos defender uma certa primazia dos modelos científicos diante das teorias. Todavia, se os modelos científicos não são mais importantes que as teorias científicas, tampouco serão menos importantes. Visto que em determinados casos as teorias necessitarão do auxílio dos modelos científicos, e em outros, os modelos necessitarão do auxílio das teorias, a importância de ambos é equivalente.

CAPÍTULO 1 – A FILOSOFIA DA CIÊNCIA DE NANCY CARTWRIGHT

Este capítulo visa fazer uma análise do pensamento da filósofa americana Nancy Cartwright (1944-) em suas obras que foram lançadas no decorrer da década de 1980, nos seus livros *How the Laws of Physics Lie* (1983) e *Nature's Capacities and Their Measurement* (1989). Em especial, focaremos a primeira obra, embora, a segunda obra seja necessária para compreendermos alguns conceitos que iremos trabalhar no segundo capítulo deste escrito. Cartwright é uma autora importante na literatura da filosofia da ciência atual. Ela destaca-se por confrontar o antirrealismo de entidades de Bas van Fraassen (1941-) e defender uma posição com certa influência aristotélica, a partir do momento em que sustenta a existência de *leis causais* em vez de *leis de associação* (ou fundamentais)³ e por pregar a existência do conceito de *capacidades* na natureza.

Cartwright adota uma abordagem de cunho empirista. Todavia, segundo a própria autora, essa abordagem está mais próxima do empirismo de John Stuart Mill (1806-1873) e Otto Neurath (1882-1945) do que do empirismo de David Hume (1711-1776) ou Rudolf Carnap (1891-1970). O cerne da filosofia de Cartwright não se encontra em problemas referentes ao ceticismo, à indução ou à demarcação. O cerne de sua filosofia encontra-se na questão de como a ciência atual alcança tamanho sucesso, e quais pressuposições metafísicas e epistemológicas são necessárias para compreender este sucesso. A autora assume uma posição pragmática/realista em relação a observações e intervenções feitas por cientistas e engenheiros, e em particular em relação às conexões com a causalidade. O papel da causalidade na prática científica é para ela indubitável. O que Cartwright faz, portanto, é reconfigurar o empirismo. E nesta reconfiguração, muitos aspectos do empirismo tradicional são afetados, em especial o aspecto que se refere às leis da natureza.

Segundo Cartwright, seu trabalho possui certa fidelidade com um ponto de vista tradicional. Isto é, sua obra seria um exemplo da prática filosófica desempenhada pela *Stanford School of history/philosophy of science*. Uma característica que une os estudiosos desta instituição é o forte respeito que demonstram pela a prática científica. Se a ciência tem entregue conhecimento genuíno sobre o mundo, então estudar estas práticas atuais certamente é um guia para entender de que maneira o

³ Estas leis, por sua vez, são de cunho humano.

conhecimento é obtido. Os filósofos da Stanford School geralmente são empiristas, todavia, não temem abordar os aspectos metafísicos da prática científica. Cartwright, como representante desta escola, também não teme. Sua metafísica surge de forma bem específica no que tange questões como a da causação e das “disposições” das coisas. Metaforicamente falando, para ela, se existe um Deus, este Deus se parece mais com um inglês que com um francês. O que significa dizer que o mundo se apresenta pouco organizado e de forma pobre, com regras mais superficiais que profundas e sem muitos princípios necessários.

Outro contraste, além do mencionado acima, consiste em que Cartwright é mais aristotélica que platônica. Isto é, para ela formas eternas e universais, caso elas existam, certamente não são úteis para explicar o que acontece realmente no mundo, ao passo que as *naturezas* e *capacidades* das coisas certamente nos ajudam. As características centrais desta visão de mundo são a insistência na realidade das *capacidades*, e a afirmação de que as leis fundamentais não são genuinamente partes verdadeiras da natureza. Uma consequência dessas convicções é uma tese central defendida pelos estudiosos da Stanford School, isto é, da *falta de unidade da ciência*. A filosofia da Ciência de Nancy Cartwright caracteriza-se, em um primeiro momento, como uma posição antirrealista de teorias e realista de entidades, assim como Ian Hacking o é também. Esta é uma posição forte e bem clara que se encontra em sua obra “*How the Laws of Physics Lie*” (1983). Este tipo de abordagem surge, dentre outros motivos, como resposta ao “Empirismo Construtivo” de Bas van Fraassen que se encontra no livro “*Scientific Image*” (1980). Este último autor, por sua vez, defende uma forte posição totalmente antirrealista.

Embora possa haver certa semelhança entre as filosofias da ciência de Cartwright e Hacking, em alguns pontos elas divergem. Aparentemente a diferença básica entre estas filosofias reside entre o que seria o “teórico” e o “fenomenológico” para filósofos e cientistas. Para os cientistas, essa distinção não acrescentaria nada ao seu trabalho. Contudo, para os filósofos ela se faz importante, pois neste ponto, segundo Cartwright, acontece a separação entre realistas e antirrealistas científicos. Na última obra mencionada (1983) e em “*The Dappled World*” (1999), Cartwright visa defender uma posição antirrealista das leis fundamentais focada em discussões sobre explicações científicas. Para a autora, as leis fenomenológicas da física, e de outras ciências também, são destinadas a descrever, e fazem isto suficientemente bem. No entanto, as equações fundamentais são destinadas a explicar, e o custo do poder explicativo é a inadequação descritiva. Sendo assim, por mais bem-sucedidas que sejam estas leis, elas não podem dizer a verdade.

Iniciaremos nossa exposição analisando a dicotomia entre o realismo e antirrealismo científico. Optamos por este tipo de viés didático por acreditarmos que é interessante situar a posição de Cartwright em um debate mais amplo e clássico na filosofia da ciência recente. Debate este, que por sua vez, ainda se estende até a atualidade e não parece indicar certo consenso na comunidade. Feito isto, iniciaremos a exposição da doutrina de Cartwright. E em sequência, vamos refinando a discussão até chegar ao cerne de nosso objeto. Isto é, tratar dos conceitos de modelos científicos proposto pela autora. Mas primeiramente vamos expor os conceitos básicos que necessitamos.

1.1 – ANTIRREALISMO CIENTÍFICO

A partir da segunda metade do século passado surge de forma mais forte o debate entre realistas e antirrealistas científicos. De certa forma, este debate remonta às doutrinas filosóficas medievais. Mais especificamente à controvérsia entre os universalistas, os nominalistas e os conceitualistas. E segundo comentadores, podemos encontrar indícios deste embate já na filosofia grega. Como todo debate filosófico, podemos encontrar grandes diferenças nas caracterizações das grandes doutrinas. Mas, grosso modo, para situar o leitor, analisando os medievais, os defensores do universalismo caracterizavam-se por pregar a existência dos universais independentes da existência do ser humano. Os nominalistas, por sua vez, compreendiam que os universais existiam apenas na linguagem em forma de nomes. E os conceitualistas entendiam os universais como entidades mentais, e assim como para os nominalistas, portanto, a existência dos universais era dependente da existência do ser humano⁴. Autores como van Fraassen discutem esta questão no território da filosofia da ciência. Ele aborda e caracteriza o realismo científico com o desejo de refutá-lo. Faremos esta exposição da mesma forma feita por van Fraassen. Primeiramente o autor expõe as dificuldades enfrentadas pelo empirismo em geral. O empirismo sempre foi uma das principais doutrinas que visavam caracterizar o estudo científico da Natureza. Essa doutrina, caracterizada conforme van Fraassen, requer apenas que as teorias apresentem um relato daquilo que é observável, utilizando-se de outras entidades postuladas para tal intento apenas na medida em que

⁴ Utilizamos esta apresentação apenas para fins didáticos. Compreendemos que é um ponto e objeto de um grande e rigoroso debate ainda contemporaneamente.

estas últimas possam ser vinculadas a dados de observação. Isso vai contra uma posição realista tradicional em filosofia da ciência, pois o realismo científico prega a existência e uma possível explicação das entidades inobserváveis, além das observáveis.

Segundo lembra o autor, a primeira grande corrente a se destacar e a dominar a filosofia da ciência do século XX foi o “positivismo lógico”, também chamado de “empirismo lógico” e “neopositivismo”, rótulos estes que foram dados aos pensadores do denominado Círculo de Viena. Os positivistas lógicos visavam à negação da metafísica. Eles consideravam que qualquer tipo de filosofia que tivesse pretensões sérias, deveria inspirar-se nas ciências naturais, na Matemática e na Lógica. E para fins de solucionar a controvérsia sobre entidades inobserváveis e observáveis, propuseram uma distinção através de uma linguagem científica que estabelecesse regras para identificar quando uma entidade seria caracterizada como observável. Ou seja, desejavam acrescentar ao empirismo uma teoria do significado e da linguagem. Deste modo, haveria um vocabulário observacional, em que os termos se refeririam as entidades observáveis, e um vocabulário teórico, referente a entidades inobserváveis.

Conforme Cupani (2009, p. 23) a profissionalização, propriamente dita, da filosofia da ciência iniciou-se com o Círculo de Viena. Admitindo que a filosofia tradicional até o momento possuía um viés metafísico exagerado, de acordo com os representantes desta corrente, se fazia necessário a substituição desta abordagem. Estes estudiosos optaram por substituir a filosofia vigente por uma nova concepção entendida como uma atividade de análise da linguagem científica e cuja ferramenta de análise seria uma nova Lógica Matemática. Para estes especialistas, o filósofo não deveria ater-se em questões da evolução histórica da ciência ou com as circunstâncias sociais nas quais as teorias surgiram. Este movimento teve diversos representantes e diversas nuances de ideias entre as abordagens propostas. Segundo a tradição da literatura da área foi um dos movimentos mais importantes do pensamento filosófico analítico. E na concepção de Galvão:

“Os elementos deste movimento, unidos por uma postura radicalmente empirista e antimetafísica – apresentada como a “concepção científica do mundo” –, procuravam revolucionar a filosofia por meio do uso dos recursos da lógica simbólica na análise da linguagem científica” (GALVÃO, 2006 p. 600)

Van Fraassen analisa (cap. 3, § 6) a concepção neopositivista (denominada “abordagem sintática”), segundo a qual as teorias devem ser concebidas como sistemas dedutivos em que os enunciados teóricos devem poder ser provindos de enunciados de observação, mostrando suas dificuldades. Van Fraassen afirma que com o intuito de superar essas dificuldades surgiu o “realismo científico”. Para a filosofia da ciência, a expressão “realismo científico” refere-se a uma posição relativa a como deve ser entendida uma teoria, e como deve ser a atividade científica. Um primeiro enunciado, porém, ingênuo, sobre o realismo científico é este:

“... o retrato que a ciência nos dá do mundo é verdadeiro, fidedigno nos detalhes, e as entidades postuladas na ciência realmente existem; os avanços da ciência são descobertas, e não invenções.” (VAN FRAASSEN, 2007 p. 24)

No entanto, por mais ingênuo que seja este enunciado, ele responde duas questões que qualquer filosofia da ciência deve responder. O primeiro enunciado caracteriza uma teoria científica como um relato sobre o que realmente existe, e a atividade científica como um processo de descoberta de entidades do mundo, e não de invenção das mesmas. Segundo van Fraassen, para combater o realismo científico deve-se mostrar as fraquezas do seu enunciado (VAN FRAASSEN, 2007 p.25). Assim, o autor formula seu próprio enunciado sobre o que o realismo científico “minimamente” significa.

“A ciência visa dar-nos em suas teorias um relato literalmente verdadeiro de como o mundo é, e a aceitação de uma teoria científica envolve a crença de que ela é verdadeira.” (VAN FRAASSEN, 2007, p. 27)

A importância dessa definição consiste, segundo o autor, em que ela enuncia o propósito que caracteriza o realismo, e não seus supostos resultados, bem como a crença, e não necessariamente a crença justificada na possível verdade da teoria.

Deste modo, em contraste com esta posição, o antirrealismo é a posição segundo a qual o objetivo da ciência pode se realizar sem a necessidade de um relato verdadeiro. E a aceitação de determinada teoria

pode envolver algo menos, algo diferente, que a crença de que ela é verdadeira. Assim um antirrealista apresenta determinada teoria e alega que ela possui certas virtudes (como adequação empírica, aceitabilidade para diversos propósitos, ou abrangência). Segundo Van Fraassen, existem dois aspectos na ideia de um relato literalmente verdadeiro: um diz que a linguagem deve ser literalmente interpretada, e deste modo, (eis o segundo aspecto) o relato é verdadeiro. Isto divide os antirrealistas de dois grupos, uns dizem que a ciência afirma a verdade, ou isso procura, porém, não interpretando literalmente a linguagem em que estão formuladas as teorias, e outros afirmam que a linguagem da ciência deveria ser interpretada literalmente, mas que as teorias não necessitam ser verdadeiras. Esta última é a forma de antirrealismo defendido por van Fraassen.

Esta abordagem exposta por van Fraassen gerou grandes polêmicas. Justamente por o autor apresentar uma doutrina original e com ideias seminais. Não seria à toa que as atenções se voltariam para sua abordagem. Consequentemente o autor também recebeu críticas. Como resposta a este autor e muitos que não defendem o realismo de entidades e o antirrealismo de teorias surge a obra *How the Laws of Physics Lie* de Cartwright. Anteriormente a autora já havia publicado alguns artigos que se encontram reeditados neste próprio livro. E para expor as concepções antirrealista de Cartwright, iniciamos por abordar sua preferência por leis causais em detrimento das leis de associação.

1.2 - LEIS CAUSAIS E LEIS DE ASSOCIAÇÃO

De modo geral, a tradição empirista é cética quanto a possibilidade de que hajam causas, ocultas ou não, dos fenômenos. Isto é, esta tradição procura substituir a noção de leis causais, inspiradas pela tradição aristotélica e escolástica, pela noção de leis de associação que ocorrem por indução a partir da conjunção finita de eventos regulares. Sendo assim, para os empiristas as leis seriam meras generalizações sobre as regularidades encontradas no mundo. Para Cartwright, pelo contrário, a realidade das causas é objetiva e certas explicações científicas são legítimas. Para este intento, esta autora faz, portanto, a diferenciação entre leis causais e leis de associação. Ela julga que as leis causais são tão objetivas quanto as leis de associação, e que as leis causais são melhor sucedidas quanto ao tratamento das assimetrias (por exemplo, a altura de um poste é a causa de sua sombra e não vice-versa), enquanto as leis de associação tendem apagar essas assimetrias.

Para autores como van Fraassen o contexto é fator preponderante para dissolver a questão da assimetria nas explicações científicas. E se esta posição do autor é correta, pode haver casos em que a assimetria das explicações pode ser revertida pelo contexto. Sendo assim, para além disto, pode ser possível lidar com assimetrias específicas através dos interesses daqueles que determinam a relevância do contexto. O autor considera o seguinte exemplo: imaginamos um caso em que um pai pergunta para um filho o porquê de determinada luz estar acesa. Este pai obtém como resposta a seguinte frase: “O interruptor do alpendre está ligado e a eletricidade chega até a lâmpada através dele.” (VAN FRAASSEN, 2007, p. 232). Inicialmente podemos pensar que o garoto possa estar sendo irônico com seu pai. Porém caso o pai e seu filho estejam realizando a instalação elétrica de uma casa, a explicação dada pelo garoto parece ser bem interessante. Cartwright admite que a abordagem de van Fraassen é poderosa. Mas o empirismo construtivo de van Fraassen é adepto das leis de associação e alega que o contexto vai resolver a problemática destas assimetrias. No entanto, as leis causais permitem resolver de melhor forma este debate pelo fato de elas serem usadas através do que denomina “estratégias efetivas”.

Para Cartwright, nossas estratégias para a ação invalidariam as leis de associação e apoiariam a objetividade das leis causais. Deste modo, é necessário recorrer às leis causais, para que, assim, se possa dar conta do que a autora chama de “estratégias efetivas”, pois as leis de associação não seriam suficientes para estes casos. Para esclarecer esta posição a autora fornece o exemplo didático onde ela sugere que pensemos que uma suposta seguradora envia uma carta que relata que quem possui seguro desta empresa acaba adquirindo uma longevidade maior. Para a autora, a seguradora ao fazer esta alegação está se baseando em um fato estatístico de um grupo, uma subpopulação. Em seguida, para completar o exemplo, Cartwright fornece a informação adicional de que essa subpopulação é formada por professores de universidade. Assim sendo, a conclusão sobre a longevidade dessas pessoas se daria não pelo fato de possuírem seguros na empresa, mas pelo fato de essas pessoas serem professores de universidade.

As leis causais não podem ser descartadas pois são necessárias para que se possa fazer a distinção entre estratégias efetivas e inefetivas. Outro exemplo da autora: vaporizar mangues com óleo é uma maneira de diminuir a propagação da malária, por outro lado, queimar os lençóis de pacientes contaminados não possui efeito algum. Outra questão que a autora chama a atenção é o fato de as leis causais não poderem ser reduzidas a leis estatísticas. Isto é, a ocorrência da causa de um evento

deveria aumentar a frequência, porém não é sempre que isto acontece, por exemplo, isto não ocorre quando existem fatores competidores que desfavorecem a ocorrência desse evento. Outro exemplo que a autora utiliza para esclarecer esta noção é o exemplo de uma subpopulação de fumantes que possui incidência de câncer menor que uma subpopulação de não-fumantes. Suponhamos que para isto, a população de fumantes pratica atividades esportivas, enquanto a população de não-fumante é sedentária. Estas atividades esportivas desenvolvidas pela população de fumantes seriam fatores competidores, e dessa forma viria a contrabalancear os efeitos nefastos de fumar, contrabalancear de tal maneira que viria a reduzir a frequência de câncer em relação a população de não-fumantes. Neste caso, o uso das leis de associação, ou leis estatísticas, nos induziria a concluir que a conjunção fumante/canceroso possuiria uma frequência menor que a conjunção não-fumante/canceroso, o que poderia nos levar a pensar que fumar é uma estratégia efetiva para prevenir câncer, o que é um disparate.

Para esta autora, o que diferencia um mundo regido pelas leis de causas de um mundo regido pelas leis de associação, de fato, são as estratégias efetivas. Embora o conceito de estratégia efetiva não seja um conceito claramente definido, entendemos que a autora estava buscando a comprovação pela intervenção no mundo, assim como Hacking. Sendo assim, por um lado encontraríamos as leis de associação, que seriam obtidas de forma “passiva”, isto é, pela mera análise dos dados estatísticos sobre subpopulações de uma população de eventos. Por outro lado, temos as leis causais. Estas por sua vez, seriam comprovadas por estratégias efetivas. Por exemplo, assim poderíamos vaporizar mangues com inseticidas para observar se há algum efeito na incidência de malária. Em laboratórios, poderíamos testar remédios em cobaias para observar se há efeitos na saúde das mesmas. Deste ponto de vista, a inspeção passiva de dados sobre determinada população não seria possível se certa correlação é apenas estatística, isto é, possivelmente acidental, ou bem casualmente produzida. Para Cartwright, o uso das estratégias efetivas através de experimentos controlados permitiria fazer tal diferenciação.

Mas dada essa preferência pelas fontes “ativas” de conhecimento, em contrapartida as fontes “passivas”, estaríamos limitando nosso conhecimento a somente as coisas que podemos manipular, de maneira que nosso conhecimento se tornaria antropomórfico em excesso, pelo fato de podermos produzir eventos artificialmente que não ocorreriam por si mesmos na natureza. Cartwright parece identificar essa lacuna, tanto que em escritos sucessores de *How the Laws of Physics Lie*, sobretudo em *The Dappled World*, a autora

buscou uma abordagem aristotélica da causalidade, sustentando a realidade do que ela chama de “capacidades”. Mas por ora, vamos abordar um pouco mais o realismo de entidades de sua primeira obra.

1.3 – EXPLICAÇÕES CIENTÍFICAS

A autora faz também uma distinção entre explicações causais e explicações teóricas. Para ela, os antirrealistas eliminam coisas demais ao rejeitar as entidades teóricas e a inferência pela melhor explicação⁵. Cartwright defende a existência de entidades teóricas envolvidas em explicações causais, em contrapartida às explicações teóricas que visam organizar dedutivamente as leis fenomenológicas a partir de leis fundamentais mais gerais. Deste modo, esta abordagem da autora gira em torno da distinção clara dos conceitos de explicações causais e explicações teóricas.

Em *How the Laws of Physics Lie*, Cartwright afirma que somente as leis e explicações causais são verdadeiras (isto é, descrevem os fatos), ao passo que as explicações teóricas e leis fundamentais “mentem”. Voltaremos a questão mais adiante. Ela aponta que há dois elementos envolvidos nas explicações científicas de fenômenos. O primeiro é a identificação das causas, enquanto que o segundo é a organização das leis fenomenológicas dentro de teorias. Com relação a este último ponto, Cartwright lembra Pierre Duhem (1861-1916). Segundo este autor as teorias não explicam os fenômenos, apenas os organizam em um sistema matemático, e este sistema permite deduzir as leis fenomenológicas a partir de um número de princípios. Segundo Duhem, o papel das teorias é essencialmente pragmático, isto é, ajudar nossa memória a reunir e resumir numerosas leis fenomenológicas. Sobre esta questão, Cartwright concorda com Duhem que as teorias físicas juntam e reúnem numerosas leis. E acrescenta que as leis fundamentais explicam outras leis (por exemplo, as leis fenomenológicas), no sentido de que essas últimas são re-enunciadas de maneira mais geral.

Contudo, ao relatar um experimento no qual elétrons e pósitrons são vaporizados em uma bola, Cartwright alega que é possível falar de

⁵ Inferência pela melhor explicação é um tipo de inferência indutiva. De acordo com este conceito, ao fazermos inferências, almejamos explicações para as evidências que dispomos, e a melhor explicação que encontrarmos é a mais aceitável ou a mais provável de ser verdadeira.

explicações causais sem a necessidade das teorias sobre estas entidades. Segundo essa autora:

“Our belief in theoretical entities is generally founded on inferences from concrete effects to concrete causes. [...] What is special about explanation by theoretical entity is that is causal explanation, and existence is an internal characteristic of causal claims. There is nothing similar for theoretical laws. (cf. 1983, p. 93).”

Deste modo, um caso de explicação teórica seria a explicação de uma lei por uma outra lei mais fundamental e geral. Assim sendo, a principal diferença entre explicações teóricas e explicações causais é que as explicações causais possuem um componente existencial interno, enquanto que as explicações teóricas não possuiriam tal componente. Desta maneira, a autora acredita poder superar o problema da *subdeterminação das teorias*.

1.4 – CONCEITO DE MODELO EM “HOW THE LAWS OF PHYSICS LIE”

No capítulo 8 de *How the Laws of Physics Lie*, intitulado “The Simulacrum Account of Explanation”, Cartwright apresenta sua concepção de modelos como “simulacros”. Vamos expor este primeiro conceito de modelos proposto. Neste capítulo, a autora propõe um modelo de explicação científica dos fenômenos que esteja mais próximo da atividade científica do que o Modelo Nomológico Dedutivo de Hempel, e neste momento é definido de forma mais clara seu antirrealismo de teorias. Porém, quando esta autora utiliza o termo “fenômenos”, ela não emprega o termo apenas para os fenômenos observáveis, mas o utiliza como os cientistas. Assim, Cartwright desenvolve uma forma de antirrealismo diferente das propostas por van Fraassen, Duhem, Carnap e Russell, que visam fundamentar sua filosofia na distinção entre observável/inobservável, pois procuram salvar os fenômenos. Cartwright visa compreender melhor como as teorias e leis fundamentais explicam os fenômenos, observáveis ou não.

Antes de adentrarmos na questão dos modelos como simulacros propriamente ditos, vamos analisar o papel dos princípios-ponte (*bridge principles*)⁶ na construção de modelos. Atentando que os princípios-ponte devem ser poucos em uma teoria, Cartwright questiona o porquê desta quantidade deste tipo de princípio. Sugerindo uma resposta, a autora lança o exemplo de um grupo de pessoas com um costume muito peculiar e que é hipoteticamente estudada por antropólogos. As pessoas comuns justificam este costume de muitas formas, outras pessoas nem mesmo justificam. Já os antropólogos conjecturam que este costume permanece entre as pessoas deste grupo não apenas pelas razões que as pessoas deste grupo possam ter, mas também porque outros costumes e certas condições ecológicas tornam muito difícil a sobrevivência dessa sociedade sem o primeiro e peculiar costume. Esta seria a “função” de tal costume nesta sociedade em questão, mesmo que ele seja praticado sem nenhuma consciência desta função. Naturalmente, todo tipo de explicação com este fundamento possui uma lógica dúbia, mas ela nos traz aspectos instrutivos sobre o costume que abordamos.

Isto nos deixa com a seguinte questão: quando estamos construindo modelos de fenômenos, qual a função de possuímos apenas alguns princípios-ponte? A resposta para isto é que explicar um fenômeno é uma tarefa interminavelmente complexa. E para persuadir qualquer grupo de pesquisa, devemos estar aptos para delimitar os tipos de modelos que são competidores. Se houverem intermináveis maneiras para uma pesquisa em particular “capturar” um fenômeno com construções intelectuais, a construção do modelo pode ser totalmente caótica, e não haveria consenso em quais problemas trabalhar.

Portanto, uma boa teoria tem por objetivo dar conta de uma vasta variedade de fenômenos com apenas alguns princípios possíveis. E nisto estão incluídos os princípios-ponte. Uma teoria que requer um novo operador hamiltoniano para cada nova circunstância física é uma teoria pobre. O grande poder explanatório da mecânica quântica provém de sua habilidade de empregar uma pequena quantidade de operadores hamiltonianos, bem entendidos, para cobrir uma ampla gama de casos, e este poder não provém da habilidade de matematizar cada situação uma-à-uma com novas representações matemáticas. Este tipo de procedimento poderia ser desconcertante.

⁶ Os princípios-ponte de uma teoria são aqueles que relacionam as noções mais abstratas com as situações mais concretas. Isto é, eles devem ligar a teoria aos aspectos perceptíveis da realidade.

