

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

ASPECTOS DO REALISMO ESTRUTURAL E SUA CONCEPÇÃO ONTOLÓGICA

Orientador: Prof. Dr. Jonas Rafael Becker Arenhart

Florianópolis

2017

Vitor Paduanello

ASPECTOS DO REALISMO ESTRUTURAL E SUA CONCEPÇÃO ONTOLÓGICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Filosofia, do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Filosofia.

Orientador: Prof. Dr. Jonas Rafael Becker Arenhart

Florianópolis

2017

Vitor Paduanello

ASPECTOS DO REALISMO ESTRUTURAL E SUA VERSÃO ONTOLÓGICA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de bacharel e aprovado em sua forma final pelo Programa de graduação em Filosofia.

Florianópolis, 02 de Outubro de 2017.

Prof.^a Dr.^a Marina dos Santos
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jonas Rafael Becker Arenhart
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Cezar Augusto Mortari
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Décio Krause
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Ivan Ferreira da Cunha

Suplente

Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que fizeram possível minha empreitada no vasto mundo da filosofia acadêmica e que em nenhum instante deixaram de me incentivar.

Ao curso de Filosofia da UFSC pelo ótimo ensino que me proporcionou, e especialmente a meus professores Cezar e Jonas pelas excelentes aulas de Lógica, Metafísica, Linguagem, Ciência, com as quais sempre me surpreendi e que mudaram positivamente não só a mim, como também meu modo de encarar o mundo. São lições para além da academia. São lições para a vida

A meus amigos de tempos de faculdade, Vinicius, Lucas e Gabriel, e especialmente a meus grandes amigos Pedro e Mateus. Amigos com os quais troquei ao longo dos anos grandes risadas, momentos e aprendizados nessa vida caótica com a qual nós muitas vezes nos deparamos.

À minha linda família, que me fortaleceu as raízes para que eu pudesse me firmar de pé, com integridade.

A meu grande pai, que com sua criatividade e humildade foi peça chave dessa caminhada, fazendo com que não me desviasse do caminho que eu traçava em minha mente.

À minha querida mãe, que de sua simplicidade moldei meu modo de ser e que de seu companheirismo aprendi a não abandonar facilmente meus planos. Sem os dois, eu nada seria.

À minha amiga Laura Andrade com quem, em tempos difíceis que vivemos, aprendo a ser criança novamente e a enxergar o mundo com mais leveza.

À minha namorada Lidianne, com quem aprendo a cada dia ser uma pessoa melhor, menos acomodada, mais honesta. Foi com ela que acendi as primeiras fagulhas para que desse enfim início a este trabalho. Ela foi, é e sempre será minha inspiração desde as menores coisas até as mais complexas situações que a vida nos impõe. Seu amor me é essencial.

Por fim, agradeço a todos que acreditaram que essa empreitada fosse possível.

“Seria erro acreditar que faço pouco da filosofia. Sou pela filosofia, mas por uma filosofia que venha de baixo para cima, da terra, dos processos de trabalho; por uma filosofia que, estudando os fenômenos naturais, submeta as forças da natureza aos interesses do homem. Estou convencido de que o pensamento está indissoluvelmente ligado ao esforço, e não sou partidário do pensamento quando em estado de imobilidade, sentado, deitado. ”

(Maksim Gorky)

RESUMO

No presente trabalho, propõe-se, de forma monográfica, examinar de maneira panorâmica algumas das questões centrais apresentadas pela corrente filosófica conhecida como Realismo Estrutural, tendo a partir do século XX, Poincaré e Russell, como seus predecessores e acompanhados posteriormente por nomes como Worrall e Ladyman, que fundaram novas caracterizações dessa forma de realismo. Worrall com uma versão epistemológica, e Ladyman com uma versão ontológica do Realismo Estrutural. Vamos focar, entretanto, nas versões contemporâneas desse realismo, onde a primeira dessas versões foi inaugurada por Worrall. É proposto também mostrar como e porque esse tipo de realismo seria um satisfatório substituto para o realismo científico tradicional.

Palavras-chave: Realismo Estrutural. Mecânica Quântica. Metafísica.

ABSTRACT

In the current work, it is aimed, in a monographic manner, to panoramically examine some of the core questions introduced by the philosophical framework known as structural realism, having, in the 20th century, Poincaré and Russell as their predecessors and followed later on by Worrall and Ladyman, which established further characterizations of this kind of realism. Worrall with an epistemological, and Ladyman with an ontological version of the Structural Realism. We shall focus, though, on the contemporary versions of this realism, in which the first of these versions was inaugurated by Worrall. It is also proposed to expose why and how this kind of realism would be a satisfactory replacement for the traditional scientific realism.

Keywords: Structural Realism. Quantum Mechanics. Metaphysics.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MOTIVAÇÃO CIENTÍFICA	14
2.1 Domesticação	15
2.2 Realismo	18
2.3 Metafísica naturalizada	21
2.3.1 Troca de Teoria	22
3. MOTIVAÇÃO METAFÍSICA	26
3.1 O melhor de dois mundos	27
3.2 Subdeterminação da metafísica pela ciência	30
3.2.1 O problema da identidade de partículas quânticas	35
4. REALISMO ESTRUTURAL ONTOLÓGICO	38
4.1. Eliminativismo	40
5. OUTRAS VERSÕES DO REALISMO ESTRUTURAL ONTOLÓGICO	44
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
7. REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

De modo geral, buscamos explicação para tudo ao nosso redor, procurando respostas para nossos problemas pessoais, para questões de saúde e também para questões próprias da nossa relação com o ambiente que nos circunda. Os antigos olhavam para o céu e se perguntavam o que eram aquelas luzes fortes e barulhentas que "caíam" do céu, principalmente em dias de muita chuva. Para esse tipo de pergunta, diversos povos davam respostas que para eles, pareciam se adequar perfeitamente ao que acontecia, mas que hoje em dia, nos parecem um tanto quanto exuberantes, como os gregos, por exemplo, com a ideia de que havia um deus barbudo e irado lá em cima que, ao ficar descontente com atitudes dos homens, lançava raios sobre eles com o fim de puni-los. Ou os babilônios que "...acreditavam que o deus Adad carregava um bumerangue em uma de suas mãos. O objeto lançado provocava o trovão. Na outra mão, empunhava uma lança. Quando arremessada produzia os raios."¹

Já na idade média, notamos um caso peculiar, e que talvez até colabore com nosso progressivo afastamento do mito em direção à ciência, onde:

"Outra crença, muito difundida na Europa Medieval, dizia que o badalar dos sinos das igrejas durante as tempestades afastaria os raios. A superstição perdurou por muito tempo. Muitos campanários de igreja foram atingidos e mais de uma centena de tocadores de sino foram mortos acreditando em tal ideia."².

Com o passar do tempo, fomos então, digamos, lapidando nosso conhecimento em relação ao mundo e deixando de lado essas noções mitológicas e nos voltando a noções que se adequariam mais ao que realmente acontece no mundo. Sendo essas explicações "mais adequadas" para uma elucidação dos fenômenos físicos, se permitiu que o processo de "domínio" desses fenômenos fosse agilizado, onde o ser humano se desenvolveu tecnologicamente em uma velocidade espantosa, ou seja, buscou-se uma forma de interpretação onde se prezasse acima de tudo a observação e descrição constante do mundo, utilizando-se para essa descrição métodos gradualmente mais e mais matemáticos, na busca pela objetividade.

¹ Portal ELAT, Grupo de eletricidade atmosférica.

² Portal ELAT, Grupo de eletricidade atmosférica.

Falamos aqui superficialmente do que é conhecido dos últimos séculos para cá como método científico. Método que buscamos aqui (pelo menos em segundo plano) defender também, tendo em vista que o presente trabalho depende em certo grau dele.

A ciência tem avançado de maneira surpreendente, principalmente a partir do século XX. Tal avanço podendo ser explicado através do grande número de pesquisas que vêm sendo realizadas até então e também levando em consideração a poderosa aparelhagem e instrumentos científicos a que se dispõem os pesquisadores nas ciências naturais, especialmente, tudo isso somado à facilidade com que podemos de lá para cá trocar informações.

O que cabe também ressaltar é o questionamento de que se outras áreas do conhecimento possuem de modo semelhante esse caráter aparentemente progressivo que a ciência apresenta. Nos perguntamos então se a filosofia é dotada também de uma capacidade de progresso. Esta é uma questão controversa, pois o conhecimento em filosofia parece não apresentar um caráter acumulativo, no sentido de que antigos conceitos são abandonados em favor de novos conceitos ou de revisões dos antigos conceitos. De fato, na filosofia é comum que conceitos antigos sejam ainda hoje revisitados, discutidos e defendidos por muitos, apesar de estarmos conscientes de uma ampla gama de objeções e dificuldades relacionadas com estes conceitos. Mesmo assim, todos esses conceitos, antigos e novos, coexistem e são debatidos em teorias contemporâneas. Se isso constitui ou não um problema para a filosofia, não caberá a nós aqui discutir, entretanto, podemos ver o indubitável avanço científico em todas as suas intermináveis investigações, ao passo em que a filosofia muitas vezes parece estagnada, ainda que importante, viva e atuante nos dias atuais. Podemos citar aqui um trecho onde Ladyman e Ross respondem a uma objeção de Lowe, que diz respeito à impossibilidade de uma metafísica naturalizada, pois o próprio naturalismo dependeria de pressupostos metafísicos.

“it is enough to point out that even if naturalism depends on metaphysical assumptions, the naturalist can argue that the metaphysical assumptions in question are vindicated by the success of science, by contrast with the metaphysical assumptions on which autonomous metaphysics is based which are not vindicated by the success of metaphysics since it can claim no such success.”³

³ “é suficiente apontar que mesmo que o naturalismo dependa de pressupostos metafísicos, o naturalista pode argumentar que os pressupostos metafísicos em questão são justificados pelo sucesso da ciência, em contraste com os pressupostos metafísicos em que uma metafísica autônoma é baseada, que não são justificados pelo sucesso da metafísica, uma vez que ela não pode reivindicar tal sucesso”. (LADYMAN e ROSS, 2007, página 7)

Eles se referem à metafísica analítica, e apontam como ela se mostra estagnada, pois não possui (nem busca) o apoio, nem o caráter progressivo da ciência para auxiliá-la em sua investigação. A única forma de investigação metafísica seria então aquela apoiada na ciência, pois uma metafísica desvinculada da ciência não poderia ter sequer uma pretensão de ter atingido ou de que atingirá algum tipo de sucesso.

Levaremos adiante nesse trabalho uma filosofia que é moldada (ou que busca ser fortemente amparada) por uma ciência natural, a saber, a física, pois com o potencial progressivo de um (física), aliado ao potencial crítico do outro (filosofia), podemos levar adiante uma filosofia livre de indagações puramente especulativas. Autores como Ladyman e Ross (2007) criticam filósofos analíticos que empreendem uma metafísica analítica a qual pretende levar à frente uma filosofia regada muitas vezes por uma terminologia científica, mas sem possuírem o conhecimento sobre aqueles termos e conceitos acabam por desinformar o leitor e assim prestando um desserviço não só à própria filosofia, mas também à ciência de um modo mais geral. Ladyman e Ross são contundentes a esse respeito na primeira parte do livro "Everything Must Go", afirmando:

"... analytic metaphysics, a professional activity engaged in by some extremely intelligent and morally serious people, fails to qualify as part of the enlightened pursuit of objective truth, and should be discontinued."⁴

A ciência então deveria não só acompanhar a filosofia, como também, e consequentemente, moldá-la no intuito de não cairmos em erros e desacordos vazios de relevância para o esforço de compreensão da realidade, trazendo assim benefícios teóricos e quem sabe até práticos, tanto para a filosofia quanto para as ciências.

Considerando o que foi dito até esse ponto, procuramos neste trabalho expor uma metafísica moldada por uma de nossas melhores e mais avançadas teorias, a mecânica quântica, apresentando algumas de suas principais características, também um panorama geral sobre essa teoria e oferecendo algumas implicações das características dessa teoria que seriam imprimidas no âmbito da filosofia.

4 “... a metafísica analítica, uma atividade profissional exercida por algumas pessoas extremamente inteligentes e moralmente sérias, falha ao se qualificar como parte de uma busca iluminada da verdade objetiva, e deveria ser descontinuada.” (LADYMAN e ROSS, 2007, pág. VII, tradução nossa)

Desse modo, o segundo capítulo fica destinado a mostrar as razões pelas quais nossa metafísica deve ser, em alguma medida, uma consequência de nossas teorias científicas, e para isso, buscamos deixar bem claro alguns conceitos, como o “realismo” e o “naturalismo”, conceitos diretamente relacionados com essa busca por uma metafísica orientada pela ciência.

