



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

MATHEUS DOS SANTOS

**ESPAÇO-TEMPO E METAFÍSICA:
FUNDAÇÃO E FUNDAMENTALIDADE**

Maringá, PR
2024

MATHEUS DOS SANTOS

**ESPAÇO-TEMPO E RELAÇÕES METAFÍSICAS:
FUNDAÇÃO E FUNDAMENTALIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Estadual de Maringá para a obtenção do grau de *Mestre em Filosofia* sob a orientação do Professor Doutor Evandro Luís Gomes.

Este exemplar corresponde à versão preliminar da dissertação defendida por Matheus dos Santos, perante Comissão Examinadora, em sessão de defesa pública em 24/10/2024.

Maringá, PR
2024

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.

© MATHEUS DOS SANTOS

Contate o autor:

matheusdossantos@outlook.com

Departamento de Filosofia
Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790 – Jd. Universitário
87020-900 – Maringá, PR – BRASIL

FICHA CATALOGRÁFICA
ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – BCE-UEM

dos Santos, Matheus
Espaço-tempo e metafísica: fundação e fundamentalidade. /
Matheus dos Santos.
– Maringá, PR: 2024. 125p.

Orientador: Evandro Luís Gomes
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Maringá,
Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Programa de
Pós-Graduação em Filosofia.

1. Metafísica 2. Espaço-tempo 3. Fundação 4. Metametáfísica
5. Dependência Ontológica. I. dos Santos, Matheus. II. Uni-
versidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas,
Letras e Artes. III. Programa de Pós-Graduação em Filosofia.
IV. Título.

CDD ... - ...

Folha de Resultado

Matheus dos Santos

ESPAÇO-TEMPO E RELAÇÕES METAFÍSICAS:
FUNDAÇÃO E FUNDAMENTALIDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Estadual de Maringá, para a obtenção do grau de *Mestre em Filosofia*.

A COMISSÃO JULGADORA DOS TRABALHOS DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO,
EM SESSÃO PÚBLICA, REALIZADA EM 24 DE OUTUBRO DE 2024,
CONSIDEROU O CANDIDATO MATHEUS DOS SANTOS.

COMISSÃO JULGADORA

PROFESSOR DOUTOR EVANDRO LUÍS GOMES (ORIENTADOR) _____

Universidade Estadual de Maringá, PR

PROFESSOR DOUTOR DÉCIO KRAUSE _____

Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ

PROFESSOR DOUTOR ITALO LINS LEMOS _____

Universidade de Federal do Cariri, CE

SUPLENTE

PROFESSOR DOUTOR MATEUS RICARDO FERNANDES FERREIRA _____

Universidade Estadual de Maringá, PR

Dedico este trabalho...

... ao professor Newton da Costa e toda a influência de seu trabalho na minha vida intelectual;

... aos meus professores e mestres até aqui;

... a todos que acreditaram e me apoiaram até aqui;

... a todos aqueles que se dedicam à filosofia, ciência e aos saberes.

Agradecimentos

Devo muito do que sou aos meus professores. A educação nos permite ver que podemos ser mais do que nós planejamos para nós mesmos desde crianças.

Ao longo da vida tive professores que mudaram minha trajetória completamente, não só porque me ensinaram coisas, mas porque despertaram em mim a paixão por todos os tipos de saberes mais a inquietude de aprender sempre. Por conta disso, dessa dívida que sinto por todos os professores que me ensinaram e me inspiraram, deixo a eles meus mais ternos agradecimentos.

Não posso deixar de agradecer aos meus pais que, sendo família, não mediram esforços para que houvesse a possibilidade material dos meus estudos até aqui, dando-me um apoio moral imprescindível.

Agradeço imensamente ao professor Evandro, primeiro por ele estar contemplado no conjunto de professores que cito no início, mas principalmente por ter aceitado me orientar neste trabalho. Trabalhar com o professor Evandro sempre é inspirador e construtivo. Estudar com ele faz com que sejamos melhores pesquisadores e melhores pessoas ao estar em contato com seu amor pela lógica e filosofia, seu primoroso trabalho de autor de importantes obras e principalmente pela sua gentileza. Podemos ver na prática a diferença que a admiração e carinho faz na atividade docente, pois ser orientando do professor Evandro me ensinou a ser um professor melhor e mais compreensivo.

Não posso deixar de ser infinitamente grato aos meus semelhantes, estudantes do Programa de Pós-graduação em Filosofia da UEM e de graduação do Departamento de Filosofia da UEM, pessoas com quem compartilhei parte dos meus dias e esforços.

Dentre os amigos e colegas de UEM destaco em especial João Muriel e Fáblio, que além de acompanharem de perto o desenvolvimento das minhas ideias e estudos, ainda me ajudaram muito com nossos encontros de leitura de textos de temas em comum. O grupo de estudos dos professores Mateus Ferreira e Evandro Gomes foram de grande importância para o sentimento de pertencimento ao espaço acadêmico durante os períodos de escrita.

Guardo grande gratidão pelas pessoas que compartilhei a vida durante o

período da escrita. À querida Bianca e aos meus queridos amigos do evangelho (assim chamamos pois em conjunto somos Matheus, Marcos, Lucas e João, além do 'Augustinho' e 'Magu'), meu muito obrigado.

Por último, mas não menos importante, encerro agradecendo o apoio financeiro da CAPES durante metade de minha permanência no Programa de Pós Graduação em Filosofia da Universidade Estadual de Maringá.

Maringá, PR, 17 de março de 2025.

Matheus dos Santos

Vê como nasce para ti o tempo, e verás como nasce tudo.

— FICHTE,
Wissenschaftslehre, §16.