Este é um fato um tanto quanto óbvio sobre como as teorias devem ser e como devem ser utilizadas. Mas isto possui uma consequência antirrealista: Por que um realista não possui problemas com este fato? A resposta, segundo a autora, é que muitos defensores da abordagem realista supõem que a natureza conspira para um limitado número de princípios-ponte. Deste ponto de vista, apenas um limitado número de princípios são necessários, e isso se deve ao fato de haver na natureza apenas um pequeno número de interações básicas. E uma teoria ideal vai representar cada uma dessas interações, novos casos não requerem novos princípios-pontes porque a representação para situações complexas pode ser construída a partir de representações de componentes básicos.

Cartwright discorda fortemente deste ponto de vista. Sua primeira alegação é que este é um modelo da Física que não temos. E muito pior ainda, este tipo de modelo da Física não seria o que nós precisamos. E o processo de montagem do modelo poderia ser insuportavelmente complexo. Isto estaria indo na direção errada da proposta de Cartwright. A beleza e a força da Física contemporânea jaz em sua habilidade de dar simples tratamentos com simples modelos, onde ao menos o comportamento do modelo pode ser entendido e as equações podem não apenas serem escritas, mas também, podem ser resolvidas em aproximação. O oscilador harmônico é um caso deste ponto. Ele é utilizado várias vezes na mecânica quântica, mesmo quando é difícil de descobrir exatamente o que é supostamente oscilante: o átomo de hidrogênio é caracterizado com um elétron oscilante, o campo eletromagnético como uma coleção de osciladores quantificados, o laser como um oscilador de van der Pol, e assim por diante. A mesma descrição empregada sucessivamente permite um poder explicatório maior.

Seguindo a argumentação, encontramos duas supostas evidências de sentidos de realismos que atuam em diferentes níveis. O primeiro indica a relação entre o modelo e o mundo. O modelo é realista se ele apresenta um acurado retrato da situação modelada. Isto é, se ele descreve os constituintes reais de um sistema e atribui para estes constituintes as características e relações que eles realmente possuem. O segundo senso indica a relação entre modelo e a matemática. Ou seja, uma teoria fundamental deve fornecer um critério para nos dizer o que conta como explicatório. Este critério corresponde que o modelo é realista se ele explica a representação matemática usada na teoria.

Nossa autora indica, após estas considerações, uma importante lição sobre os princípios-pontes. Uma abordagem que é realística, no segundo senso abordado acima, vai utilizar mais princípios-pontes.

Cartwright deseja desqualificar este tipo de posição. O sucesso, por exemplo, do tratamento estatístico da mecânica quântica não depende da utilização de novos princípios que são envolvidos, mas preferencialmente do uso de alguns princípios bem entendidos e trabalhados de uma nova maneira.

A delimitação dos princípios-ponte proporciona um consenso para formular explicações teóricas e permite a aceitação de alguns parâmetros na construção de modelos. E isto proporciona um critério interessante para a seleção de problemas. Naturalmente pode haver uma mudança substancial na estrutura dos princípios-ponte se nada funcionar, mas nós trabalhamos com eles enquanto podemos. E é precisamente a existência de alguns poucos princípios-ponte que faz possível a construção, avaliação, e eliminação de modelos. Este fato tem grandes efeitos na posição antirrealista, o que aumenta fortemente a probabilidade de que existam modelos literalmente incompatíveis com os fatos que os princípios-ponte podem discriminar. Além do mais, a limitação dos princípios-ponte é crucial para o poder explanatório de uma teoria.

Uma boa teoria reivindica cobrir uma vasta variedade de fenômenos com apenas alguns princípios possíveis. E isto inclui os princípios-ponte. É uma pobre teoria aquela que requer um novo princípio para cada nova circunstância encontrada, como anteriormente mencionamos. Portanto, para a autora, o grande poder explanatório de uma teoria vem da habilidade desta de se desenvolver com um número pequeno e bem entendido de princípios que cobrem um amplo campo de casos, e não da habilidade de se colocar à prova em cada situação com uma representação matemática nova. Este procedimento poderia ser uma loucura.

Em sequência, analisando o modelo Nomológico Dedutivo de Hempel, notamos que tal abordagem supõe que explicamos um fenômeno quando nós mostramos os acontecimentos que seguem a partir das leis mais fundamentais. Isto significa que o tratamento que estamos dando para um fenômeno em Física deve ser certamente realista no primeiro senso e preferencialmente no segundo senso também. Cartwright propõe uma alternativa ao Modelo Nomológico Dedutivo que permite que o tratamento filosófico esteja mais próximo da prática científica. Mas antes de apresentar as considerações de Cartwright, vamos apresentar o Modelo Nomológico Dedutivo de Hempel.

Para Hempel (1965), uma explicação científica é um argumento em que a conclusão deve ser uma descrição do fenômeno a ser explicado. Chamamos esta parte da explicação, a conclusão, de *explanandum*. As premissas dos argumentos são de dois tipos: (i) a primeira é a que

descreve fatos empíricos particulares dos fenômenos a serem explicados, isto é, enunciados que descrevem circunstâncias em que ocorre (ou ocorreu) o evento a ser explicado, (ii) enquanto a segunda é a que descreve as uniformidades da natureza representadas por leis gerais. As premissas constituem o que chamamos de *explanans*. Desta forma, podemos esquematizar o Modelo Nomológico Dedutivo da seguinte maneira: Sejam os fatos empíricos nas premissas F_1, F_2, \dots, F_n e sejam as leis L_1, L_2, \dots, L_n . Ficamos com a seguinte configuração:

$$\begin{array}{r} F_1, F_2, \dots, F_n \\ \text{explanans} \\ \hline L_1, L_2, \dots, L_n \\ \text{E} \\ \text{explanandum} \end{array}$$

Este modelo sugere que a conclusão deve ser deduzida das premissas. Este tipo de argumento é uma espécie de resposta à uma *questão-por-quê*. Vamos tomar o seguinte exemplo: suponhamos que observamos uma panela com água ser aquecida em um fogão e percebemos que a água evapora. Assim questionamos: Por que é o caso que a água evaporou? Em uma explicação pelo Modelo Nomológico Dedutivo segue-se que na primeira premissa temos o fato da água ter sido aquecida em um fogão, na segunda premissa temos a lei que nos diz que a água evapora ao atingir 100°C com pressão atmosférica de 1 ATM, estas premissas compõem o *explanans*. Portanto, a conclusão indica que a água evaporou, este é o *explanandum* do argumento.

De forma lógica, este é um argumento válido. Isto é, da sendo as premissas verdadeiras a conclusão não pode ser falsa. Em um argumento válido, as premissas implicam necessariamente a conclusão. Desta forma, as leis que utilizamos nas premissas devem ser verdadeiras. Nesta concepção de Hempel, portanto, é papel da ciência a busca por leis verdadeiras para garantir a verdade da conclusão.

A primeira argumentação de *How the Laws of Physics Lie* é contra a facticidade das leis fundamentais. Como vimos, um dos principais argumentos utilizados pelos realistas a favor dessa facticidade é o amplo poder explicatório e o grande sucesso de predição dessas leis. Para Cartwright, a maioria dos tratamentos bem-sucedidos da física não é realista. Não são realistas no primeiro sentido que visa retratar de forma acurada, e não é realista em um segundo senso.

É neste momento, Cartwright explicita seu Relato de Simulacro da Explicação:

“To explain a phenomenon is to find a model that fits it into the basic framework of the theory and that thus allows us to derive analogues for the messy and complicated phenomenological laws which are true of it. The models serve a variety of purposes, and individual models are to be judged according to how well they serve the purpose at hand” (Cartwright 1983, p. 152)

Em cada caso nós visamos observar um fenômeno através do quadro matemático de uma teoria, mas para diferentes problemas há diferentes ênfases. Nós podemos desejar calcular uma particular quantidade com uma acuracidade alta, ou estabelecer uma relação funcional com outra situação. Nós podemos almejar reproduzir um determinado e amplo comportamento de um fenômeno, mas com uma acuracidade menor. Um importante aspecto que nós podemos desejar realizar é explicar os processos causais que um fenômeno pode nos trazer à tona, e para este propósito é mais recomendado o uso de um modelo que considere os fatores causalmente relevantes o mais realisticamente possível, em ambos os sentidos. No entanto não podemos nos enganar que o modelo mais realista vai nos servir para todos os propósitos que possuímos.

Neste momento que a autora propriamente volta suas atenções para o seu relato de simulacro da explicação. Outra esclarece o conceito da seguinte maneira:

“Em *How the Laws of Physics Lie* (1983), ela [Cartwright] utiliza o termo ‘simulacro’, dizendo que um modelo é uma obra de ficção que possui propriedades “de conveniência, ” isto é, propriedades que são introduzidas no modelo para tornar tratáveis os objetos dos quais ela fala (pp. 152ss). Um “simulacro, ” no sentido evocado por Cartwright, é algo que possui a mesma aparência ou forma de outra coisa, sem possuir a mesma

substância ou as mesmas qualidades próprias. Esse tipo de modelo, por exemplo, naquele caso do modelo das bolas de bilhar para os gases ideais, é um tipo de “réplica” da realidade.” (DUTRA, 2005, p 266)

Talvez aqui seja interessante fazermos uma primeira distinção entre os *modelos semânticos* propostos por van Fraassen (1980) e os *modelos qua simulacro* de Cartwright (1983). Para van Fraassen, as teorias científicas são consideradas como uma coleção de modelos, dos quais somente os que correspondem às subestruturas empíricas são isomórficas aos fenômenos observáveis. Desta maneira, a correspondência entre teorias e fenômenos observáveis ocorre de forma direta. Os modelos semânticos pecam por poder somente interpretar uma linguagem⁷ já dada, eles não podem alterar a extensão de seus predicados (DUTRA, 2013, p. 31-33).

E no caso dos modelos qua simulacros de Cartwright, a correspondência, se ela houver, acontece com auxílio dos *modelos qua simulacros*, e ela não é congruente com modelos semânticos propostos por van Fraassen. Para Cartwright, os *modelos qua simulacro* são base de seu antirrealismo de teorias, pois são considerados ficções úteis, ou idealizações, ou conveniência ou etc., portanto, para enfatizar o aspecto antirrealista dos modelos científicos, Cartwright chama sua abordagem da explicação como relato simulacro da explicação. Conforme sua argumentação, um simulacro é algo que possui meramente a forma ou aparência de certa coisa, sem possuir a substância ou qualidades próprias dessas coisas. E os modelos propostos pela Física se comportariam desta exata maneira. O sucesso desses modelos depende de como eles podem replicar mais precisamente o que ocorre em determinado fenômeno. Nas palavras de Cartwright, a primeira definição de modelo é esta que segue abaixo:

“A model is a work of fiction. Some properties ascribed to objects in the model will be genuine properties of the objects modelled, but others will be merely properties of convenience. The term ‘properties of convenience’ was suggested by H.P.

⁷ Dada a estrutura dos modelos semânticos, quando usamos o termo “linguagem”, estamos nos referindo a linguagens formalizadas.

Grice, and it is apt. Some of the properties and relations in a model will be real properties, in the sense that other objects in others situations might genuinely have them. But they are introduced into this model as a convenience, to bring the objects modelled into the range of the mathematical theory. Not all properties of convenience will be real ones. There are the obvious idealizations of physics – infinite potentials, zero time correlations, perfectly rigid rods, and frictionless planes. But it would be a mistake to think entirely in terms of idealizations – of properties which we conceive as limiting cases, to which we can approach closer and closer in reality. For some properties are not even approached in reality. They are pure fictions” (CARTWRIGHT, 1983, p. 153)

Segundo Dutra (2013, p. 146), Cartwright admite, implicitamente ao menos, que os modelos podem se aproximar mais ou menos da realidade, isto é, atingem diferentes graus de abstração. Sobre isso ela relata:

“Sometimes for a given model, it is possible to contrive (or to find) a real situation in which the principal features relevant to the phenomenology are just the features mentioned in the model, and no others. Low density helium, for example, is an almost ideal gas from the point of view of the billiard ball model of statistical mechanics. In these cases, we are inclined to think of the model as an exact replica of reality, and to attribute to the objects modelled not only the genuine properties of the model, but also the properties of convenience” (CARTWRIGHT, 1983, p. 156)

E quanto às propriedades de conveniência, nem todas serão reais em relação ao mundo. Pois existem idealizações óbvias nas ciências, como é o caso na Física, podemos notar este fato quando lembramos os infinitos potenciais e as áreas planas livres de atrito. Além de outras áreas da ciência que trabalham com puras ficções. Mas poderia ser um erro conduzir o pensamento científico inteiramente em termos de idealização.

Afinal, devemos, apesar de tirarmos proveito das idealizações, manter nossa abordagem o mais próximo da realidade.

A autora utiliza as distribuições de probabilidade da mecânica estatística clássica como exemplo ilustrativo ao qual sua concepção de modelo como simulacro se enquadra. Estas distribuições são essenciais para a teoria, pois são elas que governam as equações da teoria, e a própria teoria mostra-se extremamente poderosa no tratamento do fluxo de fluidos. Além do mais, em alguns casos simples e especiais a ideia de distribuição de probabilidade pode ser operalizadas, e os testes podem dar suporte para as distribuições atribuídas pela teoria. Embora a autora entenda que essas distribuições não sejam reais, ela reconhece que a mecânica estatística funciona em um grande número de situações altamente diferenciadas e complexas. E na grande maioria desses casos é incrível pensar que possa haver uma distribuição de probabilidade que seja verdadeira em cada situação, e provas que para certos propósitos, em determinada situação, uma distribuição é melhor que a outra. É melhor considerar essas distribuições como ficções que possuem um poderoso papel organizador em cada caso, e que não vão nos enganar muito, mesmo se nós considerarmos elas reais em alguns casos caracterizados como simples. Portanto, essa função distribuída exerce primeiramente um papel organizador. Elas não podem ser observadas, não podem ser a causa de algo, e como muitas outras propriedades de conveniência, nós não temos ideia de como aplicá-las fora de uma situação controlada em laboratório, "...where real life mimics explanatory models." (CARTWRIGHT, 1983, p. 156).

Algumas vezes, para um dado modelo, é possível forjar, ou encontrar, uma situação real em que as principais características relevantes de um fenômeno são apenas as características mencionadas no modelo, e não outras mais. O hélio de baixa densidade, por exemplo, é um gás quase ideal do ponto de vista do modelo das bolas de bilhar da mecânica estatística. Nestes casos, podemos estar inclinados a pensar o modelo como uma réplica exata da realidade, e atribuir aos objetos modelados não apenas as propriedades genuínas dos modelos, mas também as propriedades de conveniência. Em consequência, nós consideramos que as propriedades de conveniência devem ser aplicadas aos casos mais complexos. Mas tendo boas propriedades teóricas abstratas, nós não temos motivos para atribuí-las em casos realistas. Em consequência disto, elas não são aplicadas aos casos ideais também. Abordando os modelos, isto pode voltar nossas atenções para um aspecto em que Mary Hesse e Wilfrid Sellars estão em desacordo.

Cartwright analisa o desacordo entre Mary Hesse e Wilfrid Sellars atentando primeiramente para o paradigma de Hesse. O paradigma de Hesse é o modelo das bolas de bilhar para a teoria cinética dos gases. E esta autora alega que os objetos no modelo das bolas de bilhar e os objetos modelados, isto é, as moléculas de gás, se assemelham em algumas propriedades e divergem em outras. Em seguida ela fala em termos de analogias positivas, negativas e neutras entre os modelos e os objetos modelados. Neste caso, as analogias positivas são aquelas propriedades pertencentes às bolas de bilhar que desejamos atribuir às moléculas de gás. As analogias negativas são aquelas propriedades que pertencem às bolas de bilhar e não às moléculas de gás. E as analogias neutras são aquelas que não sabemos se pertencem às analogias negativas ou positivas. Porém, para Sellars este não é o ponto. O que é importante não são as propriedades semelhantes, mas sim a relação entre as propriedades que se assemelham. Desta maneira, o laser hélio-neônico e o oscilador tríodo real não precisam possuir propriedades em comum. O que é relevante é que as propriedades que se comportam de maneira similar, e desta forma, ambos podem ser abordados pela mesma equação de van der Pol.

Cartwright partilha com Sellars o fato de enfatizar a questão da relação entre propriedades, pois a autora tem interesse nos modelos que trazem os fenômenos através das equações de uma teoria. Por outro lado, Cartwright e Sellars divergem sobre a questão do realismo científico, pois Sellars é um defensor das leis fundamentais. Para este autor, as leis fundamentais são simples e gerais em certo sentido. Logo, são consideradas as verdades básicas da natureza. Em oposição a Sellars, Cartwright alega que essa generalidade das leis fundamentais é mera aparência. E que as equações fundamentais somente podem ser verdadeiras nos objetos dos modelos, mas isso ocorre apenas devido ao fato de que os modelos são construídos com esse intuito. Decorre disto, que quando estamos diante de um modelo de um fenômeno, nós preparamos as descrições dos fenômenos de tal maneira que as leis possam ser aplicadas a ele.

Se os modelos pudessem ser iguais às situações modeladas, as leis que os governam poderiam ser aplicadas às situações reais também. Mas os modelos são quase nunca realísticos no primeiro senso, isto é, aquele senso segundo o qual o modelo indica um retrato acurado da situação modelada, em outras palavras, se ele descreve os componentes reais do sistema – as substâncias e os campos que constituem o fenômeno – e atribui a eles as características e relações reais. E o fato de os modelos

não serem realistas neste sentido é um fator crucial para o trabalho realizado pela física. Modelos diferentes e incompatíveis são usados para diferentes propósitos, e isto aumenta, mais que diminui, o poder de uma teoria.

Portanto, os filósofos demonstram muito interesse em abordar a questão dos modelos em filosofia da ciência. Podemos citar autores como Max Black (1962), Newton Da Costa (2002), Roman Frigg (2006), Ronald Giere (1988), Carl Hempel (1965), Mary Hesse (1963), Mary Morgan (1999), Margaret Morrison (1999), Frederick Suppe (1989), Patrick Suppes (1960), dentre outros como filósofos que se interessaram ou ainda se interessam pelo tema. Cartwright, em especial, entende que os modelos devem encaixar⁸ o fenômeno dentro de uma teoria matematizada. A autora indica que está se inspirando em duas teorias filosóficas. Estas teorias são propostas por Hesse, Michael Redhead e James Cushing.

“I think that a model – a specially prepared, usually fictional description of the system under study – is employed whenever a mathematical theory is applied to reality, and I use the word ‘model’ deliberately to suggest the failure of exact correspondence with simulacra share with both Hesse’s analogical models and with Redhead and Cushing’s theoretical models” (CARTWRIGHT, 1983, p. 159)

Neste aspecto evidenciamos mais uma vez o antirrealismo de teorias defendido pela autora. Notamos que os modelos apresentados surgem como uma alternativa ao modelo D-N para explicação científica. Desta forma, como os modelos falham em representar certos aspectos da realidade, as teorias também falham. E logo não podemos corroborar o realismo científico de teorias. Mas ainda nos resta contrapor a concepção de modelo exposta por Cartwright com aquela noção assumida por van Fraassen mais uma vez. Isto é, contrapor com a abordagem semântica

⁸ Em *How the Laws of Physics Lie* a autora usa o termo “embed”. Este é um termo de difícil tradução para o português. Portanto, preferimos seguir a tradução proposta por Dutra em *Pragmática de Modelos*. Desta forma, traduzimos o termo “embed” por encaixar.

novamente. Vamos procurar detalhar este aspecto de uma forma mais aprofundada.

Os modelos como simulacros podem parecer similares aos modelos semânticos quando percebemos que ambos são importantes para as teorias, logo, são semelhantes neste aspecto. Queremos indicar que sem os modelos teremos apenas uma estrutura matemática abstrata que não portará nenhuma relação com a realidade. Em suma, para o relato do simulacro da explicação o modelo surge antes da teoria de um fenômeno. E isto pode parecer muito com a abordagem semântica das teorias defendidas por autores consagrados como Suppes e van Fraassen. Mas Cartwright considera que uma instrumentação como a teoria dos conjuntos, pelo menos neste aspecto, mais obscurece que clarifica os pontos centrais que ela defende. Visando tratar destes aspectos, a autora contrapõe sua posição com a concepção de modelo apresentada por van Fraassen em a *Scientific Image* (1980).

Van Fraassen alega que devemos nos comprometer apenas com o que é observável, como já mencionamos anteriormente, e que nós devemos permanecer agnósticos sobre as reivindicações teóricas que não podemos confirmar através da observação. O que implica que somente poderíamos abordar os aspectos observáveis na estrutura de um modelo que visa modelar determinada situação. E logo, apenas a parte da teoria que supostamente representa os fatos observáveis, e não as partes que representam os fatos teóricos, precisa ter uma acurada representação de como as coisas realmente são.

A obra de van Fraassen, mencionada acima, é um forte ataque contra o realismo científico. Sellars, mencionado anteriormente, é um forte defensor do realismo científico. Todavia, ambos autores demonstram um profundo respeito pelas teorias científicas. Ambos esperam que as teorias capturem os fatos observáveis corretos sobre os fenômenos que nos rodeiam. Para van Fraassen, as reivindicações teóricas de uma boa teoria não necessitam capturar a realidade, mas por outro lado, as reivindicações observáveis devem. Isto é, em uma boa teoria, a estrutura observável prescrita pela teoria deve capturar a estrutura real observável. No entanto, esta não é a maneira que Cartwright compreende que as teorias devam trabalhar. As consequências observáveis de uma teoria podem ser verdadeiras acidentalmente, e isso não é o que procuramos fazer. Se nós desejamos a adequação descritiva, e não atentamos para cuidadosa organização dos fenômenos, nós podemos escrever melhores leis fenomenológicas que aquelas que uma teoria pode produzir.

Há também uma segunda importante diferença entre Cartwright e van Fraassen que não provêm de um formalismo semântico. Pois a autora, diferentemente de van Fraassen, não está comprometida apenas com o que pode ser observado. Visto que Cartwright se compromete com as entidades teóricas e os processos causais. Isto deixa a posição da autora muito mais próxima da posição de Sellars. Todas estas entidades inobserváveis estão em atividade no mundo, e se desejamos predizer apenas resultados sobre o que é observável, nós ainda devemos nos voltar para as causas inobserváveis para obter as respostas corretas.

Nossa autora procura focar em o que realmente acontece nas situações concretas, se essas situações envolvem entidades teóricas ou não, e como isto difere do que poderia acontecer se mesmo as nossas melhores leis fundamentais tenham dado suas consequências rigorosamente. De fato, a forte reivindicação desta abordagem do simulacro nos diz que não faz sentido defender que as leis fundamentais da natureza devem ser usadas para explicar a realidade. As situações em que as leis fundamentais são utilizadas são na realidade situações ficcionais de um modelo, preparadas conforme as necessidades de uma teoria, e não conforme as situações da realidade.

Em suma, se nós vamos defender o sucesso de uma teoria alegando a suposta verdade das leis teóricas, é melhor que tenhamos um grande número e uma vasta variedade de casos para corroborar essa hipótese. Mas mesmo assim, uma quantidade de experimentos cuidadosos não vai confirmar essa hipótese, o que nos leva a essa convicção é a aplicação generalizada das teorias. Os realistas precisam desses exemplos, aplicação após aplicação, para defender sua posição. Mas esses tipos de casos não possuem a estrutura correta para defender a tese realista.

A abordagem do simulacro não é uma abordagem formal. Ela indica que devemos encontrar um modelo, e com o modelo nós ‘derivamos’ várias leis que correspondem mais ou menos com as partes do comportamento fenomenológico. Mas mesmo dentro do modelo, derivação não pode ser caracterizada conforme os defensores do modelo D-N gostariam, e Cartwright não possui, até então, nenhuma alternativa que traga luz a esse aspecto. E isso se deve em parte ao fato de a autora não conseguir tratar a causalidade em *How the Laws of Physics Lie*. Mas este não é o caso de Cartwright em *Nature's Capacities and Their Measurement* e em *The Dappled World*.

“In fact, the simulacrum account makes the stronger claim: it usually does not make sense to talk of the fundamental laws of nature playing out their consequences in reality. For the kind of antecedent situations that fall under the fundamental laws are generally the fictional situations of a model, prepared for the needs of theory, and not the blousy situations of reality” (CARTWRIGHT, 1983, p.160)

Portanto, se nós vamos argumentar a partir do sucesso de uma teoria para a verdade das leis teóricas, é melhor que nós tenhamos um grande número e uma vasta variedade de casos. Mas um punhado de experimentos cuidadosos não vão fazer com que estas leis teóricas deem conta de todos os casos. O que levaria à convicção de que as leis teóricas sejam verdadeiras seria a aplicação generalizada da teoria em diversas situações. Os realistas precisam desses exemplos, aplicação após aplicação, para manter sua posição. Mas estes exemplos não possuem a estrutura correta para manter a tese realista, pelo fato de as leis não se aplicarem literalmente aos exemplos.

Para Cartwright, as teorias costumam parecer corresponder aos objetos contidos nos modelos, pois estes foram construídos para se adaptar a linguagem da teoria, o que não significa que as teorias sejam consideradas realistas sobre os aspectos do mundo, pois estes modelos que servem de intermédios na derivação das leis fenomenológicas, normalmente são puras idealizações ou ficções. Portanto, para esta autora, são os modelos e as leis fenomenológicas que conduzem as teorias científicas para a realidade. Desta maneira, as leis fenomenológicas podem ser verdadeiras em relação aos objetos da realidade, enquanto que as leis fundamentais são verdadeiras apenas em relação às entidades contidas nos modelos.