No terceiro capítulo, nossa intenção foi mostrar quais foram os principais motivos que nos trouxeram a necessidade de se buscar uma nova metafísica, motivos esses também metafísicos, principalmente a questão da “identidade e individualidade” das partículas subatômicas. Esses são uns dos problemas centrais que levaram a uma nova abordagem metafísica da ciência, o realismo estrutural ontológico.

O quarto capítulo fica reservado a uma elucidação do que seria então o Realismo Estrutural Ontológico, com foco na versão eliminativista desse realismo, e também quais seriam algumas das principais objeções feitas a essa nova abordagem metafísica.

No quinto capítulo apresentamos algumas outras versões do Realismo Estrutural Ontológico, como a versão “moderada”, a “intermediária” e a “radical”, discutindo suas características e também não deixando de lado objeções dirigidas a elas.

O sexto e último capítulo foi dedicado a considerações finais.

2. MOTIVAÇÃO CIENTÍFICA

Dedicaremos este segundo capítulo a expor os motivos pelos quais seria adequado o auxílio da ciência em questões pertinentes à filosofia, mais especificamente à filosofia analítica e ao tipo de investigação que hoje se chama de “metafísica analítica”. Argumentaremos que esta investigação deveria ser conduzida com estreitos vínculos com as teorias científicas de maior sucesso atualmente.

Nossa vida é rodeada de objetos tecnológicos que há poucos séculos (ou até décadas) nem imaginávamos que um dia chegaríamos a conhecer. Computadores, celulares, carros, aviões. Fica difícil pensar até onde chegaremos e o que teremos daqui a algum tempo. Isso sem contar os avanços que foram feitos na área da medicina, sem a qual muito provavelmente não estaríamos ainda aqui para contar história.

A ciência foi, como podemos notar pela própria história da humanidade, se moldando e se aperfeiçoando, fazendo com que novas e mais complexas descobertas fossem sendo feitas ao longo do tempo. De Tales de Mileto a Einstein e outros importantes nomes da ciência moderna e contemporânea, grandes pensadores contribuíram para nosso entendimento do mundo, a ponto de podermos dominá-lo cada vez mais.

Apesar disso, alguns dos empreendimentos da ciência acabaram tendo resultados negativos, como afirma Copi, (enquanto na mesma passagem ressalta aspectos positivos):

“Alguns dos resultados práticos da ciência, é claro, não são tão merecedores de regozijo. O tremendo aumento do poder destrutivo das armas fez com que a ameaça da guerra moderna se convertesse numa ameaça contra a própria civilização. Contudo, apesar desses aspectos infelizes e negativos das conquistas científicas, o desenvolvimento, em seu todo, da ciência e de suas aplicações foi benéfico para a humanidade. Por terríveis que sejam as guerras modernas, o sacrifício de vidas humanas que elas implicam parece ser muito menor do que o dos grandes flagelos epidêmicos que antigamente varriam a Europa e dizimavam as populações. E essas calamidades foram erradicadas quase completamente pela moderna ciência médica. O valor prático da ciência reside na vida mais fácil e mais abundante que os progressos tecnológicos, baseados em conhecimentos científicos, tornaram possível.” (COPI, 1978, pág. 377)

Todavia, para French, até mesmo esses aspectos negativos da ciência, que poderiam servir para restringir de algum modo sua utilização, possuem consequências positivas:

"É um pouco de exagero grosseiro, mas não tão distante da verdade, dizer que foi somente com a demonstração do potencial da ciência para a guerra, para o desenvolvimento de novas armas, de novas defesas, e assim por diante, que governos e políticos em geral começaram a levá-la a sério e digna de financiamentos significativos." (FRENCH, 2007, página 13)

Todavia, se a ciência é, de maneira indubitável, tão próspera, o que nos faz pensar que não recorrer a ela seria algo desejável de se fazer? A pergunta se aplica aqui também e principalmente à filosofia e àqueles que se propõem a entender e descrever o mundo de maneira clara e livre de "floreios" desnecessários. Não quero dizer com isso que recorrer à ciência seja algo desejável a toda e qualquer área da filosofia, mas que, àqueles que se propõem a falar sobre ciência, recomendamos que se apoiem mais nela e menos em suas próprias intuições, por assim dizer.

É nesse embalo que Ladyman e Ross começam seu livro "Everything Must Go" (LADYMAN e ROSS, 2007), que já no prefácio, os autores admitem tratar-se de um livro polêmico, pois, para muitos, filosofia e ciência não se misturam e nem deveriam se misturar.

Já no prefácio desse livro eles utilizam uma expressão que valerá a pena mencionarmos aqui, pois será de grande importância para o que queremos mostrar. A expressão "styles of reasoning", em tradução livre para o português "estilos de raciocínio". Veremos a importância dessa expressão em breve, mas antes e, para isso, faremos uma distinção entre "filosofia analítica" e "filosofia continental", afim de explicitarmos por contraste, e com mais clareza o que queremos dizer quando utilizamos o termo "analítico".

2.1 Domesticação

Quando adentramos no mundo da filosofia, é de costume ouvirmos que há uma grande divisão entre "filósofos continentais" e "filósofos analíticos". Essa está longe de ser uma divisão justa e precisa, mas ao passo que conhecemos várias das vertentes filosóficas, vai ficando cada vez mais claro que há sim diferenças entre esses tipos de abordagem, ou "estilos de raciocínio", e que o "lado analítico da força" possui uma motivação matematizada em seu princípio, que busca acima de tudo a objetividade e a clareza ao descrever algum problema ou ao tratá-lo, e como afirmam Ladyman e Ross:

"Fortunately people learned to represent the world and reason mathematically, that is, in a manner that enable us to abstract away from our familiar environ-

ment, to a degree that has increased over time as mathematics has developed – and this has allowed us to achieve scientific knowledge”⁵

Contudo, que fique claro que a crítica que Ladyman e Ross fazem não é nem exatamente à filosofia continental, nem à analítica, mas sim àqueles que se propõem a levar adiante uma filosofia nos moldes analíticos (e supostamente seguindo uma metafísica naturalizada) mas que, ao não demonstrarem conhecimento científico sobre os temas que abordam, acabam por não se mostrarem fiéis aos conceitos científicos empregados em suas obras. Em outras palavras, apesar da alegada afinidade da abordagem analítica com procedimentos matematizados e métodos que fazem uso de técnicas matemáticas — em oposição aos filósofos continentais —, esses filósofos falham em se engajar precisamente com os aspectos matemáticos da ciência atual; preferem o recurso a uma intuição que se mostra constantemente enganadora.

Ladyman e Ross dão o exemplo do que chamam de “doctrine of containment”. Pensemos em um container. Agora imaginemos que dentro desse container existem objetos que mudam suas propriedades e mudam também de local ao longo do tempo. Eles se movem para lá e para cá, batendo uns nos outros, e no final das contas, eles também são containers por sua vez. E então, as propriedades e relações causais dos containers, são explicadas pelas propriedades e relações dos objetos os quais esses containers contêm. Ladyman e Ross vão dizer então que esse tipo de ideia é refletida na linguagem humana, pelo menos no que diz respeito às linguagens ocidentais.⁶ Essa seria claramente uma forma de domesticação da ciência pois é uma visão sobre o mundo que, ao invés de o descrever baseando-se em nossas melhores ciências, ainda se apoia em uma visão ultrapassada de como o mundo funciona, como os objetos em um container, enquanto que, na verdade, não é bem assim que as coisas funcionam (como veremos adiante, o mundo possui propriedades mais interessantes do que essas propostas pela “doutrina do container”) e o que faz é simplesmente forçar uma imagem mais familiar ao público, sem preocupação com adequação à uma ciência não obsoleta.

Eles empregam o termo “domesticação” para se referir àqueles que procuram tornar termos científicos mais familiares para o público em geral, buscando o puro e

⁵ “Felizmente as pessoas aprenderam a representar o mundo e o raciocínio matematicamente, isso é, de uma maneira que nos possibilitou abstrairmos de nosso ambiente familiar, a um nível que têm evoluído ao longo do tempo enquanto a matemática se desenvolve – e isso tem nos permitido alcançar conhecimento científico” (LADYMAN e ROSS, 2007, página 2, tradução nossa)

⁶ (LADYMAN e ROSS, 2007, página 3)

simples entendimento por parte do leitor. Ladyman e Ross (2007, pág.2) vão dizer que uma metafísica produzida sobre esses moldes de “domesticação” não concede nenhuma evidência de que essa metafísica seja verdadeira, significando assim que ela acaba por não explicar nada (“explicação” aqui tomada num sentido de “demonstração”). E ainda, como apontam:

“...the domesticating metaphysics finds no basis in contemporary science. Some successful science, and some reasonable metaphysics, were done in the past on the basis of it. However, the attempt to domesticate twenty-first-century science by reference to homely images of little particles that have much in common with seventeenth- and eighteenth-century mechanistic and materialist metaphysics is forlorn.”⁷(LADYMAN e ROSS, 2007, página 4)

Considerando que há essa motivação por trás da corrente analítica, consequentemente surge também uma motivação científica, uma vez que a matemática abraça quase qualquer área que se julgue científica. Essa motivação então que nos interessa aqui.

Enquanto filósofos, já que nosso objeto de estudo é o mundo e dessa maneira sobre ele nos debruçamos, devemos prezar por aquela forma de raciocínio que mais se mostrou eficiente ao longo da história, e não nos apoiarmos na intuição, por exemplo, que vemos dia a dia nos deixar na mão quando mais precisamos de algo que nos auxilie a compreender o mundo. Do mesmo modo que a “intuição” pode ser uma ferramenta que supostamente nos ajudaria a entender o mundo, também o é a ciência, e levando em conta o sucesso do último frente ao primeiro, não só ao longo da história humana, mas também ao longo de nossa história pessoal, não fica difícil decidir qual ferramenta vamos preferir.

Não obstante, a ciência apresenta um caráter progressivo no sentido de que o conhecimento gerado por ela é acumulado ao longo do tempo e a partir desse conhecimento acumulado sintetizam-se novas e aperfeiçoadas descrições do mundo físico, processo que é realizado por qualquer que seja a ciência em questão (química, biologia, física, geologia, etc...). O conhecimento que não se adéqua mais à realidade seria su-

7 “...a metafísica de domesticação não encontra nenhuma base na ciência contemporânea. Alguma ciência bem-sucedida, e alguma metafísica razoável, foram feitas no passado com base nisso. Entretanto, a tentativa de domesticar a ciência do século XXI com referência a imagens simples de pequenas partículas que possuem muito em comum com a metafísica mecânica e materialista dos séculos XVII e XVIII é miserável.”

postamente deixado de lado em detrimento de um novo, sendo este uma descrição mais precisa da realidade.

2.2 Realismo

Definir o termo “realidade” não é tarefa fácil, e nem será esse o foco aqui, no entanto, podemos esclarecer o que é ser “realista”.

O realista, de modo geral, acredita na existência de objetos externos ao sujeito que observa o mundo. Os objetos que afetam seu sentido estão “lá fora”, no mundo, e podem ser percebidos igualmente por qualquer um que os observa (se mantidas as mesmas condições), pois são objetivos. Há diversas formas de realismo, como o realismo platônico, por exemplo, que propõe a existência de “universais”, que seriam formas ideais, perfeitas, as quais são instanciadas no “nosso mundo” em formas não perfeitas, mutáveis, havendo assim “mundos” diferentes, com formas diversas de existência, entretanto, todas sendo reais. Essas “formas” seriam “abstract (that is, non-spatial, non-temporal) objects”.⁸

O realismo, ou o debate sobre a natureza da realidade, pode abranger diversas áreas do conhecimento:

“The question of the nature and plausibility of realism arises with respect to a large number of subject matters, including ethics, aesthetics, causation, modality, science, mathematics, semantics, and the everyday world of macroscopic material objects and their properties”⁹

Isso porque, obviamente, estamos falando da realidade, afinal de contas. Tudo o que há, por assim dizer, poderá ser abarcado pela busca sobre o significado de “realidade”. Como afirma Miller, são muitos também os assuntos que podem ser englobados pelo tema “realidade”, sendo um deles, e talvez o mais geral, a questão dos objetos do mundo cotidiano, os objetos macroscópicos. Um computador, um livro, um pêssego, uma bola de basquete, são todos objetos que nós alguma vez na vida (muito provavelmente) já vimos, e se não vimos, pelo menos já sentimos seu cheiro, ou já ouvimos falar.