Scientists want to know not just that atoms, electrons and protons exist; they also want to know how these three things are related. Those working in metaphysics also suppose that one of the key questions to be addressed is how the things that exist in our world are related to one another.

— MILLER,
how do we do metaphysics?

So while metaphysicians are interested in some questions that scientists are not, this does not mean that they do not take science seriously, or that science has no implications for metaphysics; quite the contrary. One important role of metaphysics lies in trying to bring together, on the one hand, the outputs of science, and on the other hand, our first-person experience of the world, to create a consistent picture.

— MILLER,
how do we do metaphysics?

Vê como nasce para ti o tempo, e verás como nasce tudo.

— FICHTE,
Wissenschaftslehre, §16.

Os cientistas não querem apenas saber se existem átomos, elétrons e prótons; eles querem saber também como essas três coisas estão relacionadas. Aqueles que trabalham com metafísica também supõem que uma das principais questões a serem tratadas é como as coisas que existem em nosso mundo estão relacionadas umas com as outras.¹

— MILLER,
how do we do metaphysics?

Portanto, embora os metafísicos estejam interessados em algumas questões que os cientistas não estão, isso não significa que eles não levem a ciência a sério ou que a ciência não tenha implicações para a metafísica; muito pelo contrário. Uma tarefa importante da metafísica é tentar reunir, de um lado, os resultados da ciência e, de outro, nossa experiência do mundo em primeira pessoa, para criar um quadro consistente.²

— MILLER,
how do we do metaphysics?

⁰Fichte* *Wissenschaftslehre 1798 nova methodo*, *Nachgelassene Schriften*, v. II, ed. H. Jacob, Juenker und Duennhaupt Verlag, Berlin, 1937. parágrafo 16, p. 536.

¹Tradução nossa, *vide* MILLER, K. 2016, p. 211.

²Tradução nossa, *vide* MILLER, K. 2016, p. 212.

Resumo

dos Santos, Matheus. *Espaço-tempo e metafísica: fundação e fundamentalidade*. (Outubro, 2024). 113p. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

Este trabalho tem como objetivo principal dissertar acerca de como relações metafísicas específicas podem explicar o modo como o espaço-tempo e as coisas espaço temporais se relacionam. Trataremos como o espaço-tempo, de acordo com as noções que se tem dele a partir do desenvolvimento das teorias da relatividade restrita e geral, pode ser visto como um ente mais fundamental que corpos físicos fundando-os tanto ontologicamente quanto explicativamente. Para realização dessa tarefa expositiva, será apresentada a noção de espaço-tempo no contexto da teoria da relatividade, tendo em vista alguns aspectos da filosofia natural da Modernidade, da filosofia da ciência e filosofia da física. Posteriormente, é tratada a noção de metafísica em si, evidenciando a disputa que se tem pela sua definição e quais devem ser suas principais tarefas e métodos. Ao fim, são tratadas as definições das relações metafísicas de fundação e dependência ontológica, a tese da substancialidade do espaço-tempo, concluindo com a apresentação da ideia de que o espaço tempo ocupa a posição mais fundamental e primeira na hierarquia de mundo de modo que todo o resto do mundo físico é fundado/dependente em sua existência e natureza.

Palavras-chave: Metafísica; Espaço-tempo; Fundação; Dependência Ontológica; *Grounding*.

Abstract

dos Santos, Matheus. *Espaço-tempo e metafísica: fundação e fundamentalidade*. (October, 2024). 113p. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

This work has as its main subject to expose how specific metaphysical relations can explain the way spacetime and the spatiotemporal things relates one to another. We're going to discuss how spacetime, according with the notions the we have of it since the development of the special and general theory of relativity, can be regarded as more fundamental entity than physical bodies grounding them both in their existence and nature. In order to achieve this exposition task the notion of spacetime will be presented by the context of the theory of relativity, taking in to account some aspects of the natural philosophy of the modernity, philosophy of science and philosophy of physics. Then, the notion of metaphysics itself is going to be introduced considering the debate over its definition together with what it would be its best tasks and methods. Lastly we are going to reach the grounding and ontological dependence relations, the thesis of substantiality of spacetime and conclude introducing the idea that spacetime holds the most fundamental and bottom position in the world's hierarchy, hence that all the rest of the physical world is grounded/dependent for its existence and nature.

Keywords: Metaphysics; Spacetime; Foundation; Ontological Dependence; *Grounding*.

Sumário

Introdução	3
1 Sobre o espaço-tempo e a teoria da relatividade	11
1.1 Espaço, tempo e metafísica	11
1.2 Espaço e tempo e sua geometria na Modernidade	15
1.3 Origem da noção de espaço-tempo no contexto das Teorias da Relatividade	20
2 Metafísica: Do que se trata?	33
2.1 O que é metafísica pelo prisma da discussão metametafísica	33
2.2 Aristóteles e a metafísica como ciência do ser enquanto ser	38
2.3 Ontologia <i>flat</i> e ordenada: métodos quineano e neo-aristotélico	42
3 Espaço-tempo e metafísica: fundação e dependência ontológica	45
3.1 Relações metafísicas	45
3.2 Dependência ontológica e fundação metafísica	46
3.2.1 Propriedades formais da Fundação.	56
3.3 O espaço-tempo é uma substância?	62
3.4 A fundamentalidade do espaço-tempo na hierarquia do mundo	71
Considerações finais	85
Referências bibliográficas	93

Lista de Símbolos

Lógica Proposicional e de Predicados

$a, b, c, \dots, t, a_1, b_1, \dots, t_1, a_2, \dots$	constantes individuais
$\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}, \dots, \mathbf{t}, \