O relato do simulacro não é um relato formal. Ele diz apenas que nós dependemos de um modelo, e com o modelo nós derivamos várias leis que correspondem mais ou menos a uma parte do comportamento fenomenológico. Porém, mesmo dentro do modelo, a derivação não é o que a abordagem Nomológica Dedutiva pretender ser, e ele não possui nenhuma alternativa clara. Isto acontece em parte pelo fato de Cartwright não saber como tratar a causalidade. O melhor tratamento teórico é o que consegue lidar com um significativo número de leis fenomenológicas. Mas ele deve nos dizer também a melhor história causal. Frequentemente um modelo que é ideal para uma atividade é mal adaptado para outra, e

com frequência, antes de os princípios causais serem compreendidos de um modelo mais simples, eles são importados de outros modelos mais complexos que cobrem uma ampla variedade de comportamentos.

1.5 – REALISMO DE CAPACIDADES

A partir de sua obra *Nature's Capacities and Their Measurement* (1989), Cartwright passa a defender o conceito de *capacidades*, o que lhe permitiu fundamentar de forma mais clara seu realismo de entidades, e estabelecer mais solidamente a diferença entre leis causais e leis de associação. Tanto nesta obra quanto em *The Dappled World* (1999), Cartwright apela às *capacidades* para atacar a tradição empirista, que por sua vez, encontra na natureza apenas as regularidades, fator que esta autora continua pretendendo desqualificar, porém, mudando sua abordagem anterior, que era fundamentar a causalidade nas estratégias efetivas. De acordo com Cartwright as capacidades são mais básicas que as regularidades, pois somente podemos obter estas regularidades com o conhecimento das capacidades. Isto é, as regularidades não estão em um nível ontológico fundamental, mas são consequências da operação de capacidades.

Contudo, para a autora não são apenas as capacidades que devemos levar em conta para obter conhecimento sobre as regularidades, é preciso também saber as condições particulares do ambiente no qual as capacidades estão em ação. Grosso modo, para resumir o conceito de “capacidade”, poderíamos dizer que um corpo, ou uma partícula, ou uma entidade tem uma “capacidade”, seria o mesmo que dizer que tem a natureza, a tendência, a potência, etc., de se comportar de determinada maneira em certa situação. Assim, esta capacidade estará mais evidente, e produzirá regularidades que serão previsíveis, em situações ideais. Para Cartwright, embora as capacidades se manifestem em todas as circunstâncias possíveis, aprendemos mais sobre elas em situações ideais. Todavia, a partir do momento em que entendemos como as capacidades determinam o comportamento regular das entidades em situações ideais, surge a seguinte objeção: Como poderíamos analisar as regularidades do comportamento das entidades envolvidas em situações não ideais, isto é, mais complexas, nas quais outros fatores intervieriam? Veremos mais adiante que Cartwright procurar responder este problema com o conceito de “máquinas nomológicas”.

1.6 – MODELOS CIENTÍFICOS COMO FÁBULAS

Alguns anos depois, Cartwright escreveu o artigo “*Models as Fables*” (1991) visando comparar os modelos científicos com fábulas. O intuito deste escrito não era tratar o aspecto de os modelos serem ficções, mas sim, abordar o contraste entre o que seria abstrato e o que seria concreto. Sendo assim, fábulas possuem uma moral que é considerada abstrata e nos relatam uma história concreta que instancia a moral. A moral de uma fábula pode ser algo como “o fraco é presa do mais forte”, e uma maneira de instanciar esta alegação abstrata é contar uma história de eventos concretos como a raposa estrangula galinhas, o puma ataca o rebanho de ovelhas, dentre outras. Similarmente, uma lei física abstrata, como a lei newtoniana de força, $F=ma$, pode ser instanciada por diferentes situações concretas: como um bloco sendo puxado por uma corda em uma superfície plana, o deslocamento de uma mola de seu ponto de equilíbrio, a atração gravitacional entre duas massas. Portanto, esta lei de Newton pode ser instanciada por “diferentes histórias de eventos concretos”. Partindo da analogia entre modelos e fábulas, modelos são sobre coisas concretas, isto é, eles relacionam-se com eventos empíricos concretos. O contraste entre modelos e teorias não é que teorias são abstratas e modelos são concretos. Mas preferencialmente, modelos são sobre fenômenos concretos, ao passo que teorias não são. Isto é, teorias referem-se a fenômenos concretos em uma forma muito derivativa. Uma segunda alegação, além da distinção entre abstrato e concreto, tem a ver com conceito de “natureza”. “Força”, que é uma noção abstrata, não se manifesta sozinha sem as situações empíricas concretas. Isto é, força é um fator contribuinte para o fenômeno empírico. O exemplo utilizado por Cartwright deste tipo de relação provém do cotidiano das pessoas. Ela aborda a palavra “trabalhar”: o conceito abstrato trabalhar pode ser instanciado por lavar a louça e varrer a casa, e isto não significa que certa pessoa lavou a louça, e varreu a casa, e trabalhou – pois trabalhar (neste contexto) não significa uma atividade separada – desde que trabalhar consista em corresponder apenas à estas atividades. Cartwright explica com as seguintes palavras:

“Force – and various other abstract physics’ terms as well – is not a concrete term in the way that color predicate is. It is, rather, abstract, on the model of working, or being weaker than; and to say that is abstract is to point out that it always piggy-backs on more concrete descriptions. In the case of force, the more concrete descriptions are ones that use the traditional mechanical concepts, such as position,

extension, motion, and mass. Force then, on my account, is abstract relative to mechanics; and being abstract, it can only exist in particular mechanical models” (Cartwright, 1991, p. 65)

Então, Cartwright infere que “laws are true in the models, literally and perhaps precisely true, just as morals are true in their corresponding fables” (Cartwright, 1991, p. 68). Portanto, com isto não estamos dizendo que um modelo precise ser verdadeiro em relação ao mundo, assim como as fábulas não são verdadeiras em relação ao mundo. Um conceito abstrato, como “força”, não precisa ser adequado para modelar todos os aspectos do mundo, talvez apenas em certas ocasiões que são cuidadosamente construídas (em laboratório, sobre exclusão de vários outros fatores). Isto é para aquelas situações onde um conceito abstrato de força pode ser aplicado em um modelo que, de acordo com os termos de Cartwright, instancia as leis de Newton.

Feito isto, o passo seguinte de Cartwright nesta análise é reivindicar uma certa importância maior dos modelos científicos em relação as teorias. Ela identifica uma corrente dominante que indica uma dominância das teorias na atividade científica. A autora não crê que esta corrente esteja correta. Portanto ela mesma critica esta abordagem e compreende que ela faz parte de uma corrente que enfraquece este ponto que diz haver uma supremacia das teorias no quadro da atividade científica. Para nossa autora, são os modelos, antes das teorias, que representam de alguma forma os fenômenos físicos do mundo (Cartwright, 1995, p. 139). Teorias, do contrário, são apenas umas das ferramentas utilizadas no processo de construção de um modelo. Outras ferramentas são, por exemplo, instrumentos científicos ou técnicas matemáticas. O passo dado nesta direção implica em dizer que as teorias não representam mais o mundo via modelos, como consequência elas não representam mais nada. Cartwright relata esta conclusão desta maneira:

“I want to urge that fundamental theory represents nothing and there is nothing for it represent. There are only real thing and the real ways they behave. And these are represented by models, models construed with aid of all the knowledge and techniques and tricks and devices we have. Theory plays its own small important role here. But it is a

tool like any other; and you can not build a house with a hammer alone. (Cartwright, 1995, p. 140)

Em suma, o argumento de Cartwright nos diz que podem haver modelos de fenômenos que são construídos cientificamente e que são perfeitamente válidos independentemente das teorias. (Cartwright, 1995, p. 148). Esta é uma forte e polêmica conclusão de Cartwright. Este cenário sobre a relação entre teorias e modelos talvez seja o ponto extremo de desvalorização das teorias.

Esta é uma grandes e polêmicas alegações de Cartwright. Veremos como ela desenvolve ainda mais este ponto no próximo capítulo. Esta posição se tornará clara quando a autor apresenta o conceito de *projeto de máquina nomológica*.

CAPÍTULO 2 – MODELOS COMO PROJETOS DE MÁQUINAS NOMOLÓGICAS

A noção de “projeto de máquina nomológica” surge em sua obra intitulada *The Dappled World* (1999), na qual a noção de modelo é fundamental e aonde a autora faz uma aproximação entre os modelos da Física e as ciências humanas, em especial a Economia. Neste trabalho, a concepção de abstração possui certa importância também. Cartwright se utiliza novamente do ilustrativo exemplo das fábulas infantis. Segundo a autora, as fábulas são histórias que veiculam máximas contendo verdades sobre o comportamento humano, mas que valem apenas *ceteris paribus*, isto é, apenas considerando que outros fatores não interferiram. Dizendo de outra forma, uma fábula infantil apresenta uma situação concreta que instancia a máxima em questão. Da mesma maneira, os conceitos da física são abstratos, e as leis deles podem ser verdadeiras apenas em situações específicas, e não como verdades universais. Conforme já abordamos também no capítulo anterior. A diferença é que primeiramente a autora produziu um artigo sobre o tema e posteriormente ela retomou o mesmo em *The Dappled World*.

O capítulo 3 de *The Dappled World*, é justamente o capítulo onde Cartwright defende a noção de projeto de máquina nomológica. Para a autora, os projetos são os modelos representativos, enquanto que as máquinas nomológicas são máquinas que exibem certas leis. E as máquinas são “stable configurations of components with determinate capacities properly shielded and repeatedly set running” (CARTWRIGHT, 1999, p. 151).

“When we attend to the workings of the mathematical sciences, like physics and economics, we find the important role models play in our accounts of what happens; and when we study these models carefully we find that they provide precisely the kind of information I identify in my characterization of a nomological machine. (CARTWRIGHT, 1999a, p. 53.)

2.1 – FUNDAMENTALISMO VERSUS PATCHWORK DE LEIS CIENTÍFICAS

Em *The Dappled World*, Cartwright revê suas posições defendidas em obras anteriores. Sobretudo em *How the Laws of Physics*

Lies, onde a abordagem da autora foi compreendida como um ataque ao realismo científico. No entanto, na obra de 1999, ela indica que seu inimigo na verdade é outro, e que devemos combater o *fundamentalismo científico*. Compreendemos o fundamentalismo científico como a posição que alega que as leis científicas são universalmente aplicáveis, uma lei “holds everywhere and governs in all domains” (CARTWRIGHT, 1999, p. 24). Conforme esta exposição, o fundamentalismo é um ramo do realismo científico. Outro ponto defendido por Cartwright é a objetividade do conhecimento científico. Isto é, dado que as consequências das investigações científicas são confiáveis no que tange o aspecto da intervenção no mundo, logo temos conhecimento objetivo e legítimo sobre como intervir e manipular determinadas situações. Nesta obra, três teses são defendidas.

“ (1) The impressive empirical successes of our best physics theories may argue for the truth of these theories but not for their universality. Indeed, the contrary is the case. The very way in which physics is used to generate precise predictions shows what its limits are. The abstract theoretical concepts of high physics describe the world only via models that interpret these concepts more concretely. So the laws of physics apply only where its models fit, and that, apparently, includes only a very limited range of circumstances. Economics too, though for almost opposite reasons, is confined to those very special situations that its models can represent, whether by good fortune or by good management.

(2) Laws, where they do apply, hold only *ceteris paribus*. By ‘laws’ I mean descriptions of what regularly happens, whether regular associations or singular causings that occur with regularity, where we may, if we wish, allow counterfactual as well as actual regularities or add the proviso that the regularities in question must occur ‘by necessity’. Laws hold as a consequence of repeated, successful operation of what, I shall argue, is reasonably thought of as a *nomological machine*.

(3) Our most wide-ranging scientific knowledge is not knowledge of laws but knowledge of the *natures* of things, knowledge that allows us to build new nomological machines never before seen

giving rise to new laws never before dreamt of.”
(CARTWRIGHT, 1999, p. 4)

Analisar esses três pontos de defesa nos ajuda a compreender os motivos que fizeram com que Cartwright trabalhasse no campo da filosofia da ciência. Conforme já informamos e continuamos a enfatizar, este tipo de abordagem visa compreender como a ciência intervém no mundo. Portanto, é uma corrente que se diferencia daquela que busca compreender como a ciência representa o mundo real. A autora procura olhar para as reivindicações da ciência, os possíveis efeitos da ciência como um corpo de conhecimento, para entender aonde podemos chegar com este tipo de conhecimento. Segundo ela, o grande herói por trás desta obra é Otto Neurath. Embora ele seja um dos grandes representantes do Círculo de Viena e este círculo visasse a unidade da ciência, como é sabido por toda literatura desta área, ele influencia Cartwright no aspecto que se refere à *atitude científica*. Este tipo de atitude a autora tenta adotar nesta obra. Isto é, um tipo de atitude científica em que a exigência mais importante é de que o mundo que nos rodeia é confuso, retalhado e este é o mundo que nós vivemos e desejamos aperfeiçoar, no sentido de manipular, e este é o objeto das buscas científicas, tema de nosso conhecimento científico e tribunal de nossos julgamentos científicos.

Trazendo novamente para o debate a questão do papel dos modelos científicos, a autora reafirma algumas conclusões de *How the Laws of Physics Lie*. Assim devemos atentar para como construímos o tratamento teórico de uma situação real. Antes de aplicarmos os conceitos de uma teoria básica, nós devemos produzir um modelo da situação abordada nos termos em que a teoria pode lidar. A estratégia básica para o tratamento de uma situação real é criar um modelo a partir de certos componentes de determinada situação ou evento. A última obra mencionada da autora visava responder se o sucesso das teorias modernas implica na verdade dessas teorias. Ela acredita ter comprovado que a resposta para essa questão é negativa. Desta maneira, em *The Dappled World*, o foco é demonstrar que mesmo nas melhores ocasiões, onde encontramos os melhores modelos disponíveis, a imagem fornecida tanto pelos modelos quanto pelas teorias é ainda muito pobre. Decorre disto que quando o modelo não consegue englobar os aspectos relevantes para o trabalho científico, a teoria não é falseada. Ela apenas é inaplicável a situação.

A observação de que as leis da Física são reivindicações gerais, como são as morais dos contos de fadas, e que os conceitos empregados

são abstratos e simbólicos podem permitir um meio termo em uma possível disputa entre os construtivistas sociais e os cientistas. Por exemplo, a segunda lei de Newton pode ser verdadeira naqueles exatos sistemas que ela trata de forma bem-sucedida. Mas isso não significa que nós assumimos que Newton descobriu uma estrutura fundamental que governa toda a natureza. O próximo ponto que vamos abordar nos indica a maneira que somos levados ao encontro das leis científicas e como podemos reconhecê-las.

2.2- DE ONDE AS LEIS DA NATUREZA SURGEM?

Para Cartwright, portanto, as leis fundamentais não são o que há de mais básico. A autora segue Rom Harré (1927-) e rejeita a concepção que considera essas leis fundamentais como o que há de mais básico.⁹ Deste modo, a autora caracteriza as capacidades como o que há de mais básico na natureza. E as leis da natureza são obtidas através da operação de componentes de determinados sistemas com capacidades estáveis em circunstâncias oportunas. Por vezes o arranjo do sistema e o cenário à disposição são apropriados para a ocorrência de uma lei natural, frequentemente, esses dois aspectos são criados e manuseados pelos cientistas, como, por exemplo, ocorre em um experimento de laboratório. Mas nestas circunstâncias é necessário o uso do que Cartwright chama de “máquina nomológica” para obter essas leis.

“Where do laws of nature come from? This will seem a queer question to a post-logical-positivist empiricist. Laws of nature are basic. Other things come from, happen on account of, them. I follow Rom Harré in rejecting this story. It is capacities that are basic, and laws of nature obtain – to extent that they do obtain – on account of the capacities; or more explicitly, on account of repeated operation of a system of components with stable capacities in particularly fortunate circumstances. Sometimes the arrangement of the components and the setting are appropriate for a law to occur naturally, as in the planetary system; more often they are engineered by us, as in a laboratory experiment. But any case, it takes what I call a

⁹ A autora refere-se, em especial, a tradição empirista pós-lógica-positivista.

nomological machine to get a law of nature.
(CARTWRIGHT, 1999, p. 49)¹⁰

Neste caso, estamos adotando o conceito de lei da natureza conforme a tradição humeana. Ou seja, as leis da natureza são entendidas como uma associação regular necessária entre propriedades anteriormente reconhecidas. Os empiristas diferem sobre quais seriam essas propriedades. Mas frequentemente estas propriedades são propriedades sensíveis, mensuráveis e recorrentes. A crítica de Cartwright não ocorre sobre como a escolha é feita. A autora parte da observação de que não importa como a escolha destas propriedades é feita, mas sim, de que os tipos de associações requeridas são difíceis de virem à tona. E os casos em que nós nos sentimos mais seguros sobre essas propriedades, tendem a ser apenas casos onde nós compreendemos o arranjo das capacidades que fazem com que essas propriedades surjam.

“The point is that our knowledge about those capacities and how they operate in given circumstances is not itself a catalogue of modalised regularity claims. It follows as a corollary from my doctrine about where laws of nature come from that laws of nature (in this necessary regular association sense of law) hold only *ceteris paribus* – they hold only relative to the successful repeated operation of a nomological machine.” (CARTWRIGHT, 1999, p.49-50)¹¹

O conceito de máquina nomológica é um conceito central nesta obra de Cartwright. Uma máquina nomológica é uma espécie de sistema onde operam as capacidades em dadas circunstâncias, e que permite um certo tipo de comportamento regular que nós representamos como leis científicas.

“What is a nomological machine? It is a fixed (enough) arrangement of components, or factors, with stable (enough) capacities that in right sort of

¹⁰ Itálico no original.

¹¹ Itálico no original.

stable (enough) environment will, with repeated operation, give rise to the kind of regular behavior that we represent in our scientific laws.” (CARTWRIGHT, 1999, p. 50)

Vamos conduzir este capítulo com a intenção de apresentar de uma forma mais trabalhada o que é uma máquina nomológica e quais são os princípios que utilizamos para construir essas máquinas. Também desejamos indicar porque a concepção de lei como uma associação necessária de regularidades não deve ser empregada.

2.3 – UM EXEMPLO DE MÁQUINA NOMOLÓGICA PROVINDO DA FÍSICA

Vamos considerar uma ilustração de uma máquina nomológica através de um exemplo da física. Johannes Kepler (1571-1630) notou que o planeta Marte seguia uma órbita elíptica em relação ao sol. Isso é descrito pela primeira lei que carrega seu nome. Desde este período, o chamado “problema de Kepler” tinha sido apenas como considerar cada regularidade observada em termos de descrições mecânicas, isto é, usando descrições que se referem a corpos materiais, e os estados de força e movimentos podem ser alterados com o uso dessas descrições.

Para Cartwright, o que devemos fazer é encontrar uma máquina nomológica que seja responsável pelas leis de Kepler, com o adendo de que a operação da máquina depende inteiramente de suas características mecânicas e suas capacidades. Isto significa que devemos estabelecer um arranjo, ou sistema, e as capacidades dos elementos mecânicos e as *condições de proteção*¹² para que a máquina se mantenha funcionando apropriadamente, e sendo assim, então as regularidades de Kepler surgem.

“In my terminology the task is to figure out the nomological machine that is responsible for Kepler’s laws – with the added assumption that the operation of the machine depends entirely on

¹²O termo original em inglês é *shielding conditions*. Trata-se de um termo de difícil tradução, portanto optamos por deixar evidente qual é o termo original. Entendemos que a tradução por ‘condições de proteção’ engloba o sentido necessário para sua utilização.

mechanical features and their capacities. This means that we have to establish the arrangement and capacities of mechanical elements and the right shielding conditions that keep the machine running properly so that it gives rise to the Kepler regularities” (CARTWRIGHT, 1999, p. 50)

Tomando o caso da órbita planetária, os constituintes da máquina são o sol, que caracteriza o ponto de massa de magnitude M , e o planeta, que caracteriza o ponto de massa m , orbitando a uma distância r e ligado ao sol por uma força atrativa constante voltada para ele. Newton estabeleceu a magnitude de força requerida para manter o planeta em uma órbita elíptica:

$$F = -GmM/r^2$$

Onde G é a constante gravitacional. A *condição de proteção* é crucial neste caso. Pois para garantir a órbita elíptica, os dois corpos devem interagir na ausência de outra massa adicional proporcionada por outro corpo e na ausência de qualquer outro fator que interferir no movimento.

Newton resolveu o problema de Kepler mostrando que a elíptica da órbita é determinada pelo quadrado inverso da atração envolvida na atração gravitacional. Reciprocamente, ele também mostrou que uma tração do tipo que aparece nas circunstâncias descritas pode dar origem a regularidade observada do movimento elíptico de Marte. Embora suas provas sejam essencialmente de caráter geométrico, é bem sabido que seus conceitos foram introduzidos e adotados pela comunidade científica de sua época. Incorporado ao conceito mecânico de *força* está a hipótese que em circunstâncias corretas uma força tem a capacidade de mudar o estado do movimento de um corpo com certa massa. Para explicar os movimentos regulares de diferentes planetas do sistema solar nós devemos descrever uma máquina diferente, com um arranjo modificado das partes da máquina e as *condições de proteção* também. A atração de planetas adicionais sobre cada planeta que foi observado em uma órbita regular está sendo considerada e então é adicionada na expressão a atração exercida pelo Sol.

Este exemplo dos movimentos planetários é importante, pois já tem sido utilizado por filósofos e físicos para apoiar o ponto de vista que alega que as regularidades mais “básicas” são primárias na consideração

das regularidades fundamentais. Este ponto de vista enfatiza o poder unificador que as leis de Newton exercem em relação as leis de Kepler. Cartwright não nega o poder unificador dos princípios da Física. Mas a autora nega que estes princípios geralmente possam ser reconstruídos como leis regulares. Para conservar seu poder unificador, eles são melhor processados como afirmações sobre capacidades, que podem ser manejadas e remanejadas em diferentes máquinas nomológicas para dar origem a leis diferentes. Para a autora, a “lei da gravitação” de Newton não é a confirmação de uma regular associação entre algumas propriedades que ocorrem, como massas, distâncias e movimentos. A lei não nos quer dizer algo como o movimento regular de duas massas separadas por uma distância r , mas, invés disto, nos fala sobre o termo *força* entre as duas massas. O termo “força” na equação da gravidade se refere ainda a outra propriedade que ocorre como massa ou distância que poderia aparecer em uma típica lista produzida por filósofos sobre propriedades que ocorrem. Preferencialmente, isto é um termo abstrato que descreve a capacidade de um corpo de mover na direção de outro corpo, uma capacidade que pode ser utilizada de diferentes maneiras para produzir uma variedade de diferentes tipos de movimento.

Aqueles que alegam leis como mais fundamentais, também alegam o papel heurístico exercido por elas nas descobertas científicas. Conforme Feynman escreveu: “[W]hen a law is right it can be used to find another one. If we have confidence in a law (e.g., Newton’s law of gravitation), then if something appears to be wrong it can suggest to us another phenomenon” (FEYNMAN, 1992 p. 23 e CARTWRIGHT, 1999 p. 52). Feynman está se referindo à descoberta de Netuno. A crença na existência de Netuno foi sugerida pela irregularidade que a órbita de Urano em respeito com as predições que podiam ser feitas com os princípios newtonianos. Conforme esta abordagem, esta descoberta nos alerta para a importância das leis universais. Cartwright afirma que esta reivindicação é um erro. A irregularidade observada aponta antes uma falha de descrição de circunstâncias específicas que caracterizam a máquina planetária newtoniana. A descoberta de Netuno resulta da revisão das *condições de proteção* que são necessárias para garantir a estabilidade da máquina original newtoniana.

2.4 – MODELOS COMO PROJETOS DE MÁQUINAS NOMOLÓGICAS

A abordagem de Cartwright sobre máquinas nomológicas surge primeiramente com seu trabalho sobre modelos no LSE Modelling and

Measurement in Physics and Economics Project¹³. Ela nos indica que quando atentamos para as ciências matematizadas, como a física e a economia, nós percebemos um importante papel desempenhado pelos modelos; e quando nós estudamos cuidadosamente estes modelos, nós encontramos um tipo de informação que a autora identifica em sua caracterização sobre o que ela chama de máquina nomológica. Considerando modelos que se encontram totalmente em uma única ciência exata, como a Física e a Economia, onde o papel da palavra “exata” é indicar a exigência feita nos modelos dessas disciplinas que o comportamento deve ser explicado com a derivação correta e rigorosa dos fatos dos modelos em adição com os princípios da teoria. Os modelos nos fornecem um conjunto de componentes em seu arranjo. A teoria nos revela como as capacidades são exercidas.

As capacidades empregadas nos modelos que nós construímos nas ciências exatas vão diferir das capacidades mais comuns que nos referimos em nosso dia-a-dia. Vamos considerar a lei de Coulomb. A lei de Coulomb descreve uma capacidade que um corpo possui *qua* carregado. Isto difere das muitas maneiras que usamos a palavra capacidade em nosso cotidiano. Difere ao menos em três maneiras que são importantes para o entendimento correto que a ciência exata necessita da maneira que uma máquina nomológica opera. Primeiro, a capacidade é associada com uma característica específica – carga – que pode ser atribuída a um corpo por uma variedade de razões independentes da capacidade descrita e apresentada em uma lei relatada, neste caso a lei de Coulomb. Esta é a parte que constitui uma compreensão científica da capacidade. Isto contrasta com dois relatos do cotidiano, por exemplo, irritabilidade, comunicabilidade e muitos outros. Com certeza, estas são capacidades que nós possuímos. Como a capacidade da lei de Coulomb, isso é também altamente genérico. As capacidades originam uma grande variedade de comportamentos, a melhor descrição do que há em comum entre as capacidades é análogo ao que há nas capacidades de que as pessoas demonstram no cotidiano.