⁸ “Objetos (isto é, não-espaciais, não-temporais) abstratos” BALAGUER, 2004, tradução nossa

⁹ “A questão sobre a natureza e plausibilidade do realismo surge a respeito de um grande número de assuntos, incluindo a ética, estética, causação, modalidade, ciência, matemática, semântica, e os objetos materiais macroscópicos do dia a dia e suas propriedades.” (MILLER, 2002, tradução nossa)

Eu, nesse momento, uso esse computador que está na minha frente para escrever esse texto. Não duvido (confesso que já duvidei) de sua existência. Pessoas ao meu redor sem dúvida alguma também podem ver esse objeto em questão. A não ser que eu esteja delirando e vendo na minha frente algum objeto que, de fato, não se encontra onde creio se encontrar, a questão da objetividade das coisas *parece* ser inquestionável, pois tudo indica que eles realmente existem.¹⁰ Os meus sentidos estão aqui para isso. Me conectam com o mundo exterior, seja através da visão, ou através dos outros sentidos. Mas há aqueles objetos aos quais não temos acesso através dos sentidos, objetos, portanto, inobserváveis, como um elétron, por exemplo. Sobre uma distinção entre objetos observáveis e objetos inobserváveis, afirma Chakravartty (2011):

“The distinction here between the observable and the unobservable reflects human sensory capabilities: the observable is that which can, under favorable conditions, be perceived using the unaided senses (for example, planets, and platypuses); the unobservable is that which cannot be detected this way (for example, proteins and protons)”¹¹

Se, aparentemente, somos realistas a respeito do mundo ao nosso redor mais precisamente por conta de nossa confiança na informação que nosso aparato sensorial nos proporciona, como então proceder em relação àqueles objetos que não temos acesso por nenhum dos sentidos, os objetos inobserváveis?

Aqui entra então o que é conhecido como “realismo científico”, que pode ser caracterizado, segundo Ladyman (2007), dessa maneira: “Scientific realism is the view that we ought to believe in the unobservable entities posited by our most successful scientific theories.”¹²

Portanto, segundo o realista científico, devemos acreditar não somente na realidade daqueles objetos observáveis, mas também na existência dos objetos não observáveis.

10 Como afirmei, isso *parece* ser algo inquestionável, uma vez que em filosofia uma afirmação sempre está aberta para debates. Não é proposto aqui um realismo acerca de outras mentes, por exemplo, a não ser que tomemos outras mentes como objetos físicos, materiais, pois nosso realismo é acerca de tudo que pode ser reduzido ao que é material, seja observável ou não observável.

11 “A distinção aqui entre o observável e o inobservável reflete as capacidades sensoriais humanas: o observável é aquele que pode, sob condições favoráveis, serem percebidos usando somente os sentidos (por exemplo, planetas e ornitorrincos); o inobservável é aquilo que não pode ser detectado dessa maneira (por exemplo, proteínas e prótons)” (CHAKRAVARTTY, 2011, tradução nossa)

12 “Realismo científico é a visão de que nós devemos acreditar nas entidades inobserváveis que são propostas por nossas teorias científicas mais bem-sucedidas” (LADYMAN, 2007, tradução nossa)

veis. O realismo científico pode ser então “typified by an epistemically positive attitude towards the outputs of scientific investigation, regarding both observable and unobservable aspects of the world.”¹³

Vale lembrar que, há uma corrente na filosofia conhecida como *antirrealismo*, onde é pregado um ceticismo a respeito de entidades inobserváveis. French, em “Ciência, Conceitos-chave em Filosofia”, salienta que o que é propriamente chamado de antirrealismo difere de “formas anteriores”, das quais ele cita o “instrumentalismo” que:

“tomava as teorias como não sendo mais do que instrumentos para a predição de fenômenos empíricos e, como tais, elas não podiam ser consideradas como verdadeiras ou ate mesmo como aproximadamente verdadeiras. Enunciados teóricos - isto é, enunciados sobre coisas inobserváveis como elétrons , genes , o ego ou o que quer que seja - nada mais são do que índices de abreviações de longas listas de enunciados de observações”¹⁴

Em contraste, uma forma de antirrealismo é o empirismo construtivo, que expressa claramente o ideal antirrealista. French caracteriza essa forma de antirrealismo da seguinte maneira:

“O empirista construtivista, por outro lado, toma a linguagem da ciência literalmente. Ele concorda que, quando os cientistas falam a respeito de entidades inobserváveis, sua fala é, de fato, sobre essas entidades e não uma mera abreviação para longas listas de enunciados de observação. E ele também concorda que as teorias são o tipo de coisa que pode ser verdadeira. Entretanto - e aqui é que esta -, o empirista construtivista adiciona o que ele considera ser uma saudável dose de ceticismo ao caso. “Como sabemos que as teorias são verdadeiras?”¹⁵

Enquanto que o realista não encara a questão dos observáveis com desconfiança, o antirrealista por sua vez toma uma atitude cética quanto a eles. Atitude cética que é bem expressa pelo chamado “argumento da meta-indução pessimista”, que apresentaremos mais adiante, detalhadamente, enquanto que podemos já adiantá-lo de modo sucinto. O argumento diz o seguinte: Analisemos a história da ciência. Quantas teorias científicas foram descartadas ao longo do tempo dando lugar a teorias melhoradas. De fato, são inúmeras. Agora, o que nos garante que nossas melhores teorias hoje, não serão descartadas amanhã?

Apesar de se tratar de um importante debate na filosofia da ciência atual, as diversas formas de oposição ao realismo, não entraremos nos detalhes deste debate (do

13 “Caracterizado por uma atitude epistêmica positiva em direção ao produto de investigações científicas, a respeito tanto dos aspectos observáveis, quanto dos aspectos inobserváveis do mundo” (CHAKRAVARTTY, 2011, tradução nossa)

14 FRENCH, 2009, página 106

15 Ibid, página 107

antirrealismo), dado que o realismo estrutural surge precisamente como uma forma de se superar este debate, retendo o que ambas as posições possuem de melhor.

2.3 Metafísica naturalizada

Se dessa maneira, portanto, encararmos o mundo, então levamos adiante uma posição metafísica “naturalizada”, que propõe a adoção da interpretação de estudos científicos para a posterior interpretação da “móbilis” do mundo. Como na última citação da seção anterior, de Ladyman, ele sugere que “devemos acreditar nas entidades inobserváveis propostas por nossas teorias científicas bem-sucedidas”. É então essa posição metafísica naturalizada que propomos aqui, levando em consideração o quanto as ciências são relevantes no auxílio da busca pela própria noção de realidade.

O “naturalismo” em filosofia, traz a noção de que a realidade pode ser resumida ao mundo natural, não havendo assim nada que transcenda esse mundo natural, ou seja, nada “sobrenatural”. Isso implicaria que tudo que há são coisas que podemos capturar por nosso aparato sensorial, ou por ferramentas construídas para facilitar o nosso acesso ao mundo natural.

Esse “naturalismo” possuiria dois componentes. Um ontológico e outro metodológico.

Seu componente ontológico diz respeito ao conteúdo da realidade, afirmando que: “Reality has no place for “supernatural” or other “spooky” kinds of entity.”¹⁶, enquanto que seu componente metodológico está preocupado com maneiras de investigar a realidade e por sua vez: “claims some kind of general authority for the scientific method.”¹⁷

Uma ontologia naturalizada trata de reduzir a realidade a entidades físicas e seus efeitos, também físicos (preservando, em alguns casos, entidades abstratas necessárias para a atividade científica e a compreensão científica do mundo). Suas entidades espacotemporais devem ser “identical to or metaphysically constituted by physical entities”¹⁸

16 “Realidade não tem lugar o ‘sobrenatural’ ou outros tipos de entidades ‘assombradas’ (PAPINEAU, 2007, tradução nossa)

17 “Reivindica algum tipo de autoridade geral para o método científico” (Id. Ibid, tradução nossa)

18 “Idêntico a, ou metafisicamente constituído de entidades físicas” (Id. Ibid, tradução nossa)

2.3.1 Troca de Teoria

Conforme as ciências naturais avançam, parece sobrar menos espaço para explicações “sobrenaturais” sobre a natureza da realidade e cada um de seus aspectos. Isso se dá pois a ciência nos oferece respostas extremamente plausíveis a respeito do mundo, e essas respostas podem ser compreendidas, pelo menos em princípio; por quem quer que seja, e de qualquer lugar do mundo.

Cabe a nós refletirmos sobre a pergunta: porque não nos apoiarmos na ciência para fazer filosofia?

Caso escolhamos então a “ferramenta científica” como meio para debruçarmos sobre o mundo, nos vemos diante de problemas muito bem conhecidos entre filósofos da ciência.

O primeiro que trataremos aqui e que está intimamente ligado ao segundo trata-se do problema da troca de teoria. Afirmamos anteriormente que a ciência é melhor instrumento que a intuição se quisermos conhecer de fato o mundo, basicamente porque ao longo da história ela se mostrou enormemente mais efetiva, mas não dissemos que ela é perfeita nem que se mantém a mesma sempre, enquanto que a intuição tem se mostrado enganosa. Ou seja, analisando a história da ciência, notamos que teorias que eram muito bem-aceitas no passado, não são mais bem-aceitas hoje, na medida em que novas descobertas vão sendo realizadas, as antigas teorias se tornam obsoletas. Um exemplo seria a astronomia aristotélica, onde por exemplo, os entes celestes, como a Lua e as estrelas, eram perfeitos, imutáveis. Sabemos há muito tempo que não é bem assim. Agora, esses mesmos objetos, dessa vez descritos pela teoria de Copérnico, séculos depois, são descritos como possuidores de movimento, se transformam, sofrem a ação do tempo. Mesmo a teoria copernicana já estaria desatualizada, tendo em vista a Teoria da Relatividade de Einstein.

French por sua vez cita alguns exemplos de teorias que foram substituídas por outras:

“Quais exemplos são tipicamente oferecidos de teorias passadas que foram bem-sucedidas em nível empírico, mas que agora concordamos que são falsas? Eis uma lista de exemplos bastante conhecidos:

- as esferas cristalinas da astronomia grega (aristotélica);
- os humores da medicina medieval;
- os eflúvios das primeiras teorias da eletricidade estática;
- a geologia catastrofista;
- o flogisto;

- o calórico;
- a força vital (fisiologia);
- o éter eletromagnético;
- o éter ótico;
- a inércia circular;
- a geração espontânea. »¹⁹

A questão é: uma vez que o realista acredita que nossas melhores teorias descrevem de modo aproximadamente correto a “móbia” do mundo, como podemos lidar com o fato de que há mudanças de teorias, onde uma teoria é tornada obsoleta por novas descrições mais “precisas” do mundo à nossa volta, que são até mesmo incompatíveis com a descrição anterior? Em outras palavras, enquanto realistas, acreditamos que as descrições que nossas melhores teorias atuais fornecem de objetos inobserváveis são aproximadamente corretas, e enquanto observamos o progresso da ciência, sabemos que essas mesmas descrições, muito provavelmente, serão descartadas com as próximas mudanças de teoria. Com isso não parece razoável acreditarmos serem essas descrições adequadas ou corretas. Se acreditarmos que nossas descrições representam de maneira precisa a “móbia do mundo”, como essas mesmas descrições podem ser descartadas assim, tão facilmente?

Esse parece um problema complicado para o realismo científico tradicional, dado que sua ontologia depende dessa conexão precisa entre descrição do mundo e o próprio mundo. Sobre essa questão, afirma Ladyman (2007):

“The argument from theory change threatens scientific realism because if what science now says is correct, then the ontologies of past scientific theories are far from accurate accounts of the furniture of the world. If that is so even though they were predictively successful, then the success of our best current theories does not mean they have got the nature of the world right either.”²⁰

Ladyman toca conseqüentemente também, nessa mesma passagem, no segundo problema que abordaremos, conhecido como “meta indução pessimista”. Ele expõe o problema da seguinte maneira:

¹⁹ FRENCH, 2007, página 97.

²⁰ “O argumento da troca de teoria ameaça o realismo científico porque se o que a ciência agora diz ser correto, então as ontologias de teorias científicas do passado estão longe de serem descrições precisas da móbia do mundo. Se assim é, mesmo que elas tenham sido preditivamente bem-sucedidas, então o sucesso de nossas teorias atuais também não significa que elas capturaram exatamente a natureza do mundo.” (LADYMAN, 2007, tradução nossa)

"Proposition p is widely believed by most contemporary experts, but p is like many other hypotheses that were widely believed by experts in the past and are disbelieved by contemporary experts, we have as much reason to expect to befall their fate as not. Therefore, we should at least suspend judgment about p if no actively disbelieve it."²¹

Ou seja, teorias científicas do passado são aparentemente descartadas quando novas, melhores e mais precisas teorias são propostas, e se tais teorias têm a pretensão de estarem descrevendo o mundo da maneira mais precisa possível e se tudo o que elas dizem é confirmado e funciona, porque são então substituídas? Sendo este também um argumento antirrealista (antirrealismo brevemente discutido na nossa seção sobre o realismo).