Estes casos do cotidiano contrastam com exemplos científicos em que a autora está interessada em saber o que temos disponível para compreender quando uma capacidade é obtida ou não. A segunda maneira que a capacidade de Coulomb difere das capacidades do cotidiano é que

¹³ Este foi projeto realizado na London School of Economics and Social Sciences que tinha por objetivo o estudo dos modelos científicos. Autores como Margaret Morisson, Mary Morgan e Roman Frigg também participaram do projeto.

a capacidade de Coulomb tem uma forma funcional exata a uma precisa força, que está registrada em sua própria lei especial. E terceiro, é sabido que algumas regras bem explícitas de como a capacidade de Coulomb irá combinar com outras descritas por diferentes leis de força para afetar o movimento das cargas carregadas. O que acontece quando um número de diferentes forças são exercidas juntas em um mesmo objeto? Para descobrir, nós somos ensinados a calcular a força total. Então nós usamos a fórmula $F=ma$ para calcular o resultado da aceleração.

Estes dois aspectos são características do estudo das capacidades em ciências exatas, embora o método de representação varie significativamente através dos domínios tanto para as próprias capacidades como para calcular quando elas operam em conjunto.

“These examples bring out the wholistic nature of the project we undertake in theory formation in exact science. We must develop on the one hand concepts (like ‘the force due gravity’, ‘the force due to charge’ or ‘capacitance’, ‘resistance’, ‘impedance’...) and on the other, rules for combination; and what we assume about each constrains the other, for in the end the two must work together in a regular way. When the concepts are instantiated in the arrangements covered by the rules, the rules must tell us what happens, where regularity is built into the demand for a rule: whenever the arrangement is thus-and-so, what happens is what the rule says should happen. (CARTWRIGHT, 1999, p.56)¹⁴

Desenvolver conceitos para que nós possamos ter as regras que irão trabalhar propriamente em conjunto é extremamente difícil, embora nós tenhamos conseguido em uma gama de áreas. Tanto na Física quanto na economia nós temos uma variedade de teorias formais com conceitos especiais e regras explícitas que permitem predizer que comportamento regular deve ocorrer sempre que os conceitos são instanciados nos tipos prescritos de arranjos. Na Física, nós temos sido capazes de construir exemplos claros desses arranjos, um bom número de nossas teorias formais são bem confirmadas, enquanto na Economia, em que deve se contar formas de testes mais indiretas, e os vereditos são menos claros.

¹⁴ Itálico no original.

De qualquer maneira, o sucesso em vários ramos da Física em conceber conceitos especiais e leis que funcionam em casos onde os conceitos são claramente aplicados, mostra que há ao menos alguns domínios onde os requisitos que nós temos mencionado não são impossíveis de cumprir.

“A common metaphysical assumption about the completeness (or completability) of theory would go further and put an even more severe demand on our scientific concepts. The assumption was well expressed by John Stuart Mill:

The universe, so far as known to us, is so constructed that whatever is true in any one case is true in all cases of a certain description: the only difficulty is to find what description.

The sense of completeness I have in mind is this: a theory is complete with respect to a set of cases when it supplies for those cases the descriptions that Mill expects plus the principles that connect the descriptions.” (CARTWRIGHT, 1999, p. 56)

As restrições impostas na formação de conceitos em ciências exatas pela demanda para construir ao mesmo tempo que um sistema de regras que irão trabalhar juntamente com os conceitos de maneira correta estão severamente confinadas em algumas teorias formais em Física que satisfazem elas, e com grande esforço. E mesmo na Física, nós nunca temos um tipo de sucesso, e nem próximo do sucesso *pleno* (completeness). “It is only subject to the big *ceteris paribus* condition of the operation of an appropriate nomological machine that we can ever expect, ‘that whatever is true in any case is true in all cases’” (CARTWRIGHT, 1999, p.57). Nós podemos visar a plenitude nos casos onde nós temos uma pesquisa empírica bem fundamentada que oferece ideias promissoras para chegar a este objetivo. Mas nós não temos boas razões empíricas para pensar que o mundo nos fornece muitas descrições para que teorias sejam completas.

Este é o motivo pelo qual a noção de máquina nomológica é importante. Este é, depois de tudo, apenas um conceito filosófico, uma maneira de categorizar o entendimento do que ocorre no mundo. Esta noção conforme a autora, possui a vantagem de que não precisamos usar conceitos com uma forte carga metafísica para explicar o sucesso das ciências exatas. Isto é, esta noção tem uma vantagem sobre outras, pois

ela implica em menos compromissos metafísicos que as demais noções implicam ao descrever como as nossas teorias formais trabalham. As demais concepções exigem uma carga metafísica maior para dar sentido ao sucesso demonstrado pelas ciências exatas. Onde há máquinas nomológicas há também leis regulares. No entanto, nós precisamos de certas partes descritas através de conceitos especiais antes de construir uma máquina nomológica.

Todavia, conceitos do dia-a-dia como *irritabilidade* e *expressividade* não irão construir uma máquina nomológica, e ao que parece, nem conceitos como aceleração em termos de taxa de mudança de velocidade pelo tempo (dv/dx). Precisamos também, de um arranjo especial: uma grande quantidade de resistores e capacitores amontoados em uma sacola não vai conduzir uma corrente elétrica. E quando entendemos desta maneira, nós não estamos mais inclinados em pensar que as ciências exatas podem explicar a realidade em sua totalidade. Esta argumentação de Cartwright deixa bem evidente um dos ideais da Stanford School of history/philosophy of science, isto é, a falta de unidade.

Outro conceito importante sobre as máquinas nomológicas na filosofia da ciência de Cartwright é o conceito chamado *shielding conditions* e que doravante vamos traduzir por *condições proteção*, como mencionamos anteriormente. Vamos utilizar o exemplo da irregularidade da órbita de Urano através do modelo planetário original. Isso nos faz lembrar que não é suficiente que a máquina tenha o arranjo certo e as peças certas; é necessário que não tenha mais nada ocorrendo que possa inibir o funcionamento da máquina. Até mesmo um princípio básico como $\mathbf{F}=ma$ precisa utilizar o conceito de *proteção* antes que possa descrever uma regularidade. Podemos ter todas as forças no arranjo correto que permitem atribuir uma força total particular \mathbf{F} , Porém não podemos esperar que surja uma aceleração $\mathbf{a}=\mathbf{F}/m$ caso ocorra uma ventania bem forte intervindo na máquina. A necessidade do conceito *proteção* é característica de máquinas comuns que nós construímos em nosso dia-a-dia. A importância deste conceito no entendimento de quando as regularidades surgem é em larga medida o motivo pelo qual é útil pensar os arranjos especiais que geram as regularidades nas máquinas.

Certos tipos de modelos, conforme a abordagem de Cartwright, funcionam como projetos (*blueprints*) de máquinas nomológicas. Mas não podemos nos equivocar e confundir isto com a alegação de que os modelos que encontramos nas teorias nos mostram como construir uma máquina nomológica.

“The models are generally given at far too high a level of abstraction for that. Just think about the arrangements that must obtain in model when we expect to do a vector addition of a number of forces represented there: the forces must all be ‘exercised together’.” (CARTWRIGHT, 1999, p.58)

Isto significa que, ao menos, no caso de certos conceitos descritivos, nós precisamos da ajuda dos princípios-ponte (*bridge principles*) da teoria. Mas geralmente eles não nos auxiliam em tudo no caso do arranjo. Mesmo os princípios-ponte são de pouca ajuda no ato de construção de uma máquina. Pois não nos auxiliam muito na construção do arranjo do modelo. Os princípios-ponte nos dizem em que consistem mais precisamente os conceitos abstratos. Mas o que nós precisamos é saber como o material real e suas propriedades são, e em que medida os conceitos abstratos correspondem a essas propriedades reais. Precisamos ter consciência destes dados antes de construir uma máquina nomológica. E segundo a autora, não é o trabalho da teoria científica nos dizer isto.

Cartwright argumenta através de modelos que pertencem às ciências exatas e notou que nem todos os comportamentos defendidos por estas ciências são precisos. E em geral nós construímos modelos a partir de conceitos de uma variedade de disciplinas, e o comportamento regular de um modelo não segue rigorosamente de qualquer teoria que saibamos. Portanto, Cartwright conclui:

“So here is my strong claim: look at any case where there is a regularity in the world (whether natural or constructed) that we judge to be highly reliable and which we feel understand – we can either explain the regularity or we believe it does not need explanation. What you find, I predict, is that the explanation provides what is clearly reasonable to label as *nomological machine*.” (CARTWRIGHT, 1999, p.58)

E onde não há nenhuma explicação necessária ainda, mesmo assim vamos encontrar uma máquina. Algumas vezes, por exemplo, toda a situação é tratada como uma simples máquina, onde as condições de

proteção e a ideia de operações repetidas são tão transparentes que elas não são notadas. Isto corrobora a reivindicação que a medida que possuímos poderosas evidências empíricas não podemos ter regularidades sem uma máquina nomológica. E como máquinas nomológicas são raras, como elas parecem ser, isso se deve ao fato de não haver muitas coisas que acontecem na natureza que sejam regulares e ordenadas, isto ocorre porque o mundo é profundamente fragmentado.

2.5 – AS CAPACIDADES SÃO REALMENTE NECESSÁRIAS?

Na filosofia da ciência de Cartwright, as capacidades são necessárias pelo fato de que é preciso ter conhecimento sobre as capacidades para que se possa entender as máquinas nomológicas, e não podemos fazer isso com o uso de leis, não no sentido de que uma lei é uma conjunção necessária de regularidades. A autora aponta dois locais onde podemos perceber porque precisamos das capacidades ao invés das leis. O primeiro é nos princípios para descrever a construção da máquina nomológica, o segundo é na descrição do funcionamento destas máquinas. Lembrando que é importante ter em mente que há mais de um senso convencional de lei.

Vamos atentar primeiro para a construção de uma máquina nomológica. Na construção de uma máquina nós organizamos certas causas para produzir o efeito desejado. Vamos considerar, novamente, o princípio da gravidade de Newton¹⁵ e a lei de Coulomb. Ambos podem trabalhar em conjunto com a segunda lei do movimento de Newton ($F=ma$) para poder explicar a trajetória de um corpo carregado. Segundo a autora, ambos descrevem as capacidades que movem e que produzem o movimento de um corpo carregado, no primeiro caso a capacidade leva em conta massa gravitacional, e no segundo leva em conta a sua carga.

O vocabulário relevante das propriedades que ocorrem ou são mensuráveis no caso está no vocabulário relativo ao movimento – posição, velocidade, aceleração, direção e outros termos similares. Mas não há nada neste vocabulário que nos diga o que as massas fazem uma com outra. Quando uma massa atrai outra massa, está completamente em aberto o movimento que ocorre. Dependendo das circunstâncias em que as massas estão situadas, a segunda massa pode estagnar, pode mover-se em direção à primeira, e pode mesmo ainda mover-se de outra maneira. Não há fato que diga que as propriedades que ocorrem produzam algo quando as massas interagem. Mas não significa que não podemos dizer

¹⁵ CARTWRIGHT, 1999, p. 65.

algo. “Massas se atraem”, por exemplo. Isto é o que nós dizemos, é o que nós testamos de muitas maneiras diferentes, é o que nós usamos para entender o movimento de objetos em uma interminável variedade de circunstâncias.

Utilizando os argumentos de Gilbert Ryle (1900-1976) em *The Concept of Mind*, notamos que quando usamos o termo “atração” em consequência de uma regularidade reivindicada, fazemos apenas o que Ryle nos adverte contra o caso das disposições mentais: nós categorizamos junto como um tipo de episódio todos os resultados que ocorrem quando duas massas interagem, qualquer que pareçam estes episódios. Cartwright relata que o *Concise Oxford English Dictionary*, por exemplo, define “atração” ao utilizarmos um ímã, gravidade, etc, como exercer uma força sobre algo. No entanto “atração” e “força” são como “vendedor” e a atividade de vender, “pintor” e a atividade de pintar. Eles não estão em uma lista usual de termos filosóficos sobre propriedades que ocorrem. Todavia, elas marcam o fato que uma capacidade relevante tem sido exercida. O que é comum entre os casos quando massas interagem como Newton descreveu.

Às vezes nós fazemos um uso muito difundido de termos como “atração”, termos que marcam o exercício de uma capacidade por um outro tipo, o que é um equívoco. Nós alternamos entre um senso ocorrente de um termo – um corpo tem *atraído* um segundo corpo quando o segundo se move para ele – em que o princípio de Newton ou a lei de Coulomb não é geralmente corroborado – e neste sentido marca o exercício de uma capacidade em que os princípios parecem verdadeiros (se não universalmente ao menos largamente como tem parecido até então). “Atração”, como muitos verbos, tanto no sentido comum quanto técnico de uma linguagem, vem ligado com um efeito natural e com dois sentidos. O primeiro é o sentido em que o efeito natural deve ocorrer se o verbo for satisfeito; o segundo sentido é satisfeito por um sistema que exerce a capacidade independentemente do resultado, isto é, por tentar produzir o efeito associado.

A linguagem técnica da física compartilha algumas características com nossa linguagem mais comum. *Atração, repulsão, resistência, pressão*, e assim por diante: são conceitos essenciais para a física para explicar e predicar as quantidades e qualidades que nós podemos mensurar. A Física não difere da linguagem comum por precisar apenas de um conjunto especial de termos de propriedades ou de quantidades diretamente mensuráveis e despidas de todas as conexões com poder e disposições.

Um segundo lugar, onde parece se perceber melhor a necessidade das capacidades é quando nós analisamos o funcionamento de uma máquina nomológica. Vamos considerar o simples caso de dois corpos carregados separados por uma distância r . Para calcular seu movimento, nós adicionamos vetores de força encontrados no princípio de Coulomb, e a força encontrada na lei da gravidade de Newton; então nós substituímos o resultado na segunda lei de Newton, $\mathbf{F}=\mathbf{ma}$. Logo, o que nós estamos supondo? Primeiro, nada há que iniba qualquer objeto de exercer força tanto da lei gravitacional ou da lei de Coulomb; segundo, nenhuma outra força é exercida nos corpos; terceiro, qualquer coisa que acontece para os dois corpos que possa afetar seus movimentos, pode ser representado como uma força. Notamos que todas essas ressalvas estão ligadas de alguma forma com as capacidades e o exercício delas. Nada deve inibir qualquer carga ou massa gravitacional do exercício de suas capacidades. E finalmente, a capacidade de uma força para mover um corpo conforme a descrição da segunda lei de Newton deve ser exercida, desimpedida e sem interferência.

Uma ideia que podemos ter é uma parte das pretensões fundacionistas sobre a Física: existe algum vocabulário especial para a Física que permite que nós possamos descrever qualquer coisa que importe para o movimento dos corpos. Este ponto de vista é apoiado, segundo a autora, por um entendimento errôneo sobre como a dedução funciona no campo de Física. Em teorias como a mecânica, o eletromagnetismo e a relatividade especial, nós temos um considerável sucesso em encontrar um conjunto de descrições de propriedades ocorrentes que possui um tipo de fecho dedutivo: certos tipos de efeitos descritíveis que ocorrem de forma confiável no vocabulário em circunstâncias que todas as causas desse tipo de efeito podem ser adequadamente descritas dentro do vocabulário designado. E nós ainda precisamos do conceito de proteção: nada mais deve ocorrer que interfira nas capacidades das causas no arranjo que produza o efeito.

A necessidade deste tipo de adição é frequentemente obscurecida pela maleabilidade da linguagem da Física. Algumas vezes, termos desta ciência se referem genuinamente a quantidades mensuráveis que objetos ou sistemas podem possuir e algumas vezes o uso de muitos dos mesmos termos requerem a verdade sobre a operação de capacidades para serem satisfeitos.

Até este momento, Cartwright tem argumentado que existem atividades que exercemos, e que realmente devemos exercer, com nossos princípios científicos que não podem ser realizadas através das leis, pelo contrário, precisamos de descrições das capacidades. Há uma resposta

para o apelo que a autora faz para esta defesa tão forte das capacidades. Esta resposta emprega um certo tipo de argumento transcendental. A autora empresta argumentos utilizados por van Fraassen e Arthur Fine no debate mais geral sobre o realismo científico. O argumento pressupõe que nós temos dados-base puros, livre das capacidades e de suas capacidades não humeanas. Conforme Cartwright, a objeção que se segue é essa:

“You, Cartwright, will defend the design of given machine by talking about what impedes and what facilitates the expression of the capacities in question. I take it this is not idle faith but that in each case you will have reason for that judgment. These reason must ultimately be based not in facts about capacities, which you cannot observe, but in facts about actual behavior, which you can. Once you have told me these reasons, I should be able to avoid the digression through capacities and move directly to the same conclusions you draw with capacities. Talk of capacities may provide a convenient way to encode information about behaviours, but so long as we insist that scientific claims be grounded in what can be observed, this talk cannot contribute any new information” (CARTWRIGHT, 1999, p.68)

Mas a autora questiona sobre os dados base descontaminados e onde eles estariam em nossa experiência. Ela alega que isto é uma construção filosófica, com certa medida de metafísica, e é uma maneira de interpretar o mundo. Vamos considerar uma adaptação do argumento de van Fraassen. A objeção procede da assumpção que há alguma noção defensável de uma propriedade sensível que é conceitualmente e logicamente distinta de muitas ideias conectadas com as capacidades. Desta forma, estamos diante de um certo confronto que é uma espécie de desafio sobre como podemos explicar que diferenças as capacidades podem fazer. “Imagine a world identical with our own in all occurrences of its sensible qualities throughout its history but lacking in facts about capacities. How would that world differ from our world?”(CARTWRIGHT, 1999, p.69)

Por um lado, este argumento pode ser sobre sequências de nossas experiências no mundo, e não sobre propriedades dele. Estas sequências permanecem as mesmas, mas nós imaginamos que elas não são causadas

na forma habitual do que está acontecendo no mundo a nossa volta. Esta leitura não pode ser a única pretendida, embora, desde que não nos tire do caminho correto, revele virtudes especiais para descrições como “é vermelho” em contraste com aquelas como “tem o poder de aliviar dores de cabeça” ou “atrai outras cargas, *qua* carregadas”. Nossas experiências são entendidas em grande medida em termos de capacidades. Nós não temos uma experiência crua de uma casa como uma miscelânea de cores.

“Sense data, or the given, are metaphysical constructs which, unlike capacities, play no role in testable scientific claims. Once there was a hope to mark out among experiences some raw pieces by using an epistemological yardstick; the ‘real’ experiences were the infallible ones. After a great deal of debate it is not clear whether this criterion even lets in claims about felt pains; but it surely does not distinguish claims like ‘The stripes are red’ from ‘Your pinching makes my arm hurt’ and ‘Mama is irritable’.” (CARTWRIGHT, 1999, p. 69)

A versão contemporânea deste argumento tende, por estas razões, não ser em termos de experiências sensoriais, mas em termos de propriedades sensíveis. Mas aqui podemos fazer uma réplica simples. Um mundo com todas as mesmas propriedades sensíveis como as nossas poderia ser um mundo com capacidades. Conforme a autora, vermelho é uma propriedade que, dentre outras coisas, implica a nossa capacidade de observar apenas desta maneira em situações normais e observar sistematicamente diferente quando as circunstâncias são sistematicamente variadas.

Talvez nós estejamos enganados por estar até aqui carregando conclusões de uma metafísica anterior, conclusões que tem descartado certas premissas. Estas premissas envolvem a doutrina das impressões e das ideias. Na filosofia pós-cartesiana dos empiristas britânicos, propriedades sensíveis poderiam ser encontradas devido ao fato de elas atentarem para as impressões. Mas nós não temos uma teoria da cópia, então nós não temos propriedades que são identificadas através dela.

Como não temos a teoria da cópia de impressões, nem adotamos uma simples teoria de formação de conceitos, para Cartwright existem propriedades, e todas as propriedades trazem consigo suas capacidades.

Logo, como o mundo de Hume difere do nosso? Talvez este mundo humiano não tenha diferença. Qualquer mundo com as mesmas propriedades que o nosso, pode *ipso facto*, ter capacidades, pois o que uma propriedade habilita um objeto a fazer é parte do que é ser esta propriedade.

2.6 – O QUE FAZ UMA CAPACIDADE SER CONSIDERADA VERDADEIRA?

Segundo Wittgenstein¹⁶, o mundo é constituído de fatos. Os empiristas devem insistir que são os fatos que fazem nossas reivindicações científicas serem verdadeiras. Logo, quais fatos fazem com que as capacidades sejam verdadeiras? Antes de responder esta questão, Cartwright direciona este mesmo formato de pergunta para a posição mais tradicional. E reformula: Quais fatos fazem com que uma lei reivindique sua verdade em um senso regular e necessário de lei? Em seguida, a autora aponta que deve haver dois tipos honestos de resposta.

A primeira é que as regularidades fazem com que leis possam reivindicar a verdade, regularidades reais, as que realmente ocorrem. E estes são fatos inegáveis do mundo, e não fatos putativos em algum mundo possível. Eles são, portanto, candidatos empiristas próprios para serem portadores de verdade. Uma segunda pergunta seria como explicar todas as regularidades acidentais. E uma resposta empirista honesta é que as leis são baseadas em regularidades que cobrem um amplo campo de ocorrências de uma maneira eficiente. A objeção que ocorre neste caso é lembrada por Russell: uma boa parte das reivindicações em que nós estamos mais interessados, especialmente em contextos de previsão e planejamento, são situações que podem nunca ocorrer ou são situação muito raras de acontecer novamente. Russell alegou que a física resolve estes problemas usando descrições muito abstratas. Desta forma, a trajetória dos planetas, a trajetória de balas de canhão e elétrons em uma câmara são todos casos que podem ser instanciados por $F=ma$.

Segundo Cartwright, essas regularidades para iniciar o trabalho de um cientista não existem. A menos que robustamente levemos em conta as capacidades, os princípios de Newton e Coulomb são imediatamente excluídos. Talvez estes princípios estejam relegados ao status de ferramentas de cálculo para obter regularidades “reais”, com $F=ma$. Mas mesmo isso não é uma regularidade verdadeira se não acrescentarmos a ressalva de que o conceito de força opera sem restrições.

¹⁶ Segundo sua obra: “Tractatus Logico-Philosophicus” (2001).

Portanto, os teóricos sobre regularidades não podem iniciar seu trabalho a menos que eles analisem os fatos envolvidos como operação de capacidades que constituem parte do mundo.

Como alternativa, existem propostas que levam a questão da necessidade como um dos tipos de fatos que compõem o mundo. Desta forma, podemos ainda ser empiristas no sentido de que podemos ficar com a exigência de que as afirmações científicas podem julgar os fatos sobre o mundo real que nos cerca. A desvantagem deste tipo de proposta é que, segundo a autora, ela não nos indica os fatos ideais que devemos levar em conta sobre o mundo. O que estaria em questão é que esta proposta nos deixa em um tipo de fato não correto para nossos intuítos. Desta maneira, a inversão de uma população de átomos não necessita de uma radiação coerente. Afinal, poderíamos alegar que qualquer coisa pode ser causa de outra coisa. De fato, isto parece não ser implausível pensar que com o tipo correto de máquina nomológica, quase qualquer coisa pode necessitar qualquer coisa mais. Isto é, dado um componente com uma característica especial e uma saída desejada, podemos desenvolver uma máquina onde o primeiro componente segue a saída da máquina com total confiabilidade. Em outras palavras, estaríamos construindo máquinas novas em cada situação em que nos confrontássemos.

A autora questiona se qualquer coisa pode causar praticamente qualquer coisa, o que seria especial sobre a reivindicação de que uma inversão de uma população de átomos permite ou pode causar uma radiação coerente. Podemos usar a expressão que usamos quando nós frequentemente introduzimos uma explicação sobre nossas intuições sobre a as leis da natureza: “the inversion allows the coherent radiation by virtue of the struture of the world, or by virtue of the way the world is made.” (CARTWRIGHT, 1999, p.72). Para assinalar a diferença entre um tipo de possibilidade accidental, onde qualquer coisa pode resultar em qualquer coisa, e em outro senso mais nomológico de possibilidade, segundo a autora, Max Weber trabalhou o conceito de “possibilidade objetiva”. Cartwright indica que as ideias de Weber podem ser empregadas em uma busca do entendimento do conhecimento científico contemporâneo. No entanto, ela indica que uma maneira melhor de trabalhar seria abordar as doutrinas de Aristóteles sobre a natureza. Mas isto ela trabalha em um passo futuro.

“Capacity claims, about charge, say, are made true by facts about what it is in the nature of na object

to do by virtue of being charged. To take this stance of course is to make a radical departure from the usual empiricist view about what kinds of facts there are.” (CARTWRIGHT, 1999, p. 72)

Atentando para a atitude científica, argumentos filosóficos para o tradicional ponto de vista empírico sobre o que existe e o que não existe, não são muito convincentes para começar. Neste tipo de situação, eles certamente serão permitidos se eles nos colocar em um mundo que faz mais sentido quando nós usamos e fazemos nossas ciências com sucesso. O que faz as capacidades reivindicarem verdade são os fatos sobre as capacidades, onde provavelmente a gramática da natureza para as capacidades é parecida com a nossa, ou ao menos como nossa própria e como qualquer outra reivindicação sobre a estrutura do mundo que nós voltamos a ler a partir das formulações científicas bem-sucedidas. Logo, o que torna verdadeira a reivindicação de que “a inversão de uma população de átomos tem a capacidade de produzir uma radiação coerente” é o fato de que a inversão tem a capacidade de produzir uma radiação coerente. E este fato, tanto quanto nossa justificativa permite, possui muito mais abertura em respeito para determinar propriedades ocorrentes como faz a reivindicação de Cartwright sobre a capacidade.

2.7 – AS MÁQUINAS NOMOLÓGICAS E OS LIMITES DA CIÊNCIA

Cartwright defende, portanto, a alegação que fatos são sobre as capacidades e como elas operam são parte do mundo retratado pelas ciências exatas, como são os fatos sobre propriedades ocorrentes e quantidades mensuráveis. Alguém pode estar inclinado em questionar sobre o que é todo este movimento. Anteriormente nós procurávamos por impressões e ideias em uma teoria de formação de conceitos defendido por Hume e todas as formas de teorias sobre os dados do “sentido” também. Mas como fazemos a distinção entre fatos sobre propriedades ocorrentes e aqueles sobre capacidades em primeiro lugar?