Assim, somos aparentemente forçados a acreditar que nossas melhores teorias atuais poderão se tornar obsoletas a qualquer momento, ou como acrescenta Worrall: "Indeed, it can be accepted that the history of science makes it very unlikely that our present theories are even "approximately true"²², e esse parece ser um problema difícil para o realismo científico dar conta.

Uma vez que o realismo científico apresenta certa dificuldade para solucionar essa questão que concerne a mudança de ontologia de uma teoria, uma outra vertente do realismo surge com uma proposta que parece ser um bom substituto para o realismo que vinha sendo utilizado. Tal realismo é conhecido como realismo estrutural.

Worrall afirma ter baseado essa forma de realismo nos argumentos de um dos maiores matemáticos do século XX, Henri Poincaré (LADYMAN, 2007), com suas motivações matemáticas a respeito de estruturas. Mas só com Worrall essa vertente foi introduzida de vez na filosofia da ciência e da física e essa proposta ganhou maior atenção. A solução para problemas como o da "meta indução pessimista" e o da "troca de teoria" que o realismo estrutural parte de uma mudança da concepção de que o que é retido quando trocamos uma teoria por outra melhorada, é o conteúdo, para a ideia de que o que é retido, na verdade, é a estrutura matemática em termos de suas equações. Podemos expressar isso através dessa passagem de Worrall dessa maneira:

21 "A proposição p é amplamente acreditada pela maioria dos especialistas contemporâneos, mas p é como muitas outras hipóteses que eram amplamente acreditadas por especialistas no passado e são desacreditadas pela maioria dos especialistas contemporâneos, nós temos tanta razão para esperar que caiam no mesmo destino quanto não esperar, logo nós deveríamos pelo menos suspender juízo sobre p , isso se não ativamente a desacreditarmos." (LADYMAN, 2007, tradução nossa)

22 "De fato pode ser aceito que a história da ciência torna ainda mais improvável que nossas teorias atuais sejam nem ao menos "aproximadamente" verdadeiras." (WORRALL, 1989, página 110, tradução nossa)

“There was no important element of continuity in the shift from Fresnel to Maxwell – and this was much more than a simple question of carrying over the successful empirical content into the new theory. At the same time, it was rather less than a carrying over of the full theoretical content or full theoretical mechanisms (even in “approximate” form) ... There was continuity or accumulation in the shift, but the continuity is one of form or structure, not of content.”²³

Notamos que Worrall utiliza os termos continuidade e acumulação, o que presuppõe que há um “progresso” científico no sentido de que o conhecimento científico é acumulado no tempo e continuado mesmo com trocas de teorias, mas, não é o conteúdo que é acumulado, e sim a “forma”, a “estrutura”, ou algumas das equações. Assim, temos um novo “approach” epistemológico (pelo menos com Worrall, e posteriormente um novo approach metafísico, com Ladyman). A metafísica que vamos propor nesse trabalho, levando em conta o que foi dito até aqui, é uma metafísica não mais pautada em “objetos”, e sim em “estruturas”.

Levaremos adiante uma metafísica naturalizada, pois, como veremos, ela é baseada também nas consequências que capturamos em uma de nossas mais avançadas ciências, a mecânica quântica (e na relatividade geral também, que abreviaremos no trabalho como TGR), e segundo Ladyman isso é o melhor a se fazer justamente porque, mesmo que a ciência seja incompleta, e nossa metafísica baseada nela seja, desse modo, incorreta, então essa mesma metafísica, sendo baseada em nossa melhor ciência no tempo t ela será então nossa melhor metafísica no tempo t . (LADYMAN, 2007).

²³ “Não havia nenhum elemento importante de continuidade na troca (de teoria) de Fresnel para Maxwell – e isso era muito mais do que uma simples questão de levar adiante o conteúdo empírico bem-sucedido para a nova teoria. Ao mesmo tempo, era ainda menos do que uma transferência do todo o conteúdo teórico ou de todos os mecanismos teóricos (mesmo que na forma “aproximada”) ... Havia continuidade ou acumulação na troca, mas a continuidade é de forma ou estrutura, não de conteúdo.” (WORRALL, 1989, página 117, tradução nossa)

3. MOTIVAÇÃO METAFÍSICA

Deixamos claro, no primeiro capítulo, que nossa intenção é fundar a metafísica em nossa melhor ciência. Mas não explicamos o que entendemos por “melhor ciência”, nem exatamente qual seria ela e porque a escolhemos entre outras ciências.

Para tal intento, devemos voltar um pouco no tempo para elucidarmos, de maneira sucinta, o que queremos dizer por “metafísica” e como e porque ela está relacionada à física.

Não é tarefa fácil definir o termo “metafísica” e sua origem é controversa. Todavia, o mais aceito é que o termo venha de uma classificação das obras de Aristóteles feita por Andrônico de Rodes pelo menos cem anos após a morte do estagirita. Andrônico deu esse nome a um conjunto de livros aristotélicos que viriam “após” os livros de Aristóteles relacionados à física, em grego: “*Ta meta ta phusika*”, que significaria “aqueles após a física”, e segundo van Inwagen, esse título poderia possuir tanto a finalidade de separá-los dos demais que, por sua vez, tratariam de questões “físicas”, questões da natureza, do mundo natural, quanto ser uma espécie de aviso para os seguidores de Aristóteles, que, quando fossem estudar sua obra, começassem pela física e só então passassem para a metafísica, propriamente dita. (Para mais sobre “Metafísica” em: van Inwagen, 2007)

O tema “metafísica” é abrangente e complexo demais para tratarmos mais extensamente dele nesse trabalho. Não obstante, nossa preocupação está em entender como a “metafísica” se relaciona com a ciência e como elas podem ser encaradas ao colocarmos uma ao lado da outra.

A metafísica é uma das disciplinas mais gerais dentro da filosofia. Podemos dizer que ela trata, de algum modo, da natureza das coisas. Assim, se traçarmos um paralelo com as ciências naturais, a disciplina científica que melhor se identifica com a metafísica é a física. A física, em termos gerais, lida com o mais amplo aspecto da realidade e sua natureza. Diferentemente da química e biologia, por exemplo, onde lidam com aspectos mais restritos.

Portanto, a mecânica quântica (e a teoria geral da relatividade), disciplinas da física, serão tidas como nossas “melhores ciências” por conta de dois motivos básicos:

1. É a física, entre as ciências, a que mais se aproxima do que entendemos por “metafísica”;
2. Dentre as teorias da física (MQ e TGR), elas são as mais avançadas que possuímos hoje, em termos de uma descrição mais precisa do mundo.

3.1 O melhor de dois mundos

“A questão central abordada neste artigo é sobre se há alguma maneira razoável de ter o melhor de dois mundos: dar ao argumento sobre as revoluções científicas todo seu peso e ainda assim adotar algum tipo de atitude realista a respeito de teorias recentemente aceitas na física e em qualquer outro lugar. Eu argumento que há tal maneira – através do realismo estrutural, uma posição adotada por Poincaré e aqui elaborada e defendida”²⁴

Worrall, teve como motivação para a introdução de “estruturas” na filosofia da ciência (dando início assim ao realismo estrutural) a solução das questões colocadas pela meta indução pessimista e pela troca de teoria.²⁵ Ele visava solucionar esses problemas sem ter que abrir mão de algum tipo de realismo e para isso buscou mudar nossa interpretação do que é que a ciência “acumula”, afinal de contas. Notamos, no realismo estrutural, um certo afastamento da ideia de que haveria um objeto (substância) subjacente à nossa interpretação do mundo, ou pelo menos a adoção de uma posição agnóstica a respeito desses objetos. Como aponta Howard Stein:

“[O]ur science comes closest to comprehending ‘the real’, not in its account of ‘substances’ and their kinds, but in its account of the ‘Forms’ which phenomena ‘imitate’ (for ‘Forms’ read ‘theoretical structures’, for ‘imitate’, ‘are represented by’)”²⁶

24 “The central question addressed in this paper is whether there is some reasonable way to have the best of both worlds: to give the argument from scientific revolutions its full weight and yet still adopt some sort of realist attitude towards presently accepted theories in physics and elsewhere. I argue that there is such a way - through structural realism, a position adopted by Poincaré, and here elaborated and defended.”(Worrall, John. 1989)

25 “... while Worrall's motivation for introducing structural realism was solely the need for a realist response to the pessimistic meta-induction” (LADYMAN, 2007)

26 “Nossa melhor ciência chega mais perto de compreender ‘o real’, não em sua descrição de ‘substância’ e seus tipos, mas em sua descrição de ‘formas’, as quais o fenômeno ‘imita’ (por ‘forma’ lê-se ‘estruturas teóricas’, por ‘imitam’, ‘são representados por’)” (STEIN, 1989)

O realismo estrutural adotado por Worrall pode ser descrito como um realismo estrutural epistemológico, onde tudo o que podemos conhecer são estruturas. Sua ideia central era a de que: “Underlying such shifts there remains a form of continuity of structure... and it is to this underlying structure that we should be committed as realists”²⁷

Portanto, somos encorajados a sermos realistas a respeito somente do que Worrall chama de “estruturas”, uma vez que são essas estruturas que são passadas de teoria para teoria, e se elas mostram continuidade, podemos assim conhecê-las. Poincaré, ainda antes da criação do realismo estrutural, vai um pouco mais além ao afirmar que nós não podemos conhecer a verdadeira natureza das coisas pois essas permanecem escondidas. Isso fica explícito em seu livro “O Valor da Ciência”, onde, após se fazer a pergunta “A ciência nos faz conhecer a verdadeira natureza das coisas?” e explicitar que com essa pergunta na verdade queremos dizer “Ela nos faz conhecer as verdadeiras relações entre as coisas?” ele responde: “... não só a ciência não pode nos fazer conhecer a natureza das coisas, como também nada é capaz de nos fazer conhecê-la, e se algum deus a conhecesse, não poderia encontrar palavras para exprimi-la.”²⁸

Aqui, podemos levantar um ponto interessante: se podemos conhecer somente as estruturas, pois a “verdadeira natureza das coisas” (FRENCH, 2010) permanece escondida, então aqui fica ao menos pressuposto que existem de fato a natureza dessas “coisas” e conseqüentemente essas “coisas” em si. Pressupomos, se seguirmos como Poincaré, a existência dessas “coisas”, sejam lá o que forem.

Podemos tomar uma atitude agnóstica a esse respeito, dizendo que podemos conhecer as estruturas teóricas, simplesmente, e se há ou não essas “coisas”, não podemos saber. Se assim fizermos, estamos no encaixe de Worrall, que, como afirma French: “...espouses a form of metaphysical agnosticism with regard to the ‘true nature of things’”²⁹

Isso nos permite dizer que Worrall se coloca em uma posição um tanto quanto mais humilde do que Poincaré a respeito do tema, posto que ele não se compromete nem com a afirmação nem com a negação da existência (ou não) de objetos além das

27 “Subjazendo essas trocas, permanece uma forma de continuidade de estrutura... e é a essa estrutura subjacente que nós deveríamos estar comprometidos enquanto realistas” (FRENCH, 2010, páginas 178-179, tradução nossa)

28 POINCARÉ, 1905, página 167.

29 “... abraça uma forma de agnosticismo metafísico a respeito da ‘verdadeira natureza das coisas’” (FRENCH, 2010, página 179, tradução nossa)

estruturas teóricas. Mas é claro que essa humildade não torna sua posição mais nem menos certa. Apenas indica que há outras maneiras de pensar a realidade.

Worrall representa a versão epistemológica do realismo estrutural (REE), que pode ser resumida na frase “Tudo que pode ser conhecido são estruturas”, mas French e Ladyman vão além ao afirmarem que tudo o que pode ser conhecido são as estruturas, justamente porque tudo o que há são estruturas (FRENCH e LADYMAN, 2003). Dessa maneira dão início ao Realismo Estrutural Ontológico (REO), que será nosso assunto central daqui para frente.