Para fazer esta distinção, a autora alerta que não podemos perder de vista uma importante característica das capacidades que afeta nossas doutrinas e os limites da ciência. Não há nenhum fato em questão sobre o que um sistema pode fazer em virtude de ter uma dada capacidade. O que depende é de um cenário, e os tipos de cenários necessários para produzir resultados sistemáticos e predizíveis. E isto nos leva às máquinas

nomológicas. Mas as máquinas nomológicas possuem uma estrutura bem peculiar. Elas exigem condições ideais para que um sistema possa exercer suas capacidades de maneira repetida, e as indicações empíricas sugerem que estes tipos de condições são raras. Não importa quanto conhecimento possamos ter sobre situações particulares, predição no mundo não surge como uma norma, mas como exceção. Então devemos esperar que as regularidades sejam poucas e distantes entre si. Se desejamos situações que sejam predizíveis, nós devemos elaborá-las cuidadosamente.

2.8 – AS LEIS DA NATUREZA

Conforme argumentamos até aqui, as leis como regularidades resultam das bem-sucedidas operações das máquinas nomológicas. Mas quais são os fatos que determinam o comportamento de uma máquina nomológica? A tradição iniciada por Hume não encontra nada além do que acontece regularmente, insiste que deve-se considerar apenas as regularidades. Cartwright defende que estas regularidades, caracterizadas conforme a tradição mencionada à cima, não são o que há de mais básico para o conhecimento científico. O que há de mais básico é o conhecimento sobre as capacidades, em particular como as capacidades são associadas à certas características de um evento. E quando dizemos ‘mais básico’, não queremos indicar um sentido mais ontológico ou mais epistêmico. Epistemicamente falando, tanto o conhecimento sobre capacidades como o conhecimento sobre as regularidades estão em condições iguais, não são infalíveis e ambos são necessários se queremos aprender algo novo dos mesmos. E ontologicamente, embora as regularidades confiáveis não sejam reveladas a menos que as capacidades sejam aproveitadas apropriadamente, mesmo assim as reivindicações sobre como as coisas regularmente se comportam em dadas circunstâncias não são nem mais ou menos verdadeiras, e nem mais ou menos necessárias que as reivindicações sobre as capacidades que explicam o porquê do comportamento regular das coisas em certas circunstâncias. Antes, o conhecimento de capacidades é mais básico pois é mais abrangente e mais amplamente útil que o conhecimento sobre as regularidades.

Para intervir no mundo que nos rodeia, nós precisamos fazer previsões confiáveis sobre os eventos e isso requer as regularidades. Nós podemos estar confiando no que acontece em uma dada situação se certas coisas realmente acontecem, ou se regularidades ocorrem de forma repetida suficientemente. Todavia:

“Knowledge of the capacities that various features of the world bring with them is not enough to tell us what really happens in any situation at all. We need only recall our nomological machines to see that. We need very special knowledge about how capacities can be harnessed before we can expect any regularities.” (CARTWRIGHT, 1999, p. 77)

O conhecimento de capacidades é um tipo de conhecimento um pouco diferente do conhecimento sobre o que as coisas fazem ou que as coisas podem fazer, do que acontece ou pode acontecer. Nossa concepção contemporânea do conhecimento científico é dominada pelas categorias propostas pelos empiristas do século XVIII e XX. Esta são categorias das propriedades ‘sensíveis’ ou ‘observáveis’ e das propriedades ‘ocorrentes’ como opostas aos poderes e disposições. Mas nós podemos obter uma descrição melhor do conhecimento científico se adotarmos aspectos da filosofia de Aristóteles. “The knowledge we have of the capacity of a feature is not knowledge of what things with that feature do but rather knowledge of the *nature* of the feature.” (CARTWRIGHT, 1999, p.78). Conforme esta citação, um conceito como a noção de ‘natureza’ proposta por Aristóteles é mais adequado que os conceitos de ‘lei’, ‘regularidade’ e ‘propriedades ocorrentes’ para descrever o tipo de conhecimento que nós possuímos na ciência moderna. Este conhecimento por sua vez, nos permite um entendimento e certo poder para mudar as regularidades que nos rodeia e produzir as leis que desejamos.

Portanto, a doutrina empirista moderna da regularidade pressupõe quase que invariavelmente a distinção crucial entre poderes e qualidades sensíveis. De acordo com Hume, estes poderes não são acessíveis aos nossos entendimentos e sentidos e, portanto, devem ser excluídos do campo científico. Atualmente esta distinção recebeu uma formulação sutilmente diferente, entre os poderes que as coisas possuem para se comportar de certa maneira, e por outro lado, os comportamentos realmente exibidos. Mas os empiristas modernos, assim como Hume, continuam impacientes e ansiosos para rejeitar o conceito de poderes no campo científico. No entanto, Cartwright mantém sua posição de que as leis de cunho verdadeiramente fundamental não são sobre o que as coisas fazem, mas no que consiste sua natureza de fazer. Na linha deste pensamento, quando examinamos a lei de Coulomb, o que esta lei realmente quer nos dizer não é qual força das partículas carregadas nos experienciamos, mas preferencialmente o que é em sua natureza, *qua*

carregada, que nós estamos experienciando. Este tipo de conceito de “natureza” está muito próximo de outros conceitos como “poderes” e “capacidades”. Quando indicamos que é em certa natureza que experienciamos uma força, estamos querendo indicar ao menos que poderíamos experimentar esta força apenas se as condições corretas ocorrem para que os poderes possam ser exercidos por eles mesmos.

O método analítico utilizado em ciências é associado de forma próxima com o que é chamado frequentemente de *idealização galileana*. A idealização juntamente com a inferência na natureza formam um processo em dois níveis que ilude o coração do julgamento da ciência moderna. Primeiro nós tentamos descobrir por uma combinação de experimentação, cálculo e inferência como a característica em estudo se comporta, ou poderia se comportar, em uma particular situação altamente específica. Por controlar através de cálculos, no caso da lei de Coulomb, desconsiderando a gravidade, nós tentamos descobrir como dois corpos carregados ‘poderiam interagir se suas massas fossem zero’. Mas este é apenas um estágio, em si mesma esta informação é pequena. O último objetivo é descobrir como os corpos carregados interagem, não quando suas massas são zero, nem sob qualquer outro conjunto específico de circunstâncias, mas preferencialmente como eles interagem *qua* carregados. Este é o segundo estágio, ou nível, do julgamento: nós inferimos a natureza da interação das cargas de como as cargas se comportam nestas circunstâncias ideais especialmente seletas.

Neste momento, *ideal* é o conceito chave. Por um lado, nós usamos este termo para marcar o fato de que as circunstâncias em questão não são reais, ao menos, raramente são obtidas naturalmente e requerem uma grande quantidade de invenção mesmo por aproximação. E por outro lado, as circunstâncias ‘ideais’ são aquelas que são corretas, corretas por inferirem o que a natureza do comportamento é por ele mesmo. O primeiro aspecto sozinho menospreza nosso problema. Nós tendemos a pensar que as grandes dificuldades surgem dos pequenos desvios que o conceito ideal emprega em cada experimento real: embora seja pequeno o desvio, nós escolhemos pequenas massas ao usar a lei de Coulomb, nunca conseguimos eliminar totalmente a interação gravitacional entre elas, nos experimentos galileanos sobre inércia, o plano nunca é perfeitamente liso nem a resistência do ar é zero, podemos também realizar experimentos profundo no espaço, mas os efeitos de grandes corpos massivos no universo pode nunca ser eliminado, o fato é que as condições nunca serão as ideais neste sentido.

O problema que Cartwright deseja abordar não é se podemos ter o sistema dentro de circunstâncias ideais, mas sim, o que faz certas

circunstâncias serem ideais ou não. Todavia, o que controla o fato de que certos efeitos devam ser minimizados, definidos como zero, ou calculados de determinada maneira? Esta é uma questão muito pertinente. Para Cartwright, não podemos responder esta questão apenas com a convencional abordagem empirista do conhecimento científico. Se considerarmos cada experimento particular, pode parecer que cada equipamento que utilizamos, as circunstâncias que forjamos, e os cálculos realizados, são as devidas propriedades que podem ser descritas sem a menção de sua natureza. Mas em cada caso, o que faz o arranjo do equipamento naquelas circunstâncias particulares ideais é o fato que estas circunstâncias por onde as características em estudo operam sem obstáculos e impedimentos, somente então que sua natureza é revelada em seu comportamento.

“[...] I should make a point about terminology. My use of the terms *capacity* and *nature* are closely related. When we ascribe to a feature (like charge) a generic capacity (like the Coulomb capacity) by mentioning some canonical behavior that systems with that capacity would display in ideal circumstances, then I say that that behavior is *in the nature of* that feature. Most of my arguments about capacities could have been put in terms of natures had I recognized soon enough how similar capacities, as I see them, are to Aristotelian natures. On the other hand, the use of the term ‘nature’ would seem very odd in the contemporary philosophical literature on causation, and would probably divert attention from central points I want to make there about capacities versus laws, so perhaps it is not such a bad idea to keep both terms.” (CARTWRIGHT, 1999, p. 84/85)

Para aqueles que acreditam que a indução providencia um primeiro instrumento de construção para o conhecimento empírico, o método da moderna física experimental deve parecer insondável ou sem fundo. Usualmente a base indutiva para princípios que estão sendo testados é para ser insuficiente, e nos melhores esquemas experimentais, onde possuímos controle suficiente das matérias e de nosso conhecimento das premissas básicas necessários e apenas uma instância do comportamento de determinado evento pode ser suficiente para nossos

intuitos. Embora a inferência nunca seja absolutamente certa e nem irrevogável. Mesmo assim, procedemos com um alto grau de confiança. Claramente nesses experimentos, sobretudo na Física, estamos preparados para aceitar ou assumir que a situação que estava diante de nós era de um tipo bem especial: uma situação em que o comportamento do evento ocorre de forma repetida. Seja o que acontecer nesta situação, isto pode ser generalizado.

Este tipo particular de repetição assumido pela Física experimental requer um tipo de comportamento permanente que perpassa por uma variedade de condições externas. Por exemplo, nós mensuramos, com êxito pensamos a carga ou a massa de um elétron que é dada em um experimento. Então, acreditamos estar cientes da carga e da massa de todos os elétrons, sendo assim, não necessitamos mensurar uma infinidade de elétrons novamente. Realizando estas ações estamos fazendo o que aparenta ser um tipo de suposição essencialista: a carga ou massa de uma partícula fundamental não é uma quantidade variável, e sim uma característica da partícula enquanto esta partícula continua a ser uma partícula.

Na maioria dos experimentos, não investigamos as propriedades básicas dos sistemas apenas, como as cargas, mas preferencialmente uma gama mais complicada do comportamento. Diagramaticamente, podemos pensar as suposições de Galileu para estudar o trajeto de bolas em um plano inclinado. Uma reivindicação muito forte pode direcionar a nossa vontade para tirar uma conclusão geral de um caso que pode ser bem especial, todavia, específico demais. Grosso modo, isto pode parecer que uma licença para realizar uma generalização nestes casos pode ser colocada em termos locais que não precisam de referência a sua natureza. É preciso apenas considerar que todos os sistemas situados, e que não foram experimentados ainda, vão assumir um comportamento idêntico. Todavia, uma observação mais próxima deste método, facilmente podemos perceber que isto não é suficiente.

Podemos ver o porquê considerando o próprio Hume. Este autor defendeu o princípio “mesma causa, mesmo efeito”. Sendo assim, cada ocorrência é um exemplar de um princípio geral. Logo, é apenas um o fato geral sobre o mundo que se desvela, não obstante, alguém pode estar desconfiado e apreensivo sobre esta suposição, isto é, que os sistemas identicamente situados se comportam de forma idêntica. Assim sendo, Cartwright aponta para a consideração de que Hume entendeu que certa licença para uma generalização pode se estender e ser considerada universal. Não é o caso de nossa autora. Ela não endossa facilmente a ideia que a mesma causa irá sempre implicar no mesmo efeito. O

empirista assume o princípio como verdadeiro, embora não possa prová-lo. Ele preocupou-se com os princípios, semelhantes a estes, poderiam ser encontrados e considerados de forma circular, porque eles poderiam não ter evidência de que não eram indutivos. No entanto, atualmente não questionamos apenas se as crenças nestes princípios são bem fundamentadas, mas questionamos também se esses princípios são verdadeiros.

Mesmo se ficarmos com a mera preocupação sobre a indução, de que modo nossas evidências se revelarão? O movimento planetário parece regular, realizando sucessivas estações, mas em geral a natureza mundana deste mundo é obstinadamente indisciplinada. Fora de um ambiente supervisionado em laboratório ou um arranjo próximo ou de um módulo fabricado, o que acontece em uma instanciação é raramente um bom guia para o que vai ocorrer em outras instanciações. Situações, que ela mesmas são generalizadas, são especiais, e estes tipos especiais de situações que criamos como objetivo, são criadas tanto em experimentos quanto com métodos tecnológicos. O ponto central para Cartwright é que o que torna essas situações especiais é que elas são situações de uma demonstração estável da natureza dos processos em estudo, ou de uma demonstração estável da interação de muitas e diferentes naturezas.

O caso é especialmente forte quando nos viramos das considerações ficcionais de entendimento ideal para as considerações da metodologia atual. Neste momento as questões sobre as circunstâncias verdadeiras idênticas são desconsideradas. As descrições completas nunca são tratadas, em vez disto, são aceitas as características salientes e as similaridades relevantes. E este parece ser um ponto comum na prática científica. Não temos que especificar nada. Se certos fatores de combinação são fixados, estamos em condições de generalizá-los. No entanto, muitas questões ainda surgem. Como estas: o que torna certa combinação a correta? Qual é o critério que torna uma similaridade relevante e outra não? Os experimentos são desenvolvidos com intenso cuidado e precisão. Eles tomam tempo e implicam em muito trabalho, como trabalho o mental, e necessitam de uma enorme imaginação criativa por parte do cientista.

“It is, of course, not a really true that my thesis about the correct form of natural laws is irrelevant to my argument. Put in the most simple-minded terms, what I point out is the apparent fact that we can generalize from a single observation in a

experimental context just because that context is one in which all the relevant sources of variation have been taken into account. Then, after all, what I claim is that it is laws in the form I commend – that is, laws about natures – that determine what is and what is not relevant. This sets the obvious strategy for the Humean reply: laws, in the sense of universal or probabilistic generalisations, determine the relevant factors an experiment must control to ensure it is repeatable.” (CARTWRIGHT, 1999, p.88)

Cartwright realiza toda esta argumentação para de fato explicitar que não podemos endossar as leis humeanas. Ela sugere que sua filosofia da ciência está baseada em três grandes eixos. Isto é, nossa autora está focando suas atenções nos seguintes conceitos: leis, modelos e teorias científicas. Em momento algum a autora nega a importância das teorias científicas, como vimos. Apenas notamos que as teorias talvez devessem ser tratadas com algum tipo de autoridade menor. Visto que estas teorias necessitam dos modelos científicos não apenas para estes últimos realizarem determinado papel heurístico, mas também pelo fato de os modelos científicos instanciarem situações em que é permitido um profundo desenvolvimento das teorias. No que tange as leis, mostramos que a autora, embora mude a maneira como as leis são tratadas ao longo de sua trajetória filosófica, não deseja de forma alguma aceitar uma posição que entenda as leis como regularidades finitas e possam ser generalizadas e consideradas como universais. Era nossa intenção relatar isto ao longo dos dois capítulos que se estenderam. Devido a isto, nesta última parte do capítulo ainda voltamos nossas atenções para a forma como Cartwright compreende as generalizações em ciências. E acreditamos Cartwright propõe uma argumentação bem clara e consistente, atingindo seu objetivo.

Todavia, nosso foco principal neste trabalho são os modelos científicos propostos por essa abordagem. Sendo ‘modelo’ uma palavra polissêmica, foi e continuará sendo nosso desejo tratar os modelos conforme Cartwright. Visto que mais adiante, no próximo capítulo, optamos por analisar a repercussão das ideias da autora na comunidade filosófica em geral. Contribuições que se estenderam não apenas a filosofia, mas que se disseminou para outras áreas do saber humano, como Ciências Sociais, Física e Economia. Não obstante, ainda não sabemos até onde essas contribuições podem chegar. Conforme abordamos,

notamos que em um primeiro momento de sua trajetória, em *How the Laws of Physics Lie*, a autora defendeu uma concepção de modelo como simulacro. Neste aspecto, era o desejo da autora confrontar o Modelo Nomológico Dedutivo de Hempel. Este modelo defendido por Hempel, e que é tão famoso na literatura da área, estava propondo um modelo da explicação científica. Porém, este conceito não parece estar muito próximo da atividade científica. E seu problema maior, segundo a autora, era o fato deste conceito empregar as leis fundamentais em seu âmbito de explicar um fenômeno. Estes fatores, então, permitiram que Cartwright desse vazão à suas reflexões sobre os modelos como simulacro da explicação. Desta forma, embora nossa autora não proponha uma ontologia destes modelos, notamos que eles são uma forma de enfatizar o antirrealismo de teorias. Visto que são ficções que visam abordar apenas uma parte da realidade, os modelos são sempre falsos em relação ao mundo que nos circunda. E como os modelos são utilizados para desenvolver, e em certas situações até mesmo para criar teorias, as teorias estão contaminadas por este aspecto dos modelos. Portanto, as teorias não podem nos promover um retrato fiel sobre o que seria a realidade. É notável que nestas duas obras e nas que sucederam a carreira da autora, ela sempre defendeu uma certa primazia dos modelos perante as teorias. Claro que esta é uma posição muito forte e gera um desacordo intenso entre os filósofos da área. De nossa parte, pretendemos ao final deste trabalho indicar um meio termo neste aspecto. Isto é, se os modelos não se tornam mais importante que as teorias para a atividade científica, pelo menos eles são tão importantes quanto, visto seu importantíssimo papel desempenhado nas ciências.

Conforme este último capítulo que se passa, vimos um conceito de modelo muito mais sofisticado que o apresentado no primeiro capítulo de nosso escrito. Ao atingir seu ápice no que se refere a abordagem dos modelos científicos, Cartwright perpassou por *Nature's Capacities and Their Measurement*, desta obra a autora trouxe conceitos importantes que são aplicados em *The Dappled World*. Como é o caso do conceito de capacidades. As chaves para compreender esta obra são os conceitos de máquina nomológica e o conceito de natureza. Este caminho todo culminou na proposta de modelos como projetos de máquinas nomológicas. Visto a instrumentação necessária para compreender sua abordagem, apresentamos todo o instrumental necessário para chegar a estes conceitos. Ainda que este tenha sido um trabalho um tanto didático, entendemos que foi necessário sua demonstração para um entendimento melhor de sua doutrina.

Sendo assim, mostramos que para esta concepção as leis científicas, entendidas do ponto de vista fundamentalista, não seria ideal. Sempre focando na prática científica, ou seja, na questão da intervenção e não na questão que tange o aspecto da representação conforme do que é feito em grande parte da filosofia da ciência atual, Cartwright se diferencia por não buscar trabalhar aspectos como ceticismo na ciência. Pensando na prática científica, então, a autora nos indicou que o que deve ser mais básico na ciência são suas capacidades. Negando assim, uma interpretação das leis científicas como algo que há de mais básico neste campo. Ademais, a autora está explicitando, mais do que nunca, o lado metafísico de sua doutrina quando visa fundamentar estas capacidades através de uma caracterização aristotélica da natureza destas capacidades, e por conseguinte, dos fenômenos que ocorrem no mundo.

Entendemos as máquinas nomológicas como sendo algo próximo aos sistemas. Isto é, indicando que encontramos certas partes que vão instanciar certo fenômeno, outras que vão representar as leis, estas últimas entendidas como *ceteris paribus*, as condições de proteção, e reunidas visam demonstrar o comportamento regular de um determinado fenômeno. Vimos que ao atentar para o que é desempenhado pelos modelos encontramos uma caracterização de máquinas nomológicas. Encontramos na natureza máquinas nomológicas reais, como é o caso dos movimentos planetários que instanciam a teoria de Kepler. Sendo que a autora defende a falta de unidade da ciência, e que o mundo é fragmentado, portanto o conceito de projeto de máquina nomológica vem a calhar. Pois sempre que desejarmos explicar um fenômeno, iremos construir uma máquina nomológica, e quando respeitadas todas as condições necessárias para sua construção, irá nos permitir uma explicação e implicar, também, em predição. Grosso modo, esta foi nossa intenção até aqui. Claro que este tipo de trabalho pode se estender muito mais. Mas agora, desejamos partir para as repercussões de Cartwright no âmbito filosófico. Pois, esta teoria proposta também não está livre de críticas e pretendemos abordá-las no próximo capítulo.

CAPÍTULO 3 – A REPERCUSSÃO DAS IDEIAS DE CARTWRIGHT

A contribuição de Cartwright no campo filosófico, como não cansamos de enfatizar ao longo deste escrito, é notória, ainda que abordamos apenas os estudos sobre os modelos científicos. Sendo que cronologicamente isto se dá no final do século passado, a autora ainda possui outros trabalhos voltados para o papel desenvolvido pelas evidências na prática científica. Estes trabalhos são mais recentes. Mas ao tratar dos modelos científicos, Cartwright realiza de certa forma uma imposição diante da tradição. Pois são muito relevantes os trabalhos realizados pela abordagem semântica dos modelos científicos. Os avanços dos grupos de pesquisadores desta teoria são muito grande. Desta maneira, podemos indicar que a autora rompe com a tradição propondo uma interpretação fora destes padrões. Sempre lembrando que o termo modelo é interpretado de muitas e diferentes maneiras.

Suas análises visam propor uma metafísica e um método para que se faça ciência de uma forma saudável, ou seja, uma boa ciência. Se adotarmos nossos métodos conforme um mundo fragmentado, governado por uma miscelânea das melhores leis científicas, estaremos aptos a fazer um progresso prático e não desperdiçaremos tempo e recursos buscando os intentos de uma concepção reducionista/fundamentalista. Desta forma, a autora proporciona uma espécie de inovação na maneira como a metafísica é vista no que envolve o campo da ciência. Portanto, vamos tratar alguns pontos controversos e enfatizar outros que são incorporados pela tradição.

3.1 – AS CONSIDERAÇÕES DE BAILER-JONES

Enfatizamos durante todo o decorrer do presente texto que Cartwright não deseja tratar da questão da representação em filosofia da ciência. Todavia, ainda em nos anos 90, na obra, *Models as Mediators: Perspectives and Social Science*, editada por Mary Morgan e Margaret Morrison, Cartwright trabalha o aspecto sobre o que seriam os modelos interpretativos e o que seriam os representativos, suas funções e problemas. Em sua participação nesta obra, nossa autora mantém em debate o fato de as teorias serem limitadas. E não apenas isto, ela rejeita o ponto de vista de que as teorias sejam sistemas axiomáticos em linguagens formais por considerar que este tipo de concepção não abarca todo o poder expressivo de um fenômeno. Aqui, influenciada pelo

trabalho das editoras da obra acima mencionada, Cartwright assume que certos modelos funcionam como mediadores entre teoria e o mundo, estes seriam os modelos representativos (primeiramente concebidos como modelos fenomenológicos). Contrariamente aos modelos interpretativos, os modelos representativos não fazem parte das teorias, embora possam ser desenvolvidos a partir destas. Os modelos representativos são aqueles modelos que nós construímos com auxílio da teoria para representar arranjos reais, que tem como objetivo se relacionar com certas partes da realidade, ou que podem fazer isso com auxílio das condições corretas.

Modelos representativos podem representar situações específicas, e para fazer isto eles devem ir bem além das teorias no momento em que são construídos. O que implica em dizer que as teorias não são os únicos instrumentos usados para a construção dos modelos. As técnicas matemáticas e os tipos de laboratórios são exemplos de outros instrumentos científicos utilizados.

Por sua vez, os modelos interpretativos são modelos que estão mais dispostos diante da própria teoria. Via princípios-ponte, os termos abstratos de uma teoria podem se tornar mais concretos com o auxílio do modelo interpretativo. Este tipo de modelo promove um *link* entre uma teoria abstrata e o modelo, do contrário, os modelos representativos estabelecem o *link* entre o modelo e o mundo. O que acarreta em dizer que os modelos representativos podem ser, embora não tenham que ser, interpretativos também. Enquanto os modelos interpretativos tornam as noções abstratas, caracterizadas em uma teoria, mais concretas, e nestas situações eles podem servir para representar certas situações que estão na teoria. Ou seja, os modelos interpretativos possuem também a função de representar certas situações teóricas, e estas situações podem ou não ser similares a situações reais. Já os modelos representativos não possuem e não precisam dessa função interpretativa de se moldar às teorias.

Cartwright não elabora um conceito de representação que possa ser usado para dizer que as teorias não representam o mundo, mas os modelos representativos sim. Este é um aspecto problemático de sua filosofia. De toda forma, ela não deseja que a representação seja pensada como um tipo de isomorfismo estrutural. De acordo com nossa autora, a noção precisa ser mais ampla que uma noção baseada em uma simplória ideia de esboçar um evento. Esta seria uma noção frouxa de semelhança que foi sugerida. E como a própria autora reconhece, a maneira como ela aborda a questão da representação é insuficiente, devido ao simples fato que é preciso pontuar ainda mais o problema da representação para tentar dissolvê-lo depois. Podemos perceber estas considerações no artigo *Standing Up Against Tradition* (2008) de Daniela Bailer-Jones. Esta

autora também obteve forte influência do pensamento de Cartwright no aspecto referente ao uso dos modelos científicos e sua importância para a prática científica. Não obstante, Bailer-Jones também realizou certas críticas à autora que estamos trabalhando neste escrito, sobretudo no ponto em que aborda a maneira que Cartwright interpreta as teorias.