Antes, vale notar uma distinção traçada por French e Ladyman (2011) entre realismo estrutural ontológico e realismo estrutural epistemológico e que apesar dessa diferença inicial, ambas as vertentes propõem que há uma primazia ontológica de estruturas relacionais frente a objetos e suas propriedades e possuem algumas outras semelhanças, como eles expõem:

“it is worth noting that the two have much in common:

- (i) ESR and OSR both involve commitment to the claim that science is progressive and cumulative and that the growth in our structural knowledge of the world goes beyond knowledge of empirical regularities.
- (ii) ESR and OSR both depart from standard scientific realism in rejecting term by term reference of theories, and hence standard referential semantics, and any account of approximate truth based on it.
- (iii) According to both OSR and ESR, scientific theories do not give us knowledge of the intrinsic natures of unobservable individual objects.

Two versions of ESR can be contemplated. According to ESR1, there are such objects but we cannot know them, and according to ESR2, there may or may not be such objects, but we cannot know either way, and if there are such objects we cannot know them.”³⁰

30 “Vale notar que as duas têm muito em comum:

(i) Realismo Estrutural Epistemológico e o Realismo Estrutural Ontológico ambos envolvem compromisso com a afirmação de que a ciência é progressiva e acumulativa e de que nosso conhecimento estrutural sobre o mundo vai para além do conhecimento sobre regularidades empíricas. (ii) Realismo Estrutural Epistemológico e o Realismo Estrutural Ontológico ambos diferem do realismo científico padrão ao rejeitar termo por termo referências de teorias, e consequentemente a semântica referencial padrão, e qualquer explicação de verdade aproximada baseada nela. (iii) De acordo, tanto o Realismo Estrutural Ontológico quanto com o Realismo Estrutural Epistemológico, teorias científicas não nos dá conhecimento acerca das naturezas intrínsecas de objetos individuais não-observáveis.

Duas versões do Realismo Estrutural Epistemológico podem ser contempladas. De acordo com o Realismo Estrutural Epistemológico1 existem tais objetos, mas nós não podemos conhecê-los, e de acordo com o Realismo Estrutural Epistemológico2 podem haver ou podem não haver tais objetos, mas nós

Pelo que vimos, o REO (em inglês: OSR) será uma posição menos “humilde” do que o REE (em inglês: ESR), mas ainda há uma certa disputa a respeito da existência ou não de objetos e se eles são ao menos úteis para a teoria, e a primeira diferença entre essas duas abordagens do realismo estrutural é sobre suas posturas em relação ao conhecimento dessas estruturas e do que mais poderia haver.

Por mais que atualmente haja muita pesquisa sobre o assunto, mesmo que não seja um tema tão antigo na filosofia, ainda não há um consenso sobre o que seriam essas “estruturas”. O sentido que é utilizado de maneira mais recorrente é o sentido matemático de estrutura. Ou seja, estrutura (em teoria dos conjuntos), nada mais é do que uma n -úpla consistindo de um conjunto que é o domínio de objetos e um certo número de propriedades e relações (extensionais) definidas sobre esse conjunto.³¹ Uma definição formal é oferecida por Frigg e Votsis:

“A structure S consists of (a) a non-empty set U of objects, which form the domain of the structure, and (b) a non-empty indexed set R (i.e. an ordered list) of relations on U , where R can also contain one-place relations (i.e. monadic properties). ... It is often convenient to present a structure as an ordered tuple: $S = \langle U, R \rangle$ ”³²

Mas isso poderia nos levar erroneamente a pensar que se as estruturas são assim, então o mundo é puramente matemático. O que seria um engano, pois a matemática é abstrata, enquanto o mundo, não. (AINSWORTH, 2010, página 50)

3.2 Subdeterminação da metafísica pela ciência

Segundo Steven French (2010) são dois os principais motivos que implicariam diretamente o surgimento do realismo estrutural ontológico. O primeiro é aquele que já tratamos aqui, a saber, a mudança de teoria. E o segundo refere-se à questão dos objetos sem identidade em Mecânica Quântica (MQ).

não podemos saber de qualquer maneira, e se existem tais objetos nós não podemos conhecê-los.” (FRENCH e LADYMAN, 2011, tradução nossa)

³¹ Para detalhes sobre estruturas, conferir KRAUSE e ARENHART, 2016

³² “Uma estrutura S consiste de (a) um conjunto não-vazio U de objetos, que constitui o domínio da estrutura, e (b) um conjunto não-vazio indexado R (isto é, uma lista ordenada) de relações em U , onde R pode também conter relações de um lugar (isto é, propriedades monádicas) ... É em geral conveniente apresentar uma estrutura como uma n -úpla ordenada: $S = \langle U, R \rangle$.” (FRIGG e VOTSIS, 2011, página 229, tradução nossa)

Vamos retomar nessa seção a noção de realismo científico a fim de esclarecer alguns pontos.

Quando olhamos a nossa volta, nos deparamos com um vasto mundo, e nele notamos a existência de um incontável número de objetos. Dos menores, aos maiores. Alguns deles podemos ver com clareza, sem a ajuda de equipamentos, e outros nem tanto. Ou porque são pequenos demais, ou porque estão muito longe.

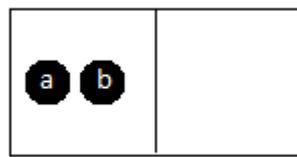
Vamos considerar que temos nesse momento dois grãos de arroz em nossas mãos. Por mais que sejam parecidos, não podemos dizer que são exatamente iguais, pois se os repararmos com mais cautela, notaremos certamente algumas diferenças, seja essa diferença relacionada ao peso de cada um, ou seja essa diferença a respeito de seus formatos, ou deformações. Quanto maior a diversidade de propriedades de um objeto, mais fácil será para nós diferenciarmos eles uns dos outros. Duas árvores da mesma espécie, por exemplo, possuem inúmeras diferenças entre si, bastando uma breve observação para que possamos nota-las. A mecânica clássica não encontra nenhum problema ao lidar com esses objetos supracitados, e nem com os objetos do cotidiano de modo geral, até mesmo porque esses objetos não nos apresentam grandes dificuldades no que diz respeito à nossa capacidade de os observar.

Cada objeto possui suas propriedades. No caso daqueles grãos de arroz que mencionamos há pouco, um, por exemplo, possui certa medida, certo peso, certa aparência, enquanto o outro possui sua própria medida, seu próprio peso, e as diferenças entre eles podem cair para muitas casas após a vírgula, em relação ao peso, mas ainda assim, haverá diferenças. Em particular, a posição espacial sempre pode ser utilizada para distinguir dois objetos, dado que na mecânica clássica dois objetos nunca podem ocupar o mesmo espaço ao mesmo tempo.

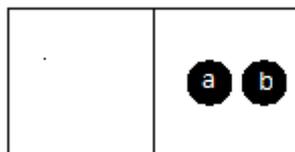
Agora, analisemos um outro cenário.

Imaginemos à nossa frente duas pequenas bolas de borracha. Ambas as bolas são, digamos, pretas e possuem quase o mesmo peso, que só notaríamos a diferença mediante a utilização de uma balança de precisão. À primeira vista, são parecidíssimas, a ponto de dizermos, sem uma maior reflexão, que elas são iguais.³³ Agora, analisemos o esquema a seguir:

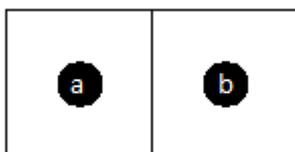
33 De fato, no nosso cotidiano, ouvimos muito a expressão “são iguais”, mas não notamos que o que querem dizer é “são tão parecidos que parecem iguais, mas não são iguais”, pois, com uma análise um pouco mais cautelosa, acabamos por notar diferenças entre quais sejam os objetos observados no cotidiano.



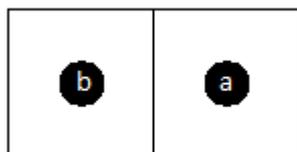
(1)



(2)



(3)



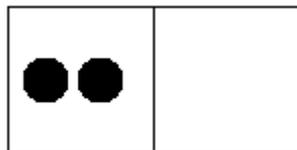
(4)

(Figura 1)

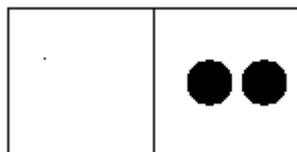
Vamos imaginar então que cada figura retangular represente uma caixa de sapato dividida ao meio, com duas seções, portanto, e cada ponto escuro represente uma bola de borracha, com as dimensões de uma bola de tênis. Podemos observar ao todo 4 situações distintas. A situação (1) representa duas bolas na primeira seção, a (2) representa duas bolas na segunda seção, na figura (3) temos uma bola em cada e finalmente, na (4), ao invertermos a posição das bolas obtemos uma situação diferente, onde cada bola se encontra na seção em que não se encontrava, anteriormente, na situação (3). Somos autorizados a dizer que temos uma quarta situação simplesmente pelo fato de que podemos procurar em cada uma das bolas algo que a diferencie da outra bola. Um pequeno buraco ali, outro aqui. O peso de uma infimamente menor do que o da outra, a cor quase imperceptivelmente mais escura do que a outra, e assim por diante. Em último caso,

caso nenhuma qualidade possa ser encontrada para diferenciar as partículas, ainda podemos apelar para a localização espaço-temporal. Na mecânica clássica vale uma forma do *Princípio da Impenetrabilidade*, segundo o qual, falando por alto, duas partículas não podem ocupar o mesmo espaço ao mesmo tempo. Com isso a localização espaço-temporal permite distinguir duas partículas.³⁴ Diferenciações que nos permitem darmos um rótulo diferente para cada uma. Isso explica uma estar rotulada com “a” enquanto a outra está rotulada com “b”.

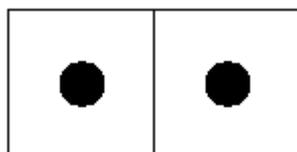
O mesmo tipo de esquema poderia ser reproduzido com outros objetos, como bolas maiores, de basquete, por exemplo, com carros que acabam de sair da fábrica (obviamente teríamos que substituir as caixas de sapato nesse caso), com grãos de arroz, e com uma vasta gama de objetos que observamos em nosso cotidiano. Agora, se deixarmos esses objetos de lado, e os trocarmos por partículas descritas pela mecânica quântica, como aquelas que podem ser classificadas como bósons, como os fótons, por exemplo, obteremos as seguintes situações (onde as esferas abaixo servem apenas como um auxílio ao raciocínio, mas não nos devem induzir a pensar que partículas são “bolinhas”):



(1)



(2)



(3)

(Figura 2)³⁵

³⁴ Para detalhes, ver FRENCH e KRAUSE, 2006, capítulo 2.

³⁵ Figura retirada de: FRENCH, Steven. (2000). “Identity and Individuality in Quantum Theory”, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2015 Edition)

Notamos que não há mais representação de uma quarta situação. Isso acontece, pois, partículas quânticas de mesmo tipo, diferentemente dos objetos do dia a dia, possuem entre si todas as mesmas propriedades, fazendo com que não possamos distingui-los uns dos outros em certas situações, daí o motivo de não os termos rotulado com um nome específico. Na figura 2, percebemos que, na representação da terceira situação, onde um bóson se encontra na seção da esquerda enquanto que o segundo bóson se encontra na seção da direita, não podemos dizer que geramos uma quarta situação pois ao permutarmos, ou seja, colocarmos o primeiro bóson no lugar do segundo, e o segundo no lugar do primeiro, não podemos dizer que produzimos uma outra situação, justamente porque permutando os dois bósons, todos os observáveis que forem medidos em um e em outro caso (antes e depois da permutação), conduzirão aos mesmos resultados. Isso se deve a hipótese do Postulado da Indistinguibilidade, ou Postulado da Simetrização: $\langle S|A|S\rangle = \langle PS|A|PS\rangle$, onde S representa um estado, A representa um observável e P representa um operador de permutação. Com isso as partículas possuem as mesmas características antes e depois de uma permutação de seus rótulos.