O mundo se assemelha muito mais com construções de “multimodelos” fragmentados provindo de teorias do que um relato completo e uniforme descrito por uma teoria fundamental. O que pode contar, indica nossa autora, é que a imagem do mundo material é mais consistente com a nossa experiência do mundo. Portanto, o tipo de realismo proclamado por Cartwright se encaixa com os fatos da atividade científica. Além do mais, como enfatizamos implícita e explicitamente no decorrer deste texto, o ato de modelar é um fato da atividade científica. Pode parecer também, que se as teorias não representam o mundo empírico e certos modelos representam, então certa concepção de realismo deve indicar que determinados modelos nos dizem como o mundo é, e não as teorias como tradicionalmente é pensado. No entanto, o que os modelos nos relatam sobre o mundo não é fácil de ser admitido em uma aceção dentro de um quadro realista. Pois, como poderemos dizer de que modo é, se existem diferentes modelos disponíveis e que são efetivos em tratar as mesmas questões? O fato é que Cartwright trata os modelos como ficções, como já mencionado. Todavia, seu realismo encontra-se no que tange a questão das entidades inobserváveis, embora seja um conceito problemático, na questão das operações de capacidades.

Em suma, as teorias científicas não nos dizem como o mundo é, mas são à elas recorremos quando estamos tentando descrever o que o mundo pode ser através dos modelos desenvolvidos. Quando dizemos que as teorias são abstratas, significa dizer que elas desconsideram certos aspectos do fenômeno concreto, como algumas propriedades específicas, com o intuito de aplicá-la nos mais diferentes domínios. Os modelos, diferentemente das teorias, se referem aos fenômenos concretos tentando capturar todos os aspectos desejados e possíveis da situação real. Teorias são aplicadas aos fenômenos reais apenas via modelos. Sendo as teorias abstratas, e, portanto, não aplicadas diretamente aos fenômenos empíricos, não se segue que elas sejam menos importantes ou sem valor. Uma teoria depende crucialmente de instanciações concretas para ter raízes no mundo empírico. Teorias e modelos devem ser comprovados em níveis diferentes: os modelos devem capturar a parte de interesse do fenômeno empírico, e as teorias devem ser aplicadas nos modelos em uma ampla gama de diferentes fenômenos.

Cartwright não possui uma teoria da verdade. E reconhece assim como Arthur Fine (1984) que não deveria existir uma teoria da verdade. Embora ela não indique o porquê desta posição, parece que o motivo está implicitamente ligado ao seu tratamento dos modelos e teorias científicas. Já que a autora compreende que os modelos ocasionalmente permitem reivindicações sobre o mundo, algumas vezes essas reivindicações podem ser verdadeiras ou aproximadamente verdadeiras, e em outras ocasiões podem permitir boas evidências para supor que as reivindicações são verdadeiras. Frequentemente, até mesmo quando os modelos estão sendo projetados, não são as todas as coisas que pertencem a ele que vão corresponder à alguma coisa no mundo, e certamente não vão descrever tudo que há na realidade. E talvez, até mesmo não vá descrever tudo que é relevante para um modelo que está em estudo. E é desta maneira que um modelo funciona. Lembrando que desde *How the Laws of Physics Lie*, Cartwright já indica que as equações fundamentais não governam os objetos da realidade, elas governam apenas os objetos que se encontram nos modelos.

Um fator que não podemos assumir é que mesmo na hipótese de um modelo representar o mundo verdadeiramente, todas as suas consequências dedutivas também são verdadeiras. Claramente, apenas algumas coisas descritas nos modelos ou que seguem a partir dos modelos pretendem descrever o mundo corretamente. Seguindo Morgan (1999), Cartwright admite que as consequências indutivas não importam muito, o que de fato importa são as coisas que aprendemos quando experienciamos determinado modelo de várias formas diferentes. Morgan assume a importância que os relatos que estão juntos, ou parcialmente juntos, é que constituem um modelo e determinam o que nós aprendemos deles. Uma das muitas funções que os relatos desempenham é clarificar os tipos de reivindicações assumidas, e de quais maneiras são supostas para serem verdadeiras no modelo e quais tipos de circunstâncias permitem isto.

Concordando com esta crítica de Bailer-Jones mencionada acima e retomando o aspecto problemático de Cartwright não propor uma grande teoria da representação, o qual a própria autora admite não realizar, fazemos o adendo que ela entende que se um relato torna clara as afirmações que estamos tentando derivar de um modelo e como eles são compreendidos, ou ao menos como deveriam ser, então podemos julgar se certo modelo representa acuradamente o mundo apenas compreendendo de maneira usual se aquelas afirmações são verdadeiras, ou verdadeiras o suficiente. Concordando com Bailer-Jones, nossa autora também admite que o conceito de verdade deve ser aplicado às proposições, e para uma proposição ser tida como verdadeira, aquelas

coisas que estão no mundo devem estar de acordo com o que a proposição indica. Do contrário, a proposição é falsa.

Também concordando com Bailer-Jones, Cartwright (não deseja assumir que duas proposições contraditórias são verdadeiras. Bailer-Jones levanta esta questão no momento que percebe que Cartwright aceita, e enfatiza, que devemos aceitar as descrições quânticas e clássicas de um mesmo sistema em discussão. Em particular, nossa autora aborda que em muitos casos os fatores representados em mecânica quântica e os fatores representados em mecânica clássica combinados podem produzir resultados que não seriam predizíveis se as teorias fossem aplicadas sozinhas. Contudo, frequentemente nos é permitido produzir um modelo representativo, que naturalmente não recaia propriamente em apenas uma teoria, que pode providenciar boas predições sobre os efeitos visados. E isto se parece com o que nós usualmente fazemos quando produzimos predições que serão julgadas verdadeiras ou falsas.

Isto pode preocupar por parecer trazer à tona problemas de consistência, pois a mecânica quântica e a mecânica clássica são baseadas em princípios diferentes. Mas para indicar que há problemas de consistência, depende de como vamos ler os princípios. E é complicado descobrir exatamente como os estudiosos desejam ler esses princípios. A autora faz dois tipos de propostas, e nenhuma e nem outra sugerem que podem resultar em inconsistência. A primeira nos diz que os princípios são instrumentos para a construção de modelos onde deve haver muito trabalho pericioso sobre como desenvolver estes instrumentos, e como empregar estes provindos de duas teorias diferentes, no entanto, não há regras que nos indique como fazer isto. A segunda proposta é compreender os princípios como um tipo particular de cláusulas *ceteris paribus*, isto é, contando que não há fatores relevantes para determinado efeito ocorrer e outros que podem ser representados tanto quanto aqueles que ocorrem, então $F=ma$ vigora.

Portanto, as teorias não são verdadeiras em relação ao mundo, antes disto elas estão acopladas com a afirmação que elas devem se relacionar com um bom modelo representativo que visa reproduzir reivindicações verdadeiras, ou quase verdadeiras, e nós com muita frequência temos que produzir modelos que não são modelos de uma teoria. Onde queremos chegar? Dado isto, queremos questionar sobre a possibilidade de as teorias serem verdadeiras nos modelos. Segue-se disto que devemos compreender que as teorias, ou termos teóricos, são gerais devido ao fato de serem consideradas abstratas. E como mencionamos acima, para entender como uma teoria se relaciona com um modelo, nós precisamos entender que os detalhes concretos da realidade podem não

ser parte da teoria, porque sendo abstrata, ela acaba sendo privada de certos detalhes concretos da realidade. Em suma, as teorias não podem reivindicar verdade em relação a realidade, mas podem reivindicar verdade em relação aos aspectos do modelo. Todavia, é necessária uma abordagem mais abrangente e completa dos modelos representativos para entender até que ponto estes modelos vão ser verdadeiros em relação ao mundo. E esta é uma questão que Cartwright não desenvolve e admite estar satisfeita com as maneiras que os modelos estão sendo empregados e se os relatos contidos neles tornam claras nossas reivindicações, não é necessário para os intuítos da autora prosseguir nesta questão. Pois, embora os relatos desses modelos possam ser tratados como proposições, e as proposições possam ser julgadas como verdadeiras ou falsas, segundo a autora, não há problemas para a atividade científica quando ela se utiliza dos modelos. Afinal ela não fica encarregada e em certo sentido não se interessa em julgar se as proposições são verdadeiras ou não.

3.2- AS CONSIDERAÇÕES DE MARGARET MORRISON

Ainda no que se refere ao aspecto representacional dos modelos científicos, Morrison, autora que esteve próxima de Cartwright em muitas ocasiões, e que, portanto, tanto influenciou Cartwright quanto foi influenciada por ela, questiona alguns pontos abordados pela autora que estamos dando foco nesta obra. Assim, Morrison admite que muitos daqueles que participaram do projeto realizado na London School of Economics and Social Sciences, *LSE Modelling Project*, partilham mais ou menos semelhantes pontos de vista no que tange a posição que os modelos científicos ocupam em uma hierarquia teórica e o papel que eles desempenham no quadro de trabalho científico. Em *Models as Representational Structures* (2008), Morrison trabalha a noção dos modelos como mediadores entre a teoria e mundo como ponto de partida para posteriormente tratar do aspecto representacional dos modelos. O que já podemos indicar que é uma consequência do fato de Cartwright não desenvolver uma abordagem sobre este tema de forma completa. Atentando que muitos tentaram articular em detalhes específicos os resultados do trabalho desenvolvido por este grupo na London School of Economics and Social Science, Morrison relata que este trabalho teve forte repercussão tanto nas ciências naturais quanto nas sociais (1998)¹⁷.

¹⁷ É problemático encontrar uma definição rigorosa sobre os tipos de ciência. Neste trabalho estamos caracterizando, como é a forma usual, as ciências

Assim sendo, o que Morrison deseja ao endereçar suas críticas a Cartwright é lançar luz em alguns detalhes trabalhados em *Models as Mediators*, ou seja, tratar da relação entre os modelos que representam sistemas físicos e seu papel como mediadores. Há diferentes maneiras que os modelos podem funcionar como mediadores. Eles podem fazer a mediação entre a teoria e o mundo no sentido de ser uma representação abstrata de um sistema físico governado por uma ou mais teorias, ou podem ser uma representação concreta de algumas características de uma teoria abstrata. O pêndulo é um exemplo que abrange ambos os casos. No caso da aplicação da teoria nós temos o pêndulo ideal que representa o movimento harmônico, e nós temos também o pêndulo físico que é modelado para fazer várias correções no caso do pêndulo ideal.

Um modelo também pode ter a função de mediador no papel de “objeto” de estudo. Isto é, em outras palavras, o próprio modelo, antes do sistema físico, pode ser a coisa que está sendo investigada. Neste contexto, ele serve como recurso para o conhecimento “mediado” se nosso conhecimento sobre o sistema físico é limitado ou é inacessível. Consequentemente, nós sabemos apenas como o modelo se comporta em certas circunstâncias. O modelo do *quark* como partícula fundamental ou vários tipos de modelos cosmológicos são casos deste ponto.

Morrison estende suas considerações sobre a teoria de Cartwright em certos detalhes de casos específicos da física, que revelam desacordos metodológicos sobre o papel e a importância dos diferentes tipos de modelos científicos. Ela alega que antes que os modelos representativos possam realizar seu trabalho, primeiro nós necessitamos de um modelo representativo que possa permitir uma abordagem físico/causal dos fenômenos em questão. Nestes casos, por exemplo, uma abordagem conceitual poderia nos dizer quais são os aspectos causais de determinado evento, ou quais mecanismos são importantes para sua produção, etc. Em suma, a diferença entre as doutrinas de Cartwright e Morrison reside na importância que é dada aos modelos representativos, e como a modelagem deveria ser entendida em certo contexto. Para Morrison, a representação é crucial para nosso entendimento de como os modelos científicos nos entregam informações sobre um evento como um todo.

Desta forma, Morrison ao expor a teoria de Cartwright tematiza da seguinte maneira: abordando primeiro que para Cartwright as teorias da física geralmente não representam o que acontece na realidade, e que, como já enfatizamos, apenas os modelos representam o mundo na medida

naturais como sendo a física, química, biologia, etc, e as ciências sociais como sendo a economia, sociologia, psicologia, dentre outras.

que estes ainda não fazem parte da teoria. Os princípios fundamentais das teorias da física não representam o que acontece pelo fato de as teorias apenas nos fornecer as relações puramente abstratas entre conceitos abstratos (como é o caso do conceito de *força*), mas elas podem nos fornecer, ou indicar, as capacidades dos sistemas que recaem sobre estes conceitos. Estes sistemas devem ser localizados em certos tipos muito específicos de situações para que seu comportamento regular seja fixado e quando nós queremos representar o que acontece nestas situações nós precisamos ir além da teoria e construir um modelo representativo. Todavia, Morrison alega que várias teorias requerem muito mais, os conceitos abstratos precisam se encaixar em uma forma mais concreta antes que os modelos representativos possam ser construídos baseados em princípios ou em uma forma sistemática. E este encaixamento ou adaptação dos conceitos abstratos somente é finalizado pelos modelos interpretativos que estão dispostos com a própria teoria em seus princípios-ponte. Um exemplo de um modelo interpretativo para a mecânica clássica é “duas massas compactas separadas pela distância r ”. Este seria o trabalho desses modelos, isto é, garantir que conceitos abstratos como *força* tenham um teor preciso.

Em contraste com isto, Morrison deseja alegar que esta abordagem deveria ser inversa. Ou seja, enquanto é correto afirmar que os modelos interpretativos são importantes no sentido de que são parte da base teórica do quadro de trabalho, precisamos de um modelo representativo antes de determinarmos como os conceitos abstratos de uma teoria vão ser aplicados em uma situação específica. Em outras palavras, nós precisamos de um sistema físico para que possamos, então, aplicar os conceitos abstratos via modelos interpretativos.

Muitas caracterizações da construção de modelos descrevem este processo como algo envolvendo a adição de refinamentos e correções para as leis da teoria que nós utilizamos para representar, de uma maneira idealizada, certos aspectos de um sistema físico. No caso do pêndulo, nos podemos adicionar, dentre outras coisas, forças de atrito para incorporar mais detalhes no estudo do comportamento dos pêndulos reais. Além do mais, muitas abordagens entendem a adição de correções como envolvendo um processo cumulativo em que os modelos se aproximam cada vez mais da representação acurada de um sistema real. Em contraste, Cartwright alega que as condições necessárias para tornar os modelos provindos da teoria em modelos que representam de forma acurada sistemas físicos são raras. Por exemplo, nossa autora indica que apenas os pêndulos dispostos em um ambiente realmente propício irão satisfazer a lei proposta por Galileu, ainda assim de forma aproximada e não total.

Os pêndulos reais estão sujeitos a todo tipo de influência que perturbam os fenômenos e que não estão caracterizadas na teoria newtoniana, por exemplo. Do contrário, quando nós atentamos para um modelo correto que se adapta melhor com o sistema real, nós produzimos um projeto de máquina nomológica que gera trajetórias que satisfazem um complexo de leis.

Retomando o conceito de máquina nomológica, e para que uma teoria funcione como tal, vamos nos munir do exemplo da mecânica newtoniana, e para esta teoria funcionar como uma máquina nomológica ela vai requer um arranjo apropriadamente fixado das capacidades que irão dar origem a um comportamento regular. Conforme a interpretação de Morrison, esses componentes e seus arranjos são dados pelos modelos interpretativos da teoria. Neste sentido, os modelos são os projetos e a teoria é a máquina.

Morrison interpreta a abordagem de Cartwright e compreende que de forma geral ela funciona desta maneira. Por exemplo, forças, conforme a física clássica, são conceitos abstratos cuja aplicação requer descrições mais concretas que nos digam como entendê-las em casos específicos. Quando atribuímos uma força gravitacional a um modelo, descrevemos uma certa massa m sendo submetida a uma força gravitacional GMm/r^2 localizada a distância r de uma segunda massa M . Em outras palavras, aplicamos a noção de força gravitacional usando os modelos interpretativos que providenciam descrições mais concretas que envolvem distâncias e massas. Embora não seja desta maneira que Cartwright descreve esta situação, seu ponto parece ser que nós podemos pensar as descrições concretas como um entendimento de como a lei da força gravitacional ganha significado, isto é, permitindo um tipo de representação de um sistema, um modelo, onde a lei é aplicada. Não obstante, a teoria nos providencia modelos interpretativos que podem ser aplicados em sistemas concretos, esta aplicabilidade frequentemente não se estende muito. Na maioria dos casos existem fatores relevantes das situações do mundo real que não podem ser retirados das teorias via modelos interpretativos, desta forma precisamos ir além desses fatores para adquirir descrições e predições mais precisas. Dito de outra maneira, os modelos interpretativos fornecem descrições concretas para os conceitos mais abstratos, no entanto, seu domínio de aplicação em relação as situações reais é limitado, e mais detalhes concretos são precisos se a situação deve ser descrita de uma maneira acurada mais razoável. Neste momento, os modelos representativos entram em cena e fornecem aqueles detalhes necessários.

Consequentemente, os modelos interpretativos podem também ser entendidos como aqueles que possuem um limitado papel representacional, eles podem representar alguns aspectos de um sistema físico, mas apenas neste tipo de situação. No entanto o que podemos falar dos modelos representativos em si, como podemos abordar sua função? As próprias reivindicações de Cartwright indicam que ela tem pouco a dizer sobre como os modelos representativos representam, exceto que não devemos pensar em termos de analogia com isomorfismo estrutural. E este último fato é algo que Morrison diz estar sinceramente de acordo. Assim, Cartwright nos leva para o domínio dos modelos interpretativos para ilustrar o que a noção de representação não é.

Portanto, o problema crucial da questão da representação surge em virtude de não sabermos rigorosamente o que os modelos representam, ainda que possamos ter alguma ideia, e o que identifica a constituição de uma correta representação. Como Cartwright não elabora como esta identificação pode proceder, Morrison lançou suas colocações como uma possível solução para isto. Sendo que o primeiro passo é observar como os modelos representam de diferentes maneiras. Para esta última autora, como já mencionado, quando falamos que os modelos possuem a função de mediadores entre a teoria e o mundo, devemos notar que isto ocorre em parte porque é tarefa deste modelo representar de alguma forma cada domínio. Isto é, algumas vezes os modelos representam uma teoria por mais ou menos fornecer uma instanciação de uma de suas leis, como é o caso do pêndulo considerado como uma representação da lei de força de Newton. Os graus de aproximação vão depender, em parte, do que precisamos que o modelo faça. Também usamos modelos para representar situações físicas as quais não estamos certos ou não temos acessos. Um exemplo poderiam ser os modelos das estruturas estelares.

Como Morrison alega, a abordagem de Cartwright sobre os modelos representativos apenas indica “metade do trajeto”, é preciso que muito mais seja dito sobre como os modelos representativos fornecem um quadro de trabalho para estabelecer um retrato físico do que, somente então, pode ser tratado matematicamente. Para Morrison, tanto os modelos interpretativos quanto os modelos representativos possuem uma função representativa, cada um de uma forma diferente. Portanto, analisando a teoria de Cartwright, os modelos interpretativos representam a teoria enquanto fornecem significado para os sistemas físicos. A questão que naturalmente surge é que se há alguma coisa específica sobre a estrutura do modelo representativo que diferencie ele dos outros tipos de modelos. E a posição de Morrison alega que todos os modelos

representam alguma coisa de uma ou outra maneira. Alguns modelos fornecem uma representação estrutural de sistemas físicos, como é o caso de certos tipos de modelos nucleares, outros, como o modelo do pêndulo, promovem maior elucidamento de como os sistemas físicos são constituídos, bem como para proporcionar uma representação em termos da mecânica newtoniana.

Portanto, uma diferença fundamental entre Cartwright e Morrison, é que esta última defende que os modelos representativos são mais importantes que os interpretativos. Um motivo para se tomar tal posição é que os modelos representativos atuam como mediadores entre a teoria e o mundo e funcionam como recurso de conhecimento “mediador”. Assim, precisamos notar que normalmente os modelos representativos tomam o lugar do sistema físico como objeto de análise dos modelos interpretativos da teoria. Consequentemente, nosso conhecimento neste contexto é mediado porque está vindo de uma representação construída por nós, e isto nos fornece um retrato físico de como o sistema que estamos interessados pode ser constituído. Com isto em mãos, podemos, então, ver se os modelos interpretativos de uma teoria podem ser aplicados de maneira apropriada. Os modelos interpretativos mencionados por Cartwright funcionam, segundo Morrison, em todos os contextos onde a mecânica quântica é aplicada. Neste sentido, não há nada de específico sobre sua aplicação em circunstâncias particulares, exceto no quesito da construção de um hamiltoniano apropriado. Embora os modelos interpretativos possuam uma forte importância, para Morrison estes últimos modelos são altamente dependentes do tipo de modelos representativos que construímos.

Ou seja, em outras palavras, o tipo de conhecimento mediado fornecido pelos modelos representativos é característico da prática de modelagem científica em geral, em que as diferenças atravessam contextos reconhecidos pela natureza específica da representação requerida em cada caso. Isto é, os modelos representativos podem “representar” em uma variedade de maneiras e a adequação da representação vai depender, em grande medida, do nosso desejo de que o modelo faça para nossos intuitos.

Os modelos, por natureza, desconsideram certos elementos considerados como partes não essenciais dos sistemas reais, e ao realizar esta tarefa, eles oferecem, então, uma abordagem “mediada” de como os sistemas são compostos. E novamente, Morrison utiliza o termo “mediado” para indicar que o modelo funciona como um tipo de troca ou substituição de um sistema sob investigação e que permite apenas uma representação parcial de algo removido do sistema real.

Como a modelagem científica tipicamente incorpora este tipo parcial de representação, a questão que naturalmente surge concerne em indagar quando que há detalhes suficientes para que o modelo seja considerado como um recurso de conhecimento válido. Este tipo de debate pertence à prática científica da construção de modelos e a aceitação deles como um fator geral de investigação científica. Focando na tarefa representativa que os modelos exercem no entendimento de um fenômeno científico, nós podemos, dentre outras coisas, aprender mais sobre a relação entre teorias e modelos na produção de conhecimento.

A questão que se levanta perguntando quais seriam os modelos mais importantes, neste contexto, se são os interpretativos ou representativos, ou se a construção de modelos é conduzida por modelos representativos ou interpretativos parece repousar sobre a consideração que estes dois tipos de modelos podem servir para as mesmas funções. No entanto, este não é o caso e podemos entender o porquê quando notamos que ao aplicar uma teoria em qualquer situação real no mundo, nós vamos precisar de ambos os modelos. Assim, precisamos dos modelos interpretativos para exemplificar como os conceitos abstratos das teorias se aplicam as situações mais concretas. E precisamos dos modelos representativos para representar os sistemas que nós buscamos no mundo.

Retornando ao *How the Laws of Physics Lie*, Cartwright imaginou que quando modelamos um sistema real do mundo nós começamos identificando as descrições não preparadas de um sistema. Para aplicar os conceitos das teorias em uma situação nós precisamos preparar as descrições, nós precisamos redescrever de uma maneira que nos permita aplicar as equações da teoria baseada em bons princípios via os princípios-ponte da teoria. Logo, a preparação da descrição é terminada e voltada para os modelos interpretativos de nossas teorias. Mas frequentemente isto não é suficiente. Voltando aos modelos obtidos pela combinação de partes básicas dos modelos interpretativos nos modelos representativos, nós geralmente temos que realizar correções *ad hoc*, correções estas que em últimos casos somente poderão ser justificadas através do sucesso empírico do modelo. E Cartwright corrobora que as correções *ad hoc* são necessárias e o sucesso do modelo não implica em uma aplicação bem-sucedida da teoria, visto que essas correções podem não ser sugeridas pelas teorias e algumas vezes podem ser sugeridas por procedimentos “excêntricos”. Portanto, a ciência descreve o mundo com o uso de modelos, que por sua vez são sempre limitados em escopo e nunca completamente acurados.

3.3- AS CONSIDERAÇÕES DE RONALD GIERE

Dando um passo adiante, vamos considerar as objeções de Ronald Giere a respeito da filosofia de Cartwright. Ambos os autores possuem certas semelhanças em seus pensamentos referentes a filosofia da ciência e eles mesmos reconhecem esta similaridade. As considerações de Giere encontram-se em *Models, Metaphysics, and Methodology* (2008). Neste escrito Giere reconhece que o trabalho de Cartwright cobre tópicos que ele nunca considerou seriamente até então, como o uso de modelos lineares em economia e o problema da mensuração em mecânica quântica. De nossa parte também não vamos abordar estas questões. Portanto, Giere foca suas atenções para um exame das relações entre teorias científicas, leis, modelos e a causalidade em geral. Tópicos estes que são de interesse do filósofo e que foca na caracterização da mecânica clássica que Cartwright apresenta em *The Dappled World*.

Iniciamos com os mais gerais dos princípios da mecânica clássica, em especial a segunda lei de Newton em sua forma mais simples, $F=ma$. Exemplos estes que utilizamos em grande medida no segundo capítulo de nosso escrito. Notamos que esta lei pode soar como uma afirmação. Então, aparentemente, podemos indagar sobre suas características semânticas e epistemológicas. Isto é, quais são as referências dos termos? Esta afirmação resulta em falsidade ou verdade? Isto é uma verdade empírica ou *a priori*? Se for empírica, qual deve ser a existência empírica para acreditar que a afirmação é verdadeira?

Estas questões nos ajudam a considerar primeiro as respostas que Cartwright rejeita. Claramente ela compreende que essas afirmações não devem ser entendidas como uma generalização empírica reivindicando uma associação universal das propriedades ocorrentes. E nem deve ser entendida como uma generalização que afirma a necessária ocorrência de propriedades designadas.

A principal estratégia de Cartwright é iniciar questionando como devemos testar a afirmação $F=ma$. A resposta é que não podemos testar em sua forma. Isto é, os princípios fundamentais da mecânica clássica não nos dizem o que conta como força. Não sabemos em qual local iremos encontrar as forças que aparentemente os princípios estão se referindo. Para testar os princípios devemos introduzir os princípios-ponte ou os modelos interpretativos conforme a interpretação de Cartwright. Aqui podemos analisar o princípio historicamente mais significativo, segundo Giere: a lei gravitacional de força entre duas massas separadas em um espaço livre, $F=Gm_1m_2/r^2$. Outros que podemos incluir são a constante de força em um campo gravitacional uniforme, $F=-mg$, e a força linear

restaurada resultante em um movimento harmônico, $F=-kx$, onde x mensura o deslocamento de um ponto de equilíbrio. Desta forma, o que podemos dizer sobre o resultado dessas afirmações se substituirmos essas expressões na forma original da segunda lei de Newton: $a_1=Gm_2/r^2$, $a=-g$, e $a=(-k/m)x$? Estas são afirmações que devem ser entendidas como associações necessariamente universais? Cartwright é categórica e responde negativamente esta indagação.