Ainsworth representa as quatro maneiras diferentes em que, segundo ele, podemos distribuir partículas sobre dois estados:

$$\begin{aligned} &“(Q1) |S_1 >_1 |S_1 >_2 \\ &(Q2) |S_2 >_1 |S_2 >_2 \\ &(Q3) (1/\sqrt{2}) (|S_1 >_1 |S_2 >_2 + |S_2 >_1 |S_1 >_2) \\ &(Q4) (1/\sqrt{2}) (|S_1 >_1 |S_2 >_2 - |S_2 >_1 |S_1 >_2)” \end{aligned}$$

Pouco mais adiante ele sustenta que não podemos entender essa situação como indicando que há estado quântico onde certa partícula, chamemo-la de “a”, se encontra determinadamente em um certo estado enquanto que outra partícula, “b”, se encontra determinadamente em um outro estado (AINSWORTH, 2010, pág. 53). Isso porque, como explicamos, essas partículas possuem exatamente as mesmas propriedades e desse modo elas obedecem ao que é chamado de "postulado da simetrização" (symmetrisation postulate) da Mecânica Quântica, que diz o seguinte: "...according to which permuting them does not yield a situation that is physically discernible from the unpermuted one."³⁶

36 “... de acordo com o qual permuta-los não produz uma situação que seja fisicamente discernível de uma situação não permutada.” (MULLER, 2009, página 224, tradução nossa)

Assim, o que não pode ocorrer na MQ é a seguinte situação (que ocorre no caso de objetos passíveis de ser descritos pela mecânica clássica):

$$|S1>1|S2>2 \text{ e } |S1>2|S2>1$$

Pois nesse caso as permutações seriam observáveis, tendo em vista que o produto tensorial não é comutativo. Ou seja, estaríamos descrevendo que o objeto 1 está definitivamente no estado 1 e o objeto 2 está definitivamente no estado dois na primeira situação, e quando os permutamos, cada um ocupa definitivamente o estado oposto, no qual não se encontrava na situação anterior.

3.2.1 O problema da identidade de partículas quânticas

Partículas como o elétron, aparentemente estariam assim, violando o chamado Princípio da Identidade dos Indiscerníveis (PII), que é como se segue: se x e y possuem todas as mesmas propriedades, eles são, portanto, os mesmos. Estaríamos falando de um só indivíduo ao falar de x e de y. Podemos formular esse princípio em lógica de segunda ordem também, obtendo o seguinte:

$$\forall x \forall y \forall P ((Px \rightarrow Py) \rightarrow (x=y))$$

Onde P representa qualquer propriedade.

Agora, como afirma Forrest, certo conjunto de objetos parece não gerar nenhum problema em relação às identidades desses mesmos objetos:

“the actual truth of the Principle seems unproblematic for medium-sized objects, such as rocks and trees, for they are complex enough to have distinguishing or individuating features, and hence may always be distinguished by some slight physical difference.”³⁷

Portanto, a mecânica clássica é capaz de dar conta de certas situações, mas não de outras, como notavelmente os casos de superposição de partículas e emaranhamento.

37 “a verdade do Princípio parece não ser problemática para objetos de tamanho médio, tais como pedras e árvores, por conta deles serem complexos o suficiente para possuírem características individualizantes ou que as distingam, e portanto podem ser distinguidas por alguma pequena diferença”(FORREST, 1996, tradução nossa)

Cada um dos objetos que a mecânica newtoniana lida é possuidor de identidade, de uma “essência”³⁸, uma vez que eles possuem certas propriedades que fazem com que possamos diferenciá-los uns dos outros.

Contudo, partículas subatômicas, como apresentamos, ao não apresentarem propriedades que nos possibilitem diferenciá-las, violariam o PII. Como aponta Ladyman: “Given that they may also be attributed exactly the same spatial wavefunction, as when they are both in the first orbit of an atom, for example, then such particles would seem to violate PII.”³⁹. Para alguns, isso é prova de que os objetos tratados pela mecânica quântica não possuem individualidade, sendo, portanto, “não-indivíduos”.

Essa é chamada, em inglês, de “received view” (em tradução para o português: “visão recebida”). De acordo com French (2000): “... the ‘Received View’, which was elaborated as the quantum revolution was taking place, quantum theory implies that the fundamental particles of physics cannot be regarded as individual objects in this sense.”⁴⁰

Não há consenso sobre se, de fato, os objetos com os quais a mecânica quântica lida são ou não indivíduos. No caso daqueles que pensam que esses objetos são sim indivíduos, esses objetos possuiriam um tipo de identidade que os fazem ser distinguidos de uma maneira diferente da que estamos acostumados. Voltaremos a essa questão mais adiante.

Agora, nos vemos diante de um problema. Se a mecânica quântica é compatível com duas metafísicas diferentes, por assim dizer, nos deparamos com uma subdeterminação da metafísica pela mecânica quântica. Ou seja, temos aquela metafísica onde esses objetos não possuem identidade própria, pois não possuem algo que os diferencie um do outro, e temos também uma metafísica que diz que há como distinguirmos esses objetos, fazendo com que eles possuam, de certo modo, uma individualidade.

38 “Essência” é um termo complexo de ser tratado e foi utilizado aqui por razões a serem explicitadas mais adiante. Queremos dizer com a palavra “essência” nada mais, nada menos, do que aquela propriedade ou conjunto de propriedades que sem a qual, o possuidor dessas propriedades, não poderia mais ser considerado o mesmo indivíduo.

39 “Dado que eles podem ser atribuídos também de, exatamente, a mesma função de onda espacial, como quando eles estão ambos na primeira órbita de um átomo, por exemplo, então tais partículas pareceriam violar o PII”(LADYMAN, 2007, tradução nossa)

40 “... a ‘visão recebida’, a qual foi elaborada enquanto a revolução quântica estava em curso, a teoria quântica implica que partículas fundamentais da física não podem ser consideradas como indivíduos nesse sentido”(FRENCH, 2000, tradução nossa)

“These packages support dramatically different world-views: one in which quantum objects, such as electrons, quarks and so forth, are individuals and one in which they are not. The realist must then face the question: which package corresponds to the world?”⁴¹

French faz a pergunta que parece fazer abalar o realismo científico tradicional. Qual ‘pacote’ corresponde ao mundo? Qual das duas metafísicas é a metafísica que faz referência correta ao mundo como ele de fato é? Se acrescentarmos a exigência de uma forma de naturalismo, ou seja, que a metafísica deve ser de algum modo determinada pela física, ficamos em uma situação bastante difícil.

Mostramos que há uma saída, no realismo estrutural, para problemas como o da meta-indução pessimista e o da troca de teoria. A subdeterminação não pode ser solucionada pelo realismo científico tradicional pelo simples fato de que não é levado em consideração por ele a possibilidade de não-individualidade dos supostos objetos. Ou seja, ainda tomam os objetos como possuidores de individualidade. Cabe ao realismo estrutural, desse modo, dar conta da subdeterminação.

Segundo French (2010), van Fraassen (1991) encara isso como um motivo para “dizer adeus à metafísica” e portanto, ao próprio realismo. Não obstante, Ladyman (1998) diz haver uma saída, bastando apenas reconceitualizarmos os objetos quânticos em termos estruturais. (FRENCH, 2010) Ou seja, a subdeterminação seria na verdade um grande motivo não para abandonarmos a metafísica, mas sim para adotarmos outro tipo de metafísica, uma metafísica estruturalista.

41 “Esses pacotes suportam visões de mundo dramaticamente diferentes: uma na qual objetos quânticos, tais como elétrons, quarks, assim por diante, são indivíduos e uma onde eles não são. O realista deve então enfrentar a questão: qual dos pacotes corresponde ao mundo?”(FRENCH, 2000, tradução nossa)

4. REALISMO ESTRUTURAL ONTOLÓGICO

Nosso foco, nesse capítulo, será o REO propriamente dito. Discutiremos também algumas objeções feitas a esse realismo e a uma de suas vertentes, a saber, o eliminativismo.

O realismo estrutural ontológico pode ser caracterizado por uma das lições que tiramos da física contemporânea, que é, entre outras, que a natureza do tempo, espaço, e matéria não seria compatível com nossa noção tradicional de metafísica sobre a relação ontológica entre indivíduos, propriedades intrínsecas e relações. (LADYMAN, 2007)

“Identidade” e “individualidade” seriam as principais motivações para aquilo que French e Ladyman (2011) chamam de, em tradução literal, afirmação central do realismo estrutural ontológico, que é a afirmação de que a “estrutura relacional é ontologicamente primária”. Para entendermos melhor essa proposição temos que, antes de mais nada, explicitar alguns pontos.

French e Ladyman no mesmo artigo, apontam algumas razões para que a ideia de “objetos individuais” que possuam uma espécie de natureza intrínseca seja jogada fora:

“(a) Many physicists have concluded that quantum mechanics requires it. Subsequent developments in physics have done nothing to undermine their arguments.

(b) Such objects arguably belong to the conceptions of common sense based on everyday experience of the macroscopic world that are part of our evolutionary and cultural endowment. Since the conditions under which these were selected form a parochial corner of the world revealed to us by science then we have positive reason to regard them as likely to be inadequate for fundamental metaphysics based on the physical sciences.

(c) A commitment to individual objects with intrinsic natures motivates haecceitism, namely the idea that worlds that agree about the qualitative properties of things and the relations among them may differ solely with respect to the permutation of individuals. Haecceitism is prima facie incompatible with permutation invariance in Quantum Mechanics and with diffeomorphism invariance in General Relativity”⁴²

⁴² “(a) Muitos físicos têm concluído que a mecânica quântica requer isso. Desenvolvimentos subsequentes na física não fizeram nada para debilitar os argumentos deles. (b) Tais objetos possivelmente pertencem à concepções do senso comum baseadas na experiência cotidiana do mundo macroscópico, que são parte de nossa herança evolutiva e cultural. Dado que o motivo para o qual essas condições sob as quais essas heranças foram selecionadas formam um canto raso do mundo, revelado a nós pela ciência, então temos razões concretas para considera-los como sendo inadequados para uma metafísica fundamental baseada em ciências físicas. (c) Um comprometimento com objetos individuais possuidores de naturezas intrínsecas motiva o hecceidade, a saber, a ideia de que mundos que concordam sobre propriedades qualitativas das coisas e sobre as relações entre elas podem diferir somente a respeito da permutação de indivíduos. Hecceidade é prima facie incompatível com a invariância permutativa na Mecânica Quântica

O que eles chamam aqui de “haecetism”, em português “hecceidade”, ou às vezes tratado como “estidade”, refere-se a um termo cunhado por seguidores de Duns Scotus (1266–1308) que significa simplesmente aquela ou aquelas propriedades que fazem de um objeto ele mesmo.⁴³ Em outras palavras, aquilo sem o qual uma determinada coisa deixaria de ser ela e passaria a ser outra. É quase como o que entendemos intuitivamente como “essência” de algo (termo mencionado no capítulo 3).

French e Ladyman explicam a “estidade” apelando para a modalidade, no item (c), dizendo que mundos que possuem todas as mesmas propriedades qualitativas e também todas as mesmas relações entre essas propriedades só vão diferir se houver uma permutação de indivíduos. Entretanto, como eles apontam logo adiante, não é isso que ocorre na Mecânica Quântica. O que acontece basicamente é que, ao permutarmos “indivíduos” como elétrons, por exemplo, o contexto no qual aqueles indivíduos foram permutados permanece o mesmo. Portanto, de certa forma, só podemos afirmar que estamos falando de mais de um objeto, nesse caso um elétron A e um elétron B ao fazermos uma permutação, porque o contexto no qual os dois estão postos nos permite.

Ainsworth (2010), afirma que Ladyman, seguindo a concepção original do realismo estrutural epistemológico proposta por Worrall (ver WORRALL, 1989), apresenta pela primeira vez a versão do realismo estrutural ontológico (LADYMAN, 1998), alegando que tudo o que podemos conhecer sobre o mundo é sua estrutura, pois é só isso que há. E segundo Ainsworth, Ladyman e French afirmaram posteriormente também que “structure is ontologically basic” (FRENCH e LADYMAN, 2003, página 46), ou seja, a estrutura teria primazia em relação aos indivíduos.

Ainsworth, ainda no mesmo artigo, faz uma caracterização de três principais formas que o REO pode tomar. São eles os seguintes:

REO1 (OSR1): que seria a noção de que relações são ontologicamente primitivas, mas objetos e propriedades não o são;

e com o invariância no difeomorfismo na Relatividade Geral” (FRENCH e LADYMAN, In Defence of Ontic Structural Realism (Em Alisa Bokulich e Peter Bokulich (eds.), *Scientific Structuralism*. Springer Science+Business Media. pp. 25-42 (2011) página 27, tradução nossa)

⁴³ CROSS, Richard, (2003) "Medieval Theories of Haecceity".

REO2 (OSR2): a noção de que objetos e relações são primitivos, mas propriedades não e;

REO3 (OSR3): que seria a concepção de que propriedades e relações são primitivas, mas objetos não o são.

Ainsworth (2010), afirma que as duas primeiras versões são minadas pela física contemporânea e que a terceira versão, OSR 3, é uma das posições metafísicas que são compatíveis com o que teorias como a mecânica quântica nos dizem a respeito do mundo. Veremos mais adiante o porquê dessas afirmações.