Tendo em mente o exemplo que Cartwright toma emprestado de Neurath, isto é a queda livre de uma nota bancária em um campo gravitacional uniforme, Giere visa endossar a argumentação da autora. O exemplo que se segue, lança a hipótese da queda de uma nota bancária que cai da torre da Catedral de St. Stephen em Viena. Claramente a aceleração da queda da nota bancária não vai seguir a simples lei $a=-g$. A nota é muito leve, seu formato é irregular, e ainda pode existir a ação do vento sobre ela. Ela vai apenas flutuar de forma “aleatória” até chegar ao chão em algum lugar da praça abaixo da catedral. Este caso contrasta com a queda de uma moeda. Esta moeda, por sua vez, vai exibir muito bem a indicada constante de aceleração da queda. Portanto, o caso da nota bancária é um tipo de situação em que a lei para a queda livre não será instanciada, a menos que se faça muitas e boas aproximações. É uma lei que não é universalmente válida. Ela funciona em algumas situações e em outras não.

Alguém pode alegar que os princípios de Newton podem ser aplicados igualmente bem e de forma correta nos casos acima no sentido de que, a cada instante, a aceleração da nota bancária, em qualquer direção, é proporcional a força total nela a cada instante, independente das forças que podem atuar (gravidade, atrito do ar, correntes de ar, etc.). Este último tipo de abordagem é a que Cartwright chama de fundamentalismo e que mencionamos no capítulo dois deste escrito. É a posição que alega a existência de leis sempre verdadeiras em qualquer lugar. Conforme nossa exposição, Cartwright nega essa posição. Todavia, ela não rejeita a ideia que há leis verdadeiras, ou aproximadamente verdadeiras. E leis verdadeiras ocorrem apenas nas máquinas nomológicas que instanciam as leis. A queda de uma moeda do alto da torre da Catedral de St. Stephen é um exemplo de máquina nomológica. Assim, o sistema natural que consiste no planeta Júpiter orbitando o Sol é um sistema que instancia a lei gravitacional de Newton, demonstrando uma máquina nomológica natural.

Retornando as reivindicações originais das leis de Newton, embora elas em si não façam nenhuma reivindicação empiricamente testável, conforme Cartwright, elas fazem reivindicações a respeito do

mundo. Elas descrevem capacidades abstratas, algo semelhante à natureza conforme a concepção de Aristóteles. Sendo assim, as leis newtonianas nos relatam alguma coisa sobre a natureza dos movimentos mecânicos. A lei gravitacional nos indica que é parte da natureza das massas que elas tendam a atrair umas às outras. Mas somente com a natureza não podemos prever como um sistema particular vai se comportar, pelo fato de precisarmos dos modelos interpretativos específicos. Assim, nós sabemos como construir modelos para a queda livre de moedas, mas não sabemos construir modelos para que livre de notas bancárias.

Cartwright nos mostra que há duas maneiras de realizar generalizações sobre máquinas nomológicas. Giere chama essas maneiras de ‘internas’ e ‘externas’. Uma generalização interna diz respeito as repetições internas da mesma máquina nomológica. As generalizações externas vão de uma máquina nomológica para outra, relevantemente similar. Cartwright alega que ambos os tipos de generalização requerem algo como as capacidades, devido ao fato que, do contrário, não teremos recursos confiáveis para determinar quais as características de uma repetição ou de outra máquina nomológica são as necessárias para indicar cada predição bem-sucedida do comportamento para ser aplicada em uma nova repetição ou nova máquina nomológica. Devemos focar apenas naquelas características que permitem que as naturezas se expressem de maneira desejada.

Giere endossa a abordagem de Cartwright enquanto demonstra a similaridade entre ambas as teorias. Ele continua indicando como distingue princípios fundamentais de descrições de modelos. As três leis de Newton são exemplos de princípios, os princípios da mecânica clássica. Outros princípios são os de Maxwell (da eletrodinâmica), os da termodinâmica, os da mecânica quântica, os da relatividade, os da seleção natural e etc. Ainda em acordo com Cartwright, Giere também compreende que esses princípios não devem ser entendidos como generalizações empíricas. No mínimo, este autor consideraria os princípios como entidades altamente abstratas que poderiam ser incluídos na categoria de modelos. Ou, ao menos, este é o desejo de Giere. Estes princípios são considerados verdadeiros na medida em que são verdades sobre modelos abstratos.

Isto não seria muito diferente da antiga ideia do positivismo lógico que as leis científicas fornecem definições implícitas dos seus termos. A diferença residiria no fato de que agora estamos focando em modelos altamente abstratos ao invés de focar em axiomas, entidades abstratas ao invés de entidades linguísticas, estruturas abstratas ao invés de estruturas linguísticas.

Estes modelos são abstratos em dois sentidos bem entendidos. O primeiro é que eles seriam objetos abstratos como relações numéricas ou figuras geométricas, raízes quadradas, quadrados e círculos perfeitos ou construções nunca construídas descritas em projetos produzidos por arquitetos. Eles não são fisicamente realizados. O segundo é que eles seriam abstratos no sentido de que não são totalmente especificados. As leis newtonianas se referem a forças, massas, aceleração, velocidades, posições e tempo, mas não a qualquer um desses objetos ou quantidades específicas.

Cartwright rejeita a abordagem do positivismo lógico, como já mencionamos anteriormente, isto é, a que compreende as teorias como um conjunto de axiomas, e rejeita também a abordagem semântica que compreende as teorias como conjuntos de modelos, mas ela em momento algum indica explicitamente o que entende pelo termo ‘teoria’. Segundo Giere, conforme a reconstrução expositiva da autora, uma teoria parece ser entendida como um conjunto de princípios fundamentais juntamente com um conjunto de princípios-ponte. Juntas, essas afirmações poderiam ser usadas para estabelecer várias pequenas hierarquias de modelos, que em uma abordagem semântica poderiam ser entendidas como a constituição de uma teoria.

Ao analisar o conceito de modelo representativo defendido por Cartwright (1999), Giere considera que uma terminologia melhor seria chamá-los de “modelos representacionais”. Este autor não demonstra uma razão clara para esta terminologia, visto que sua caracterização destes modelos é muito semelhante a de Cartwright. Tendo isto em mente, também continuaremos identificando estes modelos como modelos representativos, pois estes são utilizados para representar coisas do mundo real e a tradição da área continua o nomeando assim. Desta forma, assim como os demais autores, Giere questiona qual seria a diferença entre os modelos interpretativos e os modelos representativos. Ao lançar sua interpretação sobre esta questão, Giere, assim como nós e os demais autores, diz que Cartwright está mais interessada no aspecto prático das ciências e como podemos intervir no mundo. Desta forma, nossos modelos de certos dispositivos são projetados sobre um conjunto diverso de princípios, incluindo princípios não associados com nenhuma teoria fundamental reconhecida. Além de que em alguns casos nós construímos dispositivos para se moldarem aos modelos assim como construímos modelos para se moldarem aos dispositivos. Seguindo esta argumentação, os modelos servem como projetos (*blueprints*) para a construção de máquinas nomológicas, assim como servem para representar os dispositivos. Em contraste, os modelos interpretativos são

gerados de um conjunto fundamental de princípios associados com uma teoria fundamental. Eles resultam das várias interpretações dos termos abstratos dos princípios fornecidos pelos princípios-ponte.

Assim sendo, a distinção proposta por Cartwright entre os “modelos de uma teoria” e os modelos construídos a partir do uso de uma variedade de princípios é uma distinção real. A ênfase que a autora faz em suas obras no uso dos aspectos aplicados da física e das ciências em geral providencia um saudável antídoto para os então chamados “estudos fundacionistas” que focam suas atenções quase que exclusivamente nos princípios de uma teoria individual e excluem a atual prática científica. Giere acredita que tanto os modelos interpretativos quanto os modelos representativos sejam modelos cujos aspectos representativos funcionam da mesma maneira. E a pergunta que surge é: sobre qual maneira estamos falando?

Este último autor que estamos abordando indica que é tentador pensar que existe uma relação de representação “binária” entre o modelo e o sistema no mundo em que o modelo está representado. No entanto, segundo Giere se nos basearmos, por exemplo, em conceitos como similaridade ou isomorfismo, nenhuma relação “binária” deve existir. Nós precisamos preferencialmente introduzir agentes que usam conscientemente os modelos para representar certas coisas. E assim que tivermos esses agentes nós devemos considerar os propósitos que estão sendo utilizados para caracterizar as representações.

Deste modo, vamos considerar uma situação diferente daquele exemplo de uma moeda caindo do topo da torre da Catedral de St. Stephen. Vamos imaginar uma esfera de aço suspensa por um eletroímã, em um laboratório fechado, sendo que podemos desligar a corrente que mantém a esfera, e simultaneamente quando a corrente é desligada um relógio inicia uma contagem. E no piso há um dispositivo que interrompe a contagem do relógio assim que a esfera de aço o atinge. Se a esfera de aço está suspensa a 10 metros da superfície da terra nós podemos construir um modelo totalmente específico para esta situação. Tudo que resta a ser feito é identificar no laboratório a real esfera em particular como objeto para ser representado pelo corpo descrito no modelo. Assim que representamos a esfera real pelo corpo no modelo representamos a altura real por $h= 10\text{m}$ no modelo, e assim sucessivamente. Com o modelo nós podemos calcular que, quando liberada, a esfera vai atingir o piso no tempo $t= 1.428571\dots$ segundos, assumindo uma aceleração uniforme, g , sendo exatamente 9.8 m/sec^2 . Desta forma, esta predição vai descrever um objeto abstrato e será uma verdade sobre este objeto abstrato. Em seguida, nós podemos estabelecer uma correspondência entre os objetos

e as quantidades nos modelos e no laboratório, nós podemos transferir a predição para a esfera real concluído que ela vai atingir o piso em 1.43 segundos.

Então, o que torna possível para um modelo que ele seja utilizado para representar alguma coisa? Um aspecto que podemos colocar, todavia não pode ser o único, é o que se refere a semelhança em aspectos relevantes e em graus. Então aqui Giere invoca a noção de semelhança apresentada por Cartwright. Contudo, não se pode definir uma relação de similaridade objetiva entre um modelo abstrato e os objetos físicos independentes da intenção humana. Mas a atividade de representar o mundo, nestes termos, não requer uma noção objetiva de similaridade. A maneira como os cientistas usam os modelos para representar certo sistema real é coletar algumas características do modelo que são consideradas similares de uma maneira específica em relação aos sistemas reais e que talvez são indicadas de uma forma vaga, para somente assim, realizar alguns graus de ajuste. E a existência relativamente objetiva dessas similaridades específicas que torna possível o uso de um modelo para representar um sistema real.

Ainda abordando o processo teórico em que desejamos distinguir de forma mais aprofundada os modelos abstratos e os objetos reais que eles normalmente representam, em particular, não deveríamos pensar os objetos reais como os constituintes dos modelos. Esta é a maneira padrão como os modelos são pensados em lógica, isto é, onde os objetos reais podem constituir um modelo de um conjunto formal de axiomas que são instanciados em uma relação formal. E uma razão suficiente para insistir na separação entre os objetos reais e modelos representacionais é que não podemos esperar que os objetos reais satisfaçam as relações formais exatas. Por exemplo, a constante gravitacional na Terra varia entre os polos e o equador, então dificilmente em todo lugar a constante será igual a 9.8 m/sec^2 .

Giere, se apropria do termo “hipótese” para reivindicar que existe um bom encaixe entre um modelo totalmente específico e um objeto concreto de um sistema. Desta forma, hipóteses, não como modelos em si, são afirmações que podem ser verdadeiras ou falsas dependendo se um encaixe bem indicado é realizado ou não. E Giere também indica que para compreender o papel das hipóteses não precisamos de uma substantiva teoria da verdade. Uma abordagem minimalista vai permitir identificar se uma hipótese é verdadeira ou falsa. Para reconhecermos que uma hipótese de certa forma é verdadeira é preciso dizer que, nada mais nada menos, existe um bom encaixe entre os aspectos descritos pelos modelos e o sistema real indicado. Dado o entendimento de quão bom um bom encaixe

deve ser, em certas circunstâncias devemos deixar este tema às investigações empíricas.

Ainda conforme Giere, para ele Cartwright desenvolve uma distinção entre “abstrato” e “concreto” que parece ser diferente daquela apresentada pelo autor. Cartwright parece alegar que a segunda lei de Newton é abstrata, enquanto a lei gravitacional e a lei linear restauradora de forças são concretas. Talvez a razão principal para este tipo de colocação é que não há nada físico que, por exemplo, a força gravitacional e a força restauradora em uma mola tenha em comum, exceto o fato de serem forças que podem ser manipuladas para satisfazer os princípios do movimento newtoniano. Elas são realizações concretas de forças abstratas referidas nos princípios de movimentos.

Além do mais, todos os três princípios fundamentais de Newton do movimento e os vários princípios-ponte, como o princípio universal da gravitação, fazem mais que definir meramente certos modelos abstratos. Eles descrevem capacidades reais na natureza. A lei gravitacional nos diz que os corpos têm a capacidade de atrair uns aos outros. O princípio-ponte, $F=-kx$ nos relata que as molas têm a capacidade de resistir ao deslocamento de uma posição de equilíbrio. E esta é a natureza de corpos e molas de realizar estas atividades. Mas esta natureza não pode ser inferida diretamente dos movimentos observáveis. Apenas quando combinados os princípios do movimento fazem referência de forças que serão, então, deixadas de lado e nos deixarão apenas as referências de quantidades mensuráveis como massa, velocidade e tempo. Então teremos a possibilidade de construir modelos de situações atuais. Mas isto somente é possível depois que eliminarmos os fatores de interferência, desta forma, podemos ter uma máquina nomológica e as equações remanescentes vão ajudar a definir o modelo.

Vamos considerar novamente o laboratório configurado com a esfera de aço suspensa. E vamos supor que há uma bobina elétrica no caminho da queda da esfera, de modo que quando a esfera passa pela bobina ela cria um campo magnético que intervém em sua queda, mas não impede que ela caia. O resultado é que o tempo que leva para a esfera atingir o piso não é o mesmo que aquele modelo usado anteriormente prediz. Giere desenvolve este exemplo, pois não há modelos baseados nos princípios newtonianos sozinhos que possam explicar a queda da esfera nestas condições. Precisamos, assim, do auxílio dos princípios do eletromagnetismo. E isto apoia a afirmação de Cartwright de que não se pode ter rigor na construção de modelos confiáveis se estes modelos estão confinados à apenas um mero conjunto de princípios teóricos.

Contudo, embora Giere demonstre grande simpatia pelo programa proposto por Cartwright, ele diz que a invocação que ela realiza sobre as capacidades e naturezas são anacrônicas, nas palavras do autor, até mesmo “quixotescas”. Embora ele entenda que há algo de profundamente correto em rejeitar certas noções que foram parte da revolução científica do século XVII, ele não compreende abordagens das leis científicas da mesma forma que Cartwright. Mas a rejeição tanto de uma metafísica seca quanto de um clássico e contemporâneo empirismo não implica necessariamente em retorno as naturezas aristotélicas. E ela mesma parece reconhecer isso. Pois ela, em algumas ocasiões, parece notar que nós precisamos ou das capacidades ou de alguma noção não-humana. Cartwright ainda destaca a noção de “possibilidade objetiva”, retomada de Max Weber, como algo muito pior que nossa tentativa de compreender o conhecimento científico. Giere toma este ponto para sugerir que podemos ter melhores resultados se tomarmos uma noção robusta da causalidade que esteja em uma sintonia maior com a tradição científica moderna que as noções aristotélicas das naturezas.

Conforme nossa apresentação, mencionamos acima que Giere endossa uma visão mínima dos princípios da mecânica definindo os modelos abstratos. E agora este autor sugere como alternativa ao programa de Cartwright, que assume que os princípios descrevem capacidades, que podemos compreender os princípios de tal forma que eles descrevem uma *estrutura causal* abstrata, ou que eles abstratamente descrevem uma estrutura causal. Ao tornar estes modelos mais específicos conforme a maneira que eles foram descritos acima, nós podemos chegar a modelos gerais de sistemas causais como as máquinas nomológicas de Cartwright, e finalmente encontrando os modelos de sistemas causais específicos.

Giere alega que as virtudes que Cartwright encontra nas capacidades são encontradas também nas estruturas causais. Invocando uma estrutura causal, por exemplo, fornecemos mais, ou um pouco mais, suporte as generalizações externas e internas. É verdade que o fato de alguém usar o termo “poderes causais” pode sugerir que talvez não haja muita diferença entre invocar as estruturas causais ou as capacidades. Para Giere no final podemos ser capazes de fazer todo o trabalho que precisamos e fazer com uma noção robusta de causalidade, e assim, evitar a introdução das capacidades.

Cartwright afirma que as capacidades estão implícitas em nossa prática científica e que não seriam um inconveniente metafísico. Para Giere, a prática científica somente vai adiante com a utilização de estruturas causais e não de capacidades. Considerando novamente o

exemplo da moeda caindo da torre da Catedral de St. Stephen, variando a altura em que a moeda é lançada, deliberadamente ou de forma aleatória, podemos efetivamente experienciar as possibilidades causais neste sistema. O fato de que o tempo de queda continua de acordo com as previsões dos modelos é uma evidência de que a estrutura causal reflete a estrutura dos modelos. A introdução do agente humano aqui é importante. Um empirista mais rigoroso nos diria que uma nova reivindicação da evidência apenas consiste na observação do par ordenado de forma (h,t) . O fato de que estamos livres para escolher h conforme nós desejarmos, desde que respeitemos os limites do aparelho é irrelevante. Para Giere, o fator do agente humano faz toda a diferença. E ele acredita que Cartwright concordaria com isto, tendo em vista que ambos rejeitam a visão de espectador da observação científica, e preferem uma visão que incorpora o papel ativo da intervenção humana.

Giere ainda retorna à questão do fundamentalismo, isto é, o fundamentalismo científico, aquele segundo o qual as leis governam a realidade. Para este autor, Cartwright também está certa quando diz que este tipo de fundamentalismo é uma extrapolação da prática científica atual. Nossa prática encontra o mundo que concorda com as leis descritas nos modelos, e principalmente, os encontra em circunstâncias limitadas e altamente artificiais. Parece que somos incentivados a adotar uma imagem contrária do mundo fragmentado, pelo fato da metafísica do mundo fragmentado não ser algo muito usual. Contudo, para Giere, não há necessidade alguma da ciência assumir uma metafísica qualquer.

Os fundamentalistas podem insistir que as leis devem ser aplicadas a todas as regiões da realidade. Mas, na verdade, uma crença fundamentalista desta extrapolação metafísica não é necessária para o progresso científico. É suficiente para os cientistas adotar uma regra metodológica de primeiro utilizar modelos que tenham funcionado em situações que são consideradas similares a nova situação em questão. Isto fornece ao menos alguma evidência de que os modelos podem funcionar nesta nova situação que eles estão confrontando. Levando em conta a metafísica do mundo fragmentado, segundo Giere, parece que este mundo com suas capacidades fornece razão suficiente para esperar que modelo familiares possam funcionar em situações aparentemente familiares. Mas a mesma coisa vale para este mundo fragmentado com as estruturas causais sem a necessidade das capacidades. Sobre a metodologia do mundo fragmentado e do fundamentalismo, ainda conforme Giere, não há muito que escolher. Pois para ele a metodologia científica deve ser livre de metafísica. Este autor ainda indica que os pontos que critica no

programa de Cartwright apenas são criticados com o intuito de tornar sua filosofia mais simples e acessível.

Cartwright analisa estas considerações em três aspectos: especificação, similaridades e capacidades. Vamos iniciar abordando a questão da especificação. Conforme a autora, dentro do conceito de especificação apresentado por Giere, ela distingue dois tipos diferentes. Sendo que as teorias contêm princípios com variáveis que representam características putativas para o mundo, como F para força, a para aceleração, Φ para um estado quântico, ou H , para hamiltoniano quântico, para o estado de energia possível de um sistema. Para fazer previsões sobre dadas situações, nós precisamos preencher, ou especificar, o valor dessas variáveis.

A autora afirma que devemos seguir dois passos para que o processo para tratar esta questão seja considerado o oposto de um processo *ad hoc*. E isto devido ao fato de alguns conceitos em Física serem abstratos em um sentido muito particular, embora tentem se basear em outras descrições mais concretas. Força e hamiltoniano quântico são assim, de forma contrária a aceleração e estado quântico não são. Existem regras para como preencher uma variável de força como uma função específica de força. E essas regras são fornecidas pelos princípios-ponte das teorias, que ligam formas específicas de função de força com o que Cartwright chama de modelos interpretativos. A atribuição em uma dada situação de uma forma particular de função de força será *ad hoc* a menos que a situação também satisfaça a descrição associada a um modelo interpretativo. Por exemplo, a forma específica “ $-kx$ ” pode ser usada apenas quando o sistema pode ser descrito como um oscilador harmônico. É claro que depois disto, com intuito de fazer previsões específicas, ainda é necessário determinar um valor específico para a força.

A autora enfatiza estes dois aspectos pelo fato de eles tornarem claros os limites do escopo das teorias que se utilizam de conceitos abstratos como estes. Por exemplo, $F=ma$ pode apenas ser aplicada em situações que são apropriadamente descritas por uma combinação de modelos interpretativos que são ligados aos princípios-ponte da mecânica newtoniana.

A segunda questão se refere ao aspecto da similaridade. Para Cartwright, Giere é criticado por insistir que os modelos devem ser similares aos sistemas modelados, embora apenas em maneiras designadas. Para abordar esta questão, nossa autora primeiro analisa como podemos derivar um modelo. Isto é, trazendo novamente a maneira como Morgan indica que os modelos devem possuir relatos para nos direcionar o que fazer com eles e como tirar conclusões sobre o modelo

que vamos abordar. Por exemplo, podemos possuir um modelo hidráulico de um processo econômico. Nós podemos experimentar um modelo da seguinte maneira: imaginando um sistema podemos adicionar água em um determinado recipiente e observar se isto aumenta a pressão em outro recipiente. Dado o relato deste modelo, em analogia com o econômico, conforme o processo do modelo anterior, podemos por analogia chegar a conclusão no modelo econômico que, por exemplo, se baixarmos os impostos, certos gastos irão aumentar. Neste instante podemos indagar aonde encontramos a similaridade. Aqui a similaridade aparece apenas quando os modelos são similares em um aspecto relevante em estudo, sendo assim, o que aprendemos é que a pressão de certo recipiente aumenta conforme é adicionada mais água em outro recipiente, e na outra situação, os gastos aumentam conforme os impostos são reduzidos. Isto não torna a similaridade um conceito vazio. Isto apenas demonstra que devemos deixar claro a maneira que compreendemos o conceito de similaridade, Giere visa fazer isto via hipóteses enquanto Morgan visa deixar claro via relatos que os modelos nos indicam.

E a terceira questão se refere as capacidades. Para Cartwright, a noção de capacidades é uma noção mais forte do que a de estruturas causais. Na concepção de nossa autora, as estruturas causais são arranjos específicos de características do mundo (causas) que atuam de forma conjunta e produzem diferentes efeitos. Nós devemos imaginar experiências em vários casos em uma estrutura para reconhecer como uma dada variação em uma causa particular afeta o efeito.

A questão em voga agora é qual seriam as vantagens das capacidades. As capacidades articulam a causa dada em todas as estruturas causais possíveis, o que em geral vai produzir efeitos diferentes em cada estrutura causal se variarmos a causa. Um elétron parece sempre repelir outro elétron, e isso tende de ser a causa do segundo elétron se mover. Este efeito vai depender da configuração utilizada no experimento. E ainda, nós sabemos como calcular o efeito através da lei de repulsão.

Mas o que uma “lei” nos relata? Elas não podem ser formuladas como reivindicações sobre regularidades entre propriedades que ocorrem, nem sobre o que os elétrons sempre causam, nem sobre o que elas causam em uma dada estrutura causal, e nem em cada estrutura causal. Desta forma, conforme o pensamento de Cartwright, nos resta apenas sugerir que pelo fato daquelas entidades serem elétrons e dos elétrons possuírem a capacidade de repelir uns aos outros, em certas boas situações nós temos algumas regras para saber como calcular os resultados quando uma capacidade opera conjuntamente com outras, e nestas situações temos a

possibilidade de reivindicar que um elétron pode ser a causa do movimento de outro elétron. A autora finaliza esta defesa questionando se há alternativas melhores que essa disponível, e ela acredita que este não é o caso.

CONCLUSÃO

Conforme apresentado até aqui, esperamos ter elucidado um pouco mais o papel dos modelos na prática científica, pois a função dos mesmos não se limita apenas ao papel heurístico na investigação realizada pelos cientistas. Para Cartwright, os modelos científicos são mais importantes que as teorias, pois estas se baseiam em leis fundamentais de cunho humiano e, por sua vez, essas leis não podem ser entendidas e generalizadas como verdades universais. Ainda conforme nossa autora, podemos nos deparar com situações nas quais os modelos terão que ajudar no desenvolvimento das teorias.

Iniciamos esta apresentação situando a posição de Cartwright no quadro da filosofia de ciência. Expusemos como a autora se posiciona diante do famigerado debate entre realistas e antirrealistas científicos. Conforme o título de sua primeira obra já indica, *How the Laws of Physics Lie*, ela não deseja endossar o realismo referente às teorias. Para realizar o contraponto nesta análise, trouxemos a filosofia de van Fraassen. Este autor é reconhecidamente antirrealista tanto de teorias quanto de entidades. Embora seja antirrealista de teorias, isto é, não crê que as teorias científicas fornecem um relato verdadeiro, ou aproximadamente verdadeiro sobre o mundo, van Fraassen demonstra um profundo respeito em relação às teorias científicas.

Em seguida, fizemos a distinção entre leis causais e leis de associação. As leis de associação são aquelas que descendem da tradição empirista que remonta a Hume. Conforme a caracterização de Cartwright, estes tipos leis são entendidas como uma conjunção finita de regularidades e que ganham um caráter universal pelos defensores desta posição. Sendo que essa generalização é forçosa, Cartwright não necessita apelar para a história da ciência para alegar a falsidade das teorias e leis científicas. As leis que seriam verdadeiras seriam as leis causais, pois estas são validadas por aquilo que Cartwright chama de estratégias efetivas.

A autora também distinguiu entre explicações causais e explicações teóricas. Pois para ela, os antirrealistas parecem eliminar coisas demais ao rejeitar as entidades teóricas. Cartwright defendeu a existência de entidades teóricas envolvidas em explicações causais, de forma contrária às explicações teóricas que visam arregimentar dedutivamente as leis fenomenológicas a partir de leis fundamentais mais gerais. Deste modo, esta abordagem da autora girou em torno da desta distinção.

Em *How the Laws of Physics Lie* Cartwright afirma que somente as leis e as explicações causais são verdadeiras, de modo que as explicações teóricas e as leis fundamentais “mentem”. Ela indica que há dois elementos em voga nas explicações científicas de fenômenos. O primeiro é a identificação das causas, enquanto que o segundo é a organização das leis fenomenológicas dentro de teorias. Desta maneira, um caso de explicação teórica pode ser caracterizado como a explicação de uma lei por uma outra lei mais fundamental e geral. Assim sendo, a principal diferença entre explicações teóricas e explicações causais é que as explicações causais possuem um componente existencial interno, enquanto que as explicações teóricas não possuiriam tal componente.

Depois de perpassarmos todo este caminho, finalmente chegamos no capítulo 8 de *How the Laws of Physics Lie*, intitulado “The Simulacrum Account of Explanation”, nele Cartwright apresenta sua concepção de modelos como “simulacros”. Expusemos este primeiro conceito de modelo proposto. Neste capítulo, a autora propõe um modelo de explicação científica dos fenômenos que esteja mais próximo da atividade científica do que o Modelo Nomológico Dedutivo de Hempel e neste momento é definido de forma mais clara seu antirrealismo de teorias.

Explicar um fenômeno é uma tarefa extremamente complexa. E para convencer qualquer grupo de pesquisa devemos saber como delimitar os tipos de modelos que são competidores. Se houverem inúmeras maneiras para uma pesquisa em particular “capturar” um fenômeno com construções intelectuais, a construção do modelo pode ser totalmente complicada e não haveria consenso em quais problemas focar. Portanto, uma boa teoria deve dar conta de uma vasta variedade de fenômenos com apenas alguns princípios possíveis. E nisto estão incluídos os princípios-ponte. Uma teoria que requer um novo princípio para cada nova circunstância física é uma teoria pobre.

Enfatizando, uma teoria é pobre se ela requer um novo princípio para cada nova circunstância encontrada. Portanto, para a autora, o grande poder explanatório de uma teoria vem da maneira hábil com que esta teoria se comporta com um número pequeno e bem entendido de princípios que cobrem um grande campo de casos, e não da habilidade de se colocar à prova em cada situação com uma representação matemática nova. Este procedimento poderia ser extremamente caótico.

Em sequência, analisando o modelo Nomológico Dedutivo de Hempel notamos que tal abordagem supõe que explicamos um fenômeno quando nós mostramos que os acontecimentos seguem a partir das leis mais fundamentais. Isto significa que o tratamento que estamos dando

para um fenômeno em física deve ser certamente realista. Diante disto, Cartwright propõe uma alternativa ao Modelo Nomológico Dedutivo que permite que o tratamento filosófico esteja mais próximo da prática científica.

Desta forma, para Cartwright, explicar um fenômeno é encontrar um modelo que se encaixe no quadro base de uma teoria, então podemos fazer derivações análogas das complicadas leis fenomenológicas. Os modelos servem para uma variedade de propósitos, e os modelos individuais são julgados de acordo com o quão bem eles servem para nossos propósitos. E aqui estamos diante de uma concepção de modelo que difere daquela proposta pela abordagem semântica, conforme enfatizamos durante todo o decorrer do texto.

Conforme sua argumentação, um simulacro é algo que possui meramente a forma ou aparência de certa coisa, sem possuir a substância ou qualidades próprias dessas coisas. E os modelos propostos pela física se comportariam desta exata maneira. O sucesso desses modelos depende como eles podem replicar mais precisamente o que ocorre em determinado fenômeno. Portanto, para dar mais ênfase sobre o aspecto antirrealista dos modelos científicos, Cartwright chama sua abordagem da explicação como relato simulacro da explicação.

Algumas vezes, para um dado modelo é possível forjar, ou encontrar, uma situação real em que as principais características que importam de um fenômeno são apenas as características mencionadas no modelo, e não outras mais. O hélio de baixa densidade, por exemplo, é um gás quase ideal do ponto de vista do modelo das bolas de bilhar da mecânica estatística. Nestes casos, podemos estar inclinados a pensar o modelo como algo que se assemelha à uma réplica exata da realidade, e atribuir aos objetos modelados não apenas as propriedades genuínas dos modelos, mas também as propriedades de conveniência. Em consequência, nós consideramos que as propriedades de conveniência devem ser aplicadas aos casos mais complexos. Mas tendo boas propriedades teóricas abstratas, nós não temos motivos para atribuí-las. Em consequência disto, elas não são aplicadas aos casos ideais também.

Pois se os modelos pudessem ser iguais às situações modeladas as leis que governam o modelo poderiam ser aplicadas as situações reais também. Mas os modelos quase nunca são realísticos naquele primeiro sentido apresentado, isto é, aquele sentido segundo o qual o modelo revela um retrato acurado da situação modelada, em outras palavras, se ele descreve os componentes reais do sistema – as substâncias e os campos que constituem o fenômeno – e atribui a eles as características e relações reais. E o fato de os modelos não serem realistas neste sentido é um fator

crucial para o trabalho realizado pela Física. Modelos diferentes e incompatíveis são usados para diferentes propósitos e isto aumenta, mais que diminui, o poder de uma teoria. Portanto, os filósofos mostram muito interesse em abordar a questão dos modelos em filosofia da ciência. Cartwright, em especial, entende que os modelos devem encaixar o fenômeno dentro de uma teoria matematizada.

A partir de sua obra *Nature's Capacities and Their Measurement*, Cartwright desenvolveu e passou a defender o conceito de *capacidade*, o que lhe permitiu fundamentar de forma mais definitiva seu realismo de entidades e estabelecer mais claramente a diferença entre leis causais e leis de associação. Tanto nesta obra quanto em *The Dappled World*, Cartwright apela às capacidades para atacar a tradição empirista, que por sua vez, encontra na natureza apenas as regularidades, fator que ela continua pretendendo desqualificar, porém mudando sua abordagem anterior, que era fundamentar a causalidade nas estratégias efetivas. De acordo com Cartwright as capacidades são mais básicas que as regularidades, pois somente podemos obter estas regularidades com o conhecimento das capacidades. Isto é, as regularidades não estão em um nível ontológico fundamental, mas são consequências da operação de capacidades.

Contudo, para a autora não são apenas as capacidades que devemos levar em conta para obter conhecimento sobre as regularidades, é preciso também saber as condições particulares do ambiente no qual as capacidades estão em operação. Grosso modo, para resumir o conceito de “capacidade”, poderíamos dizer que um corpo, uma partícula, ou uma entidade têm uma “capacidade”, seria o mesmo que dizer que têm a natureza, a tendência, a potência, etc., de se comportar de determinada maneira em certa situação.

Alguns anos depois, Cartwright escreveu o artigo “*Models as Fables*” visando comparar os modelos científicos com fábulas. O intuito deste artigo não era tratar o fato de os modelos serem ficções e por consequência seu aspecto ontológico, mas sim abordar o contraste entre o que seria abstrato e o que seria concreto. O ponto central nessa analogia é que as leis são verdadeiras nos modelos assim como a moral pode ser verdadeira nos contos de fada. Mas isto acontece apenas *ceteris paribus*, ou seja, apenas considerando que outros fatores não interfiram.

Em suma, o que estaria em questão até aqui é que os argumentos de Cartwright nos dizem que podem haver modelos de fenômenos que são construídos cientificamente que são perfeitamente válidos independentemente das teorias. Esta é uma forte e polêmica conclusão de

Cartwright. Este cenário sobre a relação entre teorias e modelos talvez seja o ponto extremo de desvalorização das teorias.

A noção de “projeto de máquina nomológica” surge em sua obra intitulada “*The Dappled World*”, na qual a noção de modelo é fundamental e aonde autora faz uma aproximação entre os modelos da Física e das ciências humanas, em especial a Economia. Para a autora, os projetos (*blueprints*) são os modelos representativos, enquanto que as máquinas nomológicas são máquinas que exibem certas leis. E as máquinas são “configurações estáveis de componentes com determinadas capacidades propriamente protegidas e funcionando de forma repetitiva.” Em *The Dappled World*, Cartwright revê suas posições defendidas em obras anteriores. Sobretudo em *How the Laws of Physics Lie*, onde a abordagem da autora foi compreendida como um ataque ao realismo científico. No entanto, na obra de 1999, ela indica que seu inimigo na verdade é outro e que devemos combater o *fundamentalismo científico*.

Trazendo novamente para o debate a questão do papel dos modelos científicos, a autora afirma novamente algumas conclusões de *How the Laws of Physics Lie*. Assim, devemos atentar para como construímos o tratamento teórico de uma situação real. Antes de aplicarmos os conceitos de uma teoria básica, nós devemos produzir um modelo da situação abordada nos termos em que a teoria pode lidar. A estratégia básica para o tratamento de uma situação real é criar um modelo a partir de certos componentes de determinada situação ou evento. Desta maneira, em *The Dappled World*, o foco é demonstrar que mesmo nas melhores ocasiões, onde encontramos os melhores modelos disponíveis, a imagem fornecida tanto pelos modelos quanto pelas teorias é ainda muito pobre. Decorre disto que quando o modelo não consegue englobar os aspectos relevantes para o trabalho científico, a teoria não é falseada. Ela apenas é inaplicável à situação. E vemos neste momento mais uma vez que a ciência não pode ser unificada. Assim, Cartwright também ataca o ideal do positivismo lógico, que visa a unidade da ciência.

Cartwright, portanto, segue Rom Harré e não aceita a concepção que considera essas leis fundamentais como o que há de mais básico. Deste modo, a autora caracteriza as capacidades como o que há de mais básico na natureza. E as leis da natureza são obtidas através da operação de componentes de determinados sistema com capacidades estáveis em circunstâncias oportunas. Por vezes o arranjo do sistema e o cenário à disposição são apropriados para a ocorrência de uma lei natural. Frequentemente esses dois aspectos são criados e manuseados pelos cientistas, como, por exemplo, ocorre em um simples experimento de laboratório.

O conceito de máquina nomológica é um conceito primordial nesta obra de Cartwright. Uma máquina nomológica é uma espécie de sistema onde operam as capacidades em dadas circunstâncias e que permite um certo tipo de comportamento regular que nós representamos como leis científicas. A autora nos relata que quando atentamos para as ciências matematizadas, como a Física e a Economia, nós percebemos um importante papel desempenhado pelos modelos; e quando nós estudamos de forma minuciosa estes modelos, nós encontramos um tipo de informação que a autora identifica em sua caracterização sobre o que ela chama de máquina nomológica.

Cartwright alerta que não podemos desconsiderar uma importante característica das capacidades que afetam nossas doutrinas e os limites da ciência. Não há nenhum fato em questão sobre o que um sistema pode fazer em virtude de ter uma dada capacidade. Depende é de um ambiente e dos tipos de cenários necessários para produzir resultados sistemáticos e predizíveis. E isto nos leva às máquinas nomológicas. Mas estas possuem uma estrutura bem peculiar. Elas exigem condições ideais para que um sistema possa exercer suas capacidades de maneira repetida e as indicações empíricas sugerem que estes tipos de condições são raras. Não importa quanto conhecimento possamos ter sobre situações particulares, predição no mundo não surge como uma norma, mas como uma exceção. Então devemos esperar que as regularidades sejam poucas e distantes entre si. Se desejamos situações que sejam predizíveis, nós devemos elaborá-las cuidadosamente.

Ao voltarmos nossas atenções para a repercussão do programa filosófico proposto por Cartwright, focamos nas considerações de três autores em especial. Outros autores poderiam ter sido escolhidos, mas como Bailer-Jones, Morrison e Giere estiveram muito próximos da autora, seja pela semelhança de pensamento ou pela participação conjunta em obras, optamos por eles. Em grande medida, as atenções estiveram voltadas para a questão dos modelos representativos e modelos interpretativos.

Aqui, influenciada pelo trabalho das Morrison e Morgan, Cartwright assume certos modelos como mediadores teoria e mundo, estes seriam os modelos representativos (primeiramente concebidos como modelos fenomenológicos). Em contraste com os modelos interpretativos, eles representam o mundo não por serem parte da teoria, embora possam ser desenvolvidos a partir dela. Os modelos representativos são aqueles que nós construímos com auxílio da teoria para representar arranjos reais, que tenham como objetivo se relacionar

com certas partes da realidade, ou que possam fazer isso com auxílio de condições corretas. E aqui iniciamos as considerações de Bailer-Jones.

Modelos representativos podem representar situações específicas e para fazer isto eles devem ir bem além das teorias no momento em que são construídos. O que implica em dizer que as teorias não são os únicos instrumentos usados para a construção dos modelos, outros instrumentos científicos são as técnicas matemáticas, os tipos de laboratórios, etc. Em suma, as teorias não podem reivindicar verdade em relação a realidade, mas podem reivindicar verdade em relação à aspectos do modelo. Todavia, é necessária uma abordagem mais abrangente e completa dos modelos representativos para entender até que ponto estes serão verdadeiros em relação ao mundo. E esta é uma questão que Cartwright não desenvolve e admite estar satisfeita com a maneira em que os modelos estão sendo empregados, e se os relatos contidos neles tornam claras nossas reivindicações não é necessário para os intuítos da autora prosseguir nesta questão. Dadas as críticas de Bailer-Jones, ao final, tanto uma autora quanto outra, de forma geral, parecem partilhar de um certo consenso em suas reflexões.

Ao trazer à tona as questões de Morrison, vimos que há diferentes maneiras que os modelos podem funcionar como mediadores. Eles podem fazer a mediação entre a teoria e o mundo, no sentido de ser uma representação abstrata de um sistema físico governado por uma ou mais teorias, ou podem ser uma representação concreta de algumas características de uma teoria abstrata. O pêndulo é um exemplo que abrange ambos os casos. No caso da aplicação da teoria nós temos o pêndulo ideal que representa o movimento harmônico, e temos também o pêndulo físico que é modelado para fazer várias correções em relação ao pêndulo ideal.

Um modelo também pode ter a função de mediador no papel de “objeto” de estudo. Isto é, em outras palavras, o próprio modelo, antes do sistema físico, pode ser a coisa que está sendo investigada. Neste contexto, ele serve como recurso para o conhecimento “mediado” se nosso conhecimento sobre o sistema físico é limitado, ou o sistema físico é inacessível. Consequentemente, nós sabemos apenas como o modelo se comporta em certas circunstâncias. Portanto, a ciência descreve o mundo com o uso de modelos que, por sua vez, são sempre limitados em escopo e nunca completamente acurados.

Portanto, uma diferença fundamental entre Cartwright e Morrison é que esta última defende que os modelos representativos são mais importantes que os modelos interpretativos. Um motivo para se tomar tal posição é que os modelos representativos atuam como

mediadores entre a teoria e o mundo e funcionam como recurso de conhecimento “mediador”. Assim, precisamos notar que normalmente os modelos representativos tomam o lugar do sistema físico como objeto de análise dos modelos interpretativos da teoria. Consequentemente, nosso conhecimento neste contexto é mediado porque está vindo de uma representação construída por nós, e isto nos fornece um retrato físico de como o sistema que estamos interessados pode ser constituído.

As considerações de Giere corroboram bastante com o pensamento de Cartwright. Todavia, sua crítica mais forte reside na questão das capacidades. Para Giere, o conceito de capacidade deveria ser abandonado e trocado pelo conceito de estrutura causal. Embora ele entenda que há algo de profundamente correto em rejeitar certas noções que foram parte da revolução científica do século XVII, ele não compreende uma abordagem das leis científicas conforme Cartwright. E este autor sugere como alternativa ao programa de Cartwright, que assume que os princípios descrevem capacidades, que podemos compreender os princípios de tal forma que eles descrevem uma estrutura causal abstrata, ou que eles abstratamente descrevem uma estrutura causal. Ao tornar estes modelos mais específicos conforme a maneira que eles foram descritos acima, nós podemos chegar a modelos gerais de sistemas causais como as máquinas nomológicas de Cartwright e, finalmente, encontrando os modelos de sistemas causais específicos.

Giere alega que a virtude que Cartwright encontra nas capacidades são encontradas também nas estruturas causais. Invocando uma estrutura causal, por exemplo, fornecemos mais, ou um pouco mais, de suporte às generalizações externas e internas. Contudo, Cartwright não acredita que o conceito de estrutura causal seja melhor que o de capacidade. Pois os eventos visam demonstrar suas naturezas de certas coisas se comportarem de tal maneira. De forma que as capacidades ficarão evidentes dadas as condições que o evento ocorre.

De nossa parte, queremos enfatizar mais uma última vez a importância dos modelos para a prática científica. Dada a evolução da ciência e da filosofia que se refere a esse ramo do saber, não cabe mais designar aos modelos a tarefa de desenvolver apenas um papel heurístico. Todavia, não consideramos os modelos mais importantes que as teorias, embora a argumentação de Cartwright e de outros autores sobre o tema seja extremamente bem conduzida e válida. Tampouco consideramos que as teorias sejam mais importantes que os modelos. Este nos parece um julgamento ultrapassado dado as ferramentas que possuímos para fazer ciência atualmente. Alegamos que em determinado momento da pesquisa científica um pode ser mais relevante que o outro. Mas tomando a

atividade científica como um todo, a contribuição dos modelos e das teorias científicas são equivalentes.

REFERÊNCIAS

BAILER-JONES, Daniela. *Standing Up Against Tradition: Models and Theories in Nancy Cartwright's Philosophy of Science*. . Em **Nancy Cartwright's: philosophy of science**. New York: Routledge, 2008.

BOYD, Richard (1981), *.Scientific Realism and Naturalistic Epistemology.*, in **Asquith & Giere** 1981: 613-662

_____. (1984), *.The Current Status of Scientific Realism.*, in **Lepplin** 1984: 41-82.

_____. (1991), *.Realism, Anti-Fundationalism and the Enthusiasm for Natural Kinds.*, **Philosophical Studies**, Vol. 61, Nos. 1-2: 127-148

BRANQUINHO, João, MURCHO, Desidério, GOMES, Nelson. **Enciclopédia de Termos Lógicos-Filosóficos**, São Paulo: Martins Fontes, 2006.

CARTWRIGHT, Nancy. **How the Laws of Physics Lie**, Oxford: Clarendon Press, 1983.

_____. **Nature.s Capacities and Their Measurement**, New York: Oxford University Press, 1989

_____. *Fables and Models*, Em **Proceedings of the Aristotelian Society Suppl.**, 65: pp 55-68, 1991.

_____. *The tool box of science: Tools for the building of models with a superconductivity example*, Em **W.E. Herfel et al. (eds) Theories and Models in Scientific Processes**, Amsterdam: Rodopi, 1995.

_____. **The Dappled world: A study of the boundaries of science**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

_____. In Favor of Laws That Are Not Ceteris Paribus After All., **Erkenntnis** 57: 425-439, 2002.

_____. “Summary” and “Reply”, **Philosophical Books**, vol. XLIII, no. 4, pp. 241-3 and 271-8, 2002.

CARTWRIGHT, Nancy, FENNELL, Damien. Does Roush show evidence should be probable. *Synthese*, 175(3), 289–310, 2009.

CUPANI, Alberto. **Filosofia da Ciência**. Florianópolis. Ed.: FILOSOFIA/EAD/UFSC, 2009.

DUTRA, Luiz Henrique. **Realismo, Empirismo e Naturalismo: O Naturalismo nas Filosofias de Boyd e van Fraassen**, Campinas: UNICAMP, 1993a.

_____. **Verdade e Investigação: O Problema da Verdade na Teoria do Conhecimento**, São Paulo: EPU, 2001.

_____. Modelos e a Pragmática da Investigação, *Scientiae Studia*, vol. 3 (2), 205-232, 2005a.

_____. **Oposições Filosóficas: a epistemologia e suas polêmicas**. Florianópolis. Ed. da UFSC, 2005d.

_____. **Pragmática da Investigação Científica**. Florianópolis. São Paulo, Edições Loyola, 2008a.

_____. **Introdução à Teoria da Ciência, 3ª ed. rev. ampl.**, Florianópolis: Editora da UFSC, 2009.

_____. **Introdução à Epistemologia** , São Paulo: Editora UNESP, 2010.

_____. **Pragmática de Modelos: natureza, estrutura e uso dos modelos científicos**, São Paulo. Edições Loyola, 2013.

_____. **Filosofia da Linguagem: introdução crítica à semântica filosófica**, Florianópolis: Editora da UFSC, 2014.

EARMAN, John, ROBERTS, John. ‘Ceteris Paribus, there is no problem of provisos’, *Synthese*, 118: 439–478, 1999.

ELLIS, Brian. **Scientific Essentialism**, Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

FINE, Arthur. *The Natural Ontological Attitude.*, in **Leplin** 1984: 83-107, 1984.

_____. *And Not Anti-Realism Either.* Em **Noûs**, Vol. 18, No. 1, 1984 A. P. A. Western Division Meetings, pp. 51-65, 1984.

FRAASSEN, Bas van. **A Imagem Científica.** São Paulo: UNESP, 2007.

GIERE, Ronald. *Models, Metaphysics, and Methodology.* Em Nancy Cartwright's: philosophy of science. New York, Routledge, 2008.

GLENNAN, Stuart. 'Capacities, universality, and singularity', **Philosophy of Science**, 64: 605–626, 1997.

GONÇALVES, Márcia. **Filosofia da Natureza**, Rio de Janeiro. Ed.: Jorge Zahar, 2006.

HACKING, Ian. *Representing and Intervening*, Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

_____. *Experimentation and Scientific Realism.*, in **Leplin** 1984: 154-172, 1984.

_____. *Do we see through a microscope?* In **Churchland & Hooker** 132-152, 1985.

HARTMANN, Stephan, HOEFER, Carl, BOVENS, Luc. **Nancy Cartwright's: philosophy of science.** New York, Routledge, 2008.

HEMPEL, Carl. *Aspects of Scientific Explanation, and other essays in the 148 philosophy of science*, New York: Free Press, 1965.

_____. **Filosofia da Ciência Natural**, 3a edição, Rio de Janeiro: Zahar, 1966.

_____. *Explanation and Prediction.* In J. Fetzer (Ed.), *Foundations of Philosophy of the Science: Recent Developments.* New York: Paragon House, 1993.

_____. *Studies in the Logic of Explanation.* In E.D. Klembr, R. Hollinger, A.D. Kline (Eds.), **Introductory Readings in the Philosophy of Science.** New York: Prometheus Books, 1998.

HOEFER, Carl. For Fundamentalism., Philosophy of Science Assoc. 18th Biennial Mtg . PSA 2002: PSA 2002 Contributed Papers, PhilSci Archive <http://philsciarchive.pitt.edu/archive/00001076/> , 2003a.

_____. Humean Effective Strategies., PhilSci Archive <http://philsciarchive.pitt.edu/archive/00001638/> , 2003b.

LIPTON, Peter. “The Reach of the Law”, Philosophical Books, vol. XLIII, no. 4, pp. 254-260, 2002.

MACKIE, John Leslie. “Galilean Idealization”, **Studies in the History and Philosophy of Science**, 16, pp. 247-273, 1985.

MCMULLIN, Ernan. ‘Capacities and natures: An exercise in ontology’, Boston Studies in the Philosophy of Science, 8: 63–83, 1970.

MORRISON, Margaret. ‘Capacities, tendencies and the problem of singular causes’, **Philosophy and Phenomenological Research**, 55: 163–168, 1995

_____. “Theory, Intervention and Realism”, **Synthese**, 82, pp. 1-22, 1990.

_____. *Models as Representational Structures*. Em **Nancy Cartwright’s: philosophy of science**. New York, Routledge, 2008.

POINCARÉ, Henri. **Science and Hypothesis**, reprinted in H. Poincaré (ed.), (1913), *The Foundations of Science*, The Science Press, Lancaster, 1905.

PSILLOS, Stathis. **Scientific Realism: How Science Tracks Truth**. London: Routledge, 1999.

_____. .Cartwright.s Realist Toil: From Entities to Capacities., PhilSci Archive <http://philsciarchive.pitt.edu/archive/00001538/>

SCHILICK, Moritz, CARNAP, Rudolf. **Coletânea de Textos**, São Paulo. Ed.: Abril Cultural, 1980.

SUPPE, Frederick. **The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism**. Urbana e Chicago: University of Illinois Press, 1989.

SELLARS, Wilfrid. **Science, Perception and Reality**, Atascadero: Ridgeview P. C., 1963.

TAYLOR, Richard. **Metafísica**, Rio de Janeiro. Ed.: Zahar, 1969.

Wilson, M. What Can Theory Tell Us about Observation?., in **Churchland & Hooker** 1985: 3-34.

WITTGENSTEIN, Ludwig. (2001). **Tractatus Logico-philosophicus**, São Paulo. Ed.: Edusp, 2001.