Ladyman, por exemplo, seguiria a versão 1 do realismo estrutural ontológico (REO1), pois, ao afirmar que tudo o que há são estruturas, coisas como objetos e suas propriedades teriam que ser secundários, não fosse pelo fato de que Ladyman vai além, e defende (segundo Ainsworth) que no nível fundamental da física, objetos e propriedades simplesmente não existem e não precisamos nem os mencionar ao tratarmos dessas partículas quânticas, que como vimos, apresentam características peculiares. Ladyman seria então um eliminativista a respeito de objetos, enquanto que alguns ainda defendem que podemos sim falar desses objetos, e mantê-los em nossa teoria, nem que sejam objetos tomados em uma concepção mais fina, como veremos adiante.

4.1. Eliminativismo

O que seria então um “eliminativista” em relação ao realismo estrutural ontológico?

Segundo Frigg e Votsis, Psillos (2001) teria cunhado o termo “Eliminative OSR”, e derivamos daí a versão do REO, que chamaremos de “eliminativista”⁴⁴.

Os autores, no mesmo artigo, descrevem o REO eliminativista (que chamaremos de REOe daqui para a frente) da seguinte maneira:

“EOSR holds that relations, not objects, are ontologically fundamental. This commits EOSR to the view that relations do not need relata between which they hold: relations exist, and can be ontologically fundamental, without there being relata. For this reason objects become otiose, and are eliminated from the basic ontology: ‘objects’ are only places in a relational structure (in

44

FRIGG e VOTSIS, 2011, página 262.

as far as they are something at all) and should not be taken ontologically seriously.”⁴⁵

Como afirmam, os objetos, para o eliminativista, podem ser descartados, uma vez que não são ontologicamente fundamentais, mas relações o são.

Vale notar a seguinte observação: não necessariamente, para o eliminativista, há a exigência de que as relações (das estruturas) não contenham relata (objetos que se relacionam em uma relação), mas há apenas a exigência de que os relata não sejam indivíduos (Essa tese foi defendida também por KRAUSE, 2005). Essa versão “moderada” do eliminativismo é também expressa por Frigg e Votsis: “An attenuated version of EOSR acknowledges the existence of objects, but denies that they are individuals.”⁴⁶

Mas, também segundo eles, ainda há aquela versão eliminativista onde os objetos sim deveriam ser descartados por serem apenas “ficções convenientes”(FRIGG e VOTSIS, 2011, página 262). A principal motivação para essa versão de realismo estrutural seria a subdeterminação da metafísica pela MQ. Como não é possível decidir, utilizando os recursos da MQ, se os seus objetos são indivíduos ou não indivíduos, a sugestão dos proponentes do eliminativismo é que se fique apenas com as relações. Isso resolve o problema da subdeterminação ao eliminar a fonte do problema.

Levamos a observação de que, ao menos nestas versões do realismo estrutural, não há uma exigência para a eliminação total de “objetos” e conseqüentemente de relata, pois, uma das objeções feitas ao eliminativista a respeito dos “indivíduos” em mecânica quântica, diz respeito a suposta impossibilidade de haver relações desprovidas de relata: “...relations cannot be real unless there are things that are related”⁴⁷ Em outras palavras, a objeção tradicional foca no ponto de que a definição de estrutura na teoria dos conjuntos dá uma primazia para o conjunto de objetos, à partir do qual as relações são definidas. As relações dependem dos objetos. Nesse sentido não é possível

⁴⁵ “EOSR (REO eliminativista) defende que relações, não objetos, são ontologicamente fundamentais. Isso compromete o EOSR com a visão de que relações não necessitam de relata entre os quais elas acontecem: relações existem, e podem ser ontologicamente fundamentais, sem haver relata. Por essa razão objetos se tornam supérfluos, e são eliminados da ontologia básica: ‘objetos’ são apenas lugares em uma estrutural relacional (na medida em que são de fato alguma coisa) e não deveriam ser encarados de maneira ontologicamente séria” (FRIGG e VOTSIS, 2011, página 262, tradução nossa)

⁴⁶ “Uma versão moderada do EOSR reconhece a existência de objetos, mas nega que eles são indivíduos” (FRIGG e VOTSIS, 2011, página 262, tradução nossa)

⁴⁷ “... relações não podem ser reais a não ser que que hajam coisas que são relacionadas” (FRIGG e VOTSIS, 2011, página 262)

haver, literalmente, relações sem os relata (ver novamente a definição de estrutura em KRAUSE e ARENHART, 2016).

Podemos defender a posição de que ainda teríamos relata nessas relações pertencentes às estruturas, mas onde os relata não seriam exatamente indivíduos (LADYMAN, 2007).

Afirmaremos aqui que há maneiras de defender o eliminativismo contra a objeção de não se poder haver relações sem relata. Ladyman aponta duas maneiras onde esse tipo de relação pode fazer sentido.

A primeira tem a ver com a ideia de “universal”. Diz Ladyman:

“For example, when we refer to the relation referred to by ‘larger than’, it is because we have an interest in its formal properties that are independent of the contingencies of its instantiation. To say that all that there is are relations and no relata, is perhaps to follow Plato and say that the world of appearances is not properly thought of as part of the content of knowledge.”⁴⁸

A aproximação entre a noção platônica de “universal” e o eliminativismo se dá precisamente porque, como diz Ladyman, a individualidade, ou, as características que venhamos atribuir a um objeto, só podem ser dadas de maneira secundária quanto as relações, que são por sua vez postas de maneira primária, pois não são contingentes. As relações seriam análogas às formas platônicas, portanto, enquanto que os objetos, suas propriedades, e sua individualidade, fariam parte do “mundo das aparências”. As relações, estruturas, teriam nesse sentido primazia ontológica frente a objetos e relações e essa seria uma saída para o eliminativista.

Uma segunda maneira do eliminativista escapar da objeção é dizendo que “it’s relations all the way down” (STACHEL, 2006, mas ele nega essa noção). Ou seja, os próprios relata seriam estruturas relacionais também, levando à frente a ideia central da versão ontológica do realismo estrutural: tudo que há são estruturas.

Um modo de se mostrar como não são os objetos que possuem primazia perante às relações é fazer o que sugere French (2012, página 23), ou seja, o que ele chama de “manobra de Poincaré” (Poincaré manoeuvre). O primeiro passo dessa manobra é, segundo French, começar pressupondo que as teorias são comprometidas com objetos (we

⁴⁸ “Por exemplo, quando nós nos referimos à relação referida por “maior que”, é porque nós temos um interesse nas propriedades formais (dessa relação) que são independentes das contingências de sua instanciação. Dizer que tudo que há são estruturas e não relata, é talvez seguir Platão e dizer que o mundo das aparências não é apropriadamente tido como parte do conteúdo do conhecimento.” (LADYMAN, James. 2007, tradução nossa)

begin with the standard presumption that theories are committed to objects) e então nós reconceitualizamos esses objetos em termos estruturais, e num caso mais radical (veremos mais sobre isso logo adiante), eliminarmos de vez esses objetos (we then reconceptualise and, on the more 'radical' form of OSR eliminate, those objects in structural terms). Desse modo, esses objetos seriam meros aparatos heurísticos, segundo French (2012, página 23). Agora o que se segue é que quando empregamos uma representação conjuntista nesse caso, que incluem os supostos objetos e alguma relação, essa representação deva agora ser lida da direita para a esquerda, prezando a primazia das relações. Não se lê nesse caso primeiro o domínio e depois as relações. Sim o contrário, da direita para a esquerda.

5. OUTRAS VERSÕES DO REALISMO ESTRUTURAL ONTOLÓGICO

Vimos no capítulo anterior a versão eliminativista do REO, e a principal objeção a essa versão. Vamos, no capítulo presente, expor algumas outras versões do REO.

A versão eliminativista do REO pode ser englobada pelo que Frigg e Votsis (2011) chamam de ROSR (Radical OSR, ou REOr, como adotaremos daqui para frente). O REOr alega que de fato, tudo o que há e pode haver são estruturas. O mundo é uma grande estrutura.⁴⁹ Contudo, essa não é uma versão que deva ser confundida com o próprio REO, pois ela vai contra o que definimos anteriormente como uma estrutura, onde estruturas são constituídas de objetos e relações que seriam, por sua vez, definidas por n-uplas ordenadas desses mesmos objetos postigos, e desse modo não parece fazer sentido dizer que o até o mundo físico seria literalmente uma “grande estrutura”.⁵⁰

Uma saída para o defensor do REOr seria simplesmente substituir “identidade” por “superveniência”, onde o mundo físico sobreviria em uma estrutura do mesmo modo que uma determinada mente sobrevém em um certo cérebro.

Entretanto, como afirmam Frigg e Votsis, estruturas e propriedades estruturais são abstratas em relação a propriedades físicas e relações, desse modo, as propriedades físicas não são nem idênticas nem supervenientes a propriedades estruturais. Sendo assim, REOr não parece valer a pena ser continuado.⁵¹

A diferença essencial entre o REOe e o REOr está na forma como essas versões tratam as relações. Enquanto que o REO radical trata apenas de relações extensionais, as mesmas da lógica matemática, o eliminativista permite falar em relações intensionais, como, por exemplo, “ser maior que”, desviando assim das críticas dirigidas ao REOr por não abarcarem efetivamente o mundo físico em sua “grande estrutura”, uma vez que o eliminativista descreve um “physical content” de uma estrutura fundamental, ao contrário do REOr.

Uma outra versão, conhecida como Realismo Estrutural Ontológico moderado (REOm), é defendida por Esfeld (2004), onde os objetos são indivíduos, mas eles não possuem propriedades intrínsecas. Objetos são como substratos, ou seja, como colocam

⁴⁹ “The world is one large structure” (FRIGG e VOTSIS, 2011, página 261, tradução nossa)

⁵⁰ Id. Ibid

⁵¹ “For this reason ROSR seems to be a non-starter.” (Id. Ibid)

Frigg e Votsis, particulares desprovidos de características cuja única função é instanciar as relações de uma estrutura.⁵² Essa versão difere do eliminativismo pois não necessita que entidades como “objetos” sejam jogados fora.

“The argument of this paper accepts that relations require things that stand in the relations (although these things do not have to be individuals, and they need not have intrinsic properties) and regards physical theories as referring to things.”⁵³

A dificuldade surge aqui uma vez que parece ser difícil para o defensor dessa posição explicar a individualidade desses objetos, uma vez que não possuem propriedades intrínsecas. Uma saída seria apostar em “estidades primitivas” ou na mencionada “haeccidade”, mas isso seria um retrocesso aos problemas iniciais e uma reaproximação de uma ontologia não estruturalista. A saída utilizada por Esfeld e Lam (2008) é defender que as relações são suficientes para formular condições de identidade.⁵⁴

De maneira oposta ao REOm, o Realismo Estrutural Ontológico intermediário (REOi) propõe que os objetos não são indivíduos, assim como na versão moderada, mas esses objetos possuem propriedades intrínsecas. Essa posição é defendida por Lyre (2011), que também a chama de “more moderate non-eliminative version” (LYRE, 2011, Página 7). Essa versão sustenta que, segundo Frigg e Votsis: “According to Lyre, we can identify these properties by looking for what remains invariant under symmetry transformations.”⁵⁵

E para decidirmos quais são essas invariáveis estruturais o seguinte deve ser feito:

“Which particular structural invariants we are dealing with – whether it is electrical current or currents of certain fluids – must be decided by

⁵² “On this view objects are like Lockean substances: they are featureless substrata whose only function is to instantiate relations of a structure.” (FRIGG e VOTSIS, 2011, página 264) Para mais informações sobre substrato, ver FRENCH e KRAUSE, 2006, capítulo 1.

⁵³ “O argumento desse artigo aceita que relações exijam coisas que suportem as relações (embora essas coisas não tenham que ser indivíduos, e não necessitem ter propriedades intrínsecas) e considere teorias físicas como referindo à coisas”(ESFELD, 2004, página 11, tradução nossa)

⁵⁴ “Esfeld and Lam (2008, 32–34) assert that relations are sufficient to formulate identity conditions, but do not provide an explicit formulation of such conditions.”

⁵⁵ “De acordo com Lyre, nós podemos identificar essas propriedades ao procurar pelo que permanece invariante sob transformações de simetria” (FRIGG e VOTSIS, 2011, página 264, tradução nossa)

connecting the structural invariants with observational phenomena and cannot be decided from the pure structural theory content alone”⁵⁶

Desse modo, as propriedades desses objetos não são dadas pelas relações nas quais eles se dão. São dadas por eles mesmos, uma vez que possuem propriedades intrínsecas que são invariáveis.

O último modo do REO que descreveremos aqui tem a ver com um conceito conhecido como “discernibilidade fraca” (do inglês “weak discernibility”).

Já apontamos como a noção de “identidade” fica fragilizada pela Mecânica Quântica. Mas essa mesma noção também pode sofrer ataques pela via dos objetos do cotidiano, como no exemplo das esferas de Max Black:

“Isn't it logically possible that the universe should have contained nothing but two exactly similar spheres? We might suppose that each was made of chemically pure iron, had a diameter of one mile, that they had the same temperature, colour, and so on, and that nothing else existed. Then every quality and relational characteristic of the one would also be a property of the other.”⁵⁷

Como aponta Black nesse seu famoso exemplo, podemos imaginar uma situação logicamente possível, onde temos um universo contendo somente duas esferas com exatamente as mesmas propriedades e nada mais. Nesse exemplo, é violado o Princípio de Identidade dos Indiscerníveis, assim como esse princípio é violado na MQ,⁵⁸ mas em ambos os casos, como vimos, ainda assim podemos manter uma noção de “objetos” ou de “indivíduos”, como enfatizam Dieks e Versteegh:

“So these cases appear to demonstrate that both in ordinary life and in physics we employ concepts of object and individuality that

⁵⁶ “Quais particulares invariáveis estruturais nós estamos lidando – seja corrente elétrica ou corrente de certos fluidos – deve ser decidido por conectar as invariáveis estruturais com o fenômeno observável, e não pode ser decidido somente pelo puro conteúdo estrutural da teoria” (LYRE, 2011, página 9, tradução nossa)

⁵⁷ “Não é logicamente possível que um universo tivesse contido nada além de duas esferas exatamente similares? Nós podemos supor que cada uma fosse feita de ferro puro, tivessem o diâmetro de uma milha, tivessem a mesma temperatura, cor, e assim por diante, e que nada mais existisse. Então toda qualidade e característica relacional de uma fosse também uma propriedade da outra” (BLACK, 1952, página 156, tradução nossa)

⁵⁸ A afirmação de que o PII falha na MQ tem sido disputada de diversos modos. Para mais informações e referências, ver FRENCH, 2015.

are independent of the presence of distinguishing qualitative differences—in violation of PII.”⁵⁹

Fica evidente que essas situações não são apenas logicamente possíveis, mas também, fisicamente possíveis, como é o caso dos elétrons, por exemplo. Para mostrar como isso é possível, vamos utilizar a irreflexividade, pois nesses casos, relações irreflexivas parecem ser instanciadas. Uma relação irreflexiva é aquela onde um indivíduo não pode se relacionar consigo mesmo⁶⁰, e como há uma relação, essa relação teria que ser desse indivíduo com um outro, distinto, garantindo assim a existência de pelo menos dois indivíduos nessa relação.

Desse modo, o PII não é violado, uma vez que: “if an entity stands in a relation that it cannot have to itself, there must be at least two entities.”⁶¹ Apenas violaríamos o PII caso: “for when we can have composite physical systems consisting of indiscernible particles, PII is refuted because PII precisely forbids the existence of such indiscernible objects.”⁶² mas quando tomamos essas entidades como fracamente discerníveis, a violação não ocorre de fato.

Mostramos dessa maneira que esses objetos são na verdade, discerníveis, mas há pelo menos três graus de discernibilidade, a saber, uma *absoluta* (absolute), uma *relativa* (relative) e outra *fraca* (weak). Podemos as descrever do seguinte modo:

I. Discernibilidade absoluta:

Dada uma propriedade P, e dois objetos, *a* e *b*, só um dos objetos na relação possui tal propriedade P, enquanto que o outro objeto dessa mesma relação não possui.

II. Discernibilidade relativa:

⁵⁹ “Então esses casos parecem demonstrar que tanto na vida cotidiana quanto na física nós empregamos conceitos de objeto e de individualidade que são independentes da presença de diferenças qualitativas distintas – violando o PII.” (DIEKS e VERSTEEGH, 2008, página 3, tradução nossa)

⁶⁰ “... Relations entities cannot bear to themselves.” (DIEKS e VERSTEEGH, 2008, página 3.)

⁶¹ “Se uma entidade se encontra em uma relação em que ela não pode ter com ela mesma, deve haver pelo menos duas entidades” (Id. Ibid, tradução nossa)

⁶² “Quando nós podemos ter sistemas físicos compostos consistindo de partículas indiscerníveis, PII é refutado porque o PII precisamente proíbe a existência de tais objetos indiscerníveis.” (MULLER, 2009, página 224)

Dada uma relação R , ou é o caso que Rab ou é o caso que Rba , mas não acontece que ambos.

III. Discernibilidade fraca:

Dados os objetos a e b , e uma relação R , é o caso tanto que Rab quanto que Rba , e essa relação é irreflexiva, garantindo desse modo que a não pode ser o mesmo que b e também simétrica. (Ver mais em ARENHART, 2017, página 111)

Partículas quânticas não se encaixam nem em (I) nem em (II), mas são descritas corretamente pelo item (III), uma vez que, apesar de apresentarem as mesmas propriedades, são seguramente objetos distintos, dado que a relação irreflexiva que esses objetos mantêm nos garante isso. “Quantum particles of the same kind, it is said, are weakly discernible.”⁶³

Sendo assim, conseguimos driblar o problema metafísico que poderia ser gerado ao se violar o Princípio de Identidade dos Indiscerníveis, e mantemos uma metafísica coesa baseada na mecânica quântica. Deve ficar claro aqui, que apesar de haver uma versão fraca do PII que pode ser derivada da MQ, ainda há alguma controvérsia acerca do seu status. De fato, a derivação das relações de discernibilidade fraca se dão no contexto de uma teoria de conjuntos clássica, onde em princípio, todos os objetos podem ser discernidos absolutamente pelos seus conjuntos unitários. Ou seja, se A e B são dois objetos no universo conjuntista, se forem diferentes podemos discerni-los absolutamente pelo fato de que A pertence ao conjunto $\{A\}$, enquanto que B não pertence a esse conjunto. Essa forma de discernibilidade não é autorizada pela física, mas sim pela teoria dos conjuntos subjacente. Permanece a questão de saber até que ponto formas não físicas de discernibilidade são autorizadas no tratamento de objetos físicos. Essa é uma discussão na qual não podemos nos aprofundar no momento, mas o leitor pode consultar, para visões opostas sobre o assunto, MULLER e SAUNDERS, 2008, e FRENCH e KRAUSE 2006, capítulo 4.

⁶³ “Partículas quânticas do mesmo tipo, é dito, são fracamente discerníveis.” (ARENHART, 2016, página 111)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscou-se, ao longo do presente trabalho, elucidar questões sobre essa corrente filosófica que vem ganhando espaço ao longo dos últimos anos, na medida em que mais e mais pesquisadores se embrenham por essa área. Essas pesquisas são produzidas, em maioria esmagadora, através da língua inglesa. Muitas pessoas que se interessariam pelo tema, acabam esbarrando nessa dificuldade, por não dominarem muito bem essa língua, fazendo-se necessário, talvez, um trabalho maior de tradução dessas pesquisas para a língua portuguesa.

Tratamos de traçar um esboço sobre os diversos aspectos que essa “nova” vertente do realismo apresenta, de modo a aclarar algumas questões que, ao lançar ao leitor o termo “mecânica quântica”, fazem com que eles se sintam amedrontados por não terem o domínio apropriado na área da física, ou da matemática, como é o caso de muitos graduandos em Filosofia.

Assim, como fizemos notar, o método foi nos apoiar numa escrita com viés filosófico que perpassasse os detalhes físicos e matemáticos da teoria quântica.

O trabalho produzido aqui foi o de fazer um levantamento sobre o Realismo Estrutural, de modo geral, examinando seus pontos mais importantes, e buscando uma conclusão filosófica a partir disso.

7. REFERÊNCIAS

AINSWORTH, Peter Mark. (2010). **What is ontic structural realism?** *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41, 50–57.

ARENHART, Jonas Rafael Becker. (2017) **Does weak discernibility determine metaphysics?** *THEORIA* 32/1 (2017): 109-125.

BALAGUER, Mark. (2004) **Platonism in Metaphysics**, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/platonism/>>. Acessado em 20/04/2017.

BLACK, Max. (1952), **The Identity of Indiscernibles**. *Mind* 61, 153-164.

BRADING, Katherine e SKILES, Alexander. (2011) **Underdetermination as a Path to Structural Realism**. “Structural Realism”, Editors: Elain Landry e Dean Rickles. 99-115.

CHAKRAVARTTY, Anjan. (2011) **Scientific Realism**. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <<https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/scientific-realism/>>. Acessado em 20/04/2017

COPI, Irving. (1978) **Introdução à Lógica**. Editora Mestre Jou, São Paulo.

CROSS, Richard. (2003) **Medieval Theories of Haecceity**. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2014 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2014/entries/medieval-haecceity/>>. Acessado em 23/05/2017

DIEKS, Dennis e VERSTEEGH, Marijn. (2008) **Identical Quantum Particles and Weak Discernibility**. *Foundations of Physics* 38 (10):923-934

ESFELD, Michael. (2004). **Quantum entanglement and a metaphysics of relations**. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 35, 601–617

FORREST, Peter. (1996) **The Identity of Indiscernibles**. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/identity-indiscernible/>>. Acessado em 16/05/2017

FRENCH, Steven. (2000). **Identity and Individuality in Quantum Theory**. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2015 Edition), Edward N. Zalta (ed.). URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2015/entries/qt-idind/>>. Visitado em 15/05/2017

FRENCH, Steven e LADYMAN, James. (2003). **Remodeling structural realism: Quantum physics and the metaphysics of structure**. *Synthese*, 136, 31-56

_____. **In Defence of Ontic Structural Realism**. Em Alisa Bokulich e Peter Bokulich (eds.), *Scientific Structuralism*. Springer Science+Business Media. pp. 25-42 (2011)

FRENCH, Steven. (2007) **Ciência: conceitos-chave em filosofia**. The continuum International Publishing Group, London, United Kingdom.

_____. (2010). **The interdependence of structure, objects and dependence**. *Synthese* 175:89—109. *Knowledge, Rationality & Action* 177—197.

FRENCH, Steven, e KRAUSE, Décio. (2006) **Identity in Physics. A historical, philosophical, and formal analysis**. Oxford: Oxford University Press.

FRIGG, Roman e VOTSIS, Ioannis. (2011). **Everything you always wanted to know about structural realism but were afraid to ask**. *European Journal for Philosophy of Science*. Springer 1:227–276. *General Philosophy of Science*.

KRAUSE, Décio. (2005) **Structures for Sctructural Realism**. *Logic Journal of the IGPL*. 13(1), 113-126.

KRAUSE, Décio, e ARENHART, Jonas Rafael Becker. (2016) **The Logical Foundations of Scientific Theories. Languages, Structures and Models**. Routledge, New York and London.

LADYMAN, James. (1998). **What is structural realism?** *Studies in History and Philosophy of Science*, 29, 409–424.

_____. (2007) **Structural Realism**. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition), <<https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/structural-realism/>>. Acessado em 20/04/2017

LADYMAN, James e ROSS, Don. (2007) **Everything Must Go: Metaphysics Naturalized**. Oxford University Press

MILLER, Alexander. (2002) **Realism**. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. URL = <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/realism/>. Acessado em 20/04/2017.

MULLER, F. A. (2011) **Withering Away, Weakly**. *Synthese*, 180:223–233.

MULLER, F. A. e SAUNDERS, Simon. (2008) **Discerning Fermions**. *The British Journal for the Philosophy of Science*, Volume 59, Issue 3, 1 September 2008, Pages 499–548.

PAPINEAU, David. (2007) **Naturalism**. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/naturalism/>>.

POINCARÉ, Henri. (1905) **O Valor da Ciência**. Contraponto, 1995.

Portal ELAT, **INPE** <www.inpe.br/webelat/homepage/menu/el.atm/mitos.php>
Visitado em 03/05/2017.

PSILLOS, Stathis. (2001). **Is structural realism possible?** *Philosophy of Science*, 68(Supplement), S13–S24

STACHEL, John. (2006). **Structure, individuality and quantum gravity.** in D. Rickles, S. French and J. Saatsi (2006), 53–82.

STEIN, Howard. (1989). “**Yes, but... Some skeptical remarks on realism and antirealism**” *Dialectica*, 43: 47–65.

VAN INVAGEN, Peter and Sullivan, Meghan. (2007) **Metaphysics.** *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/metaphysics/>>.

WORRALL, John. (1989). **Structural realism: The best of both worlds?** *Dialectica*, 43: 99–124. Reprinted in D. Papineau (ed.), *The Philosophy of Science*, Oxford: Oxford University Press, pp. 139–165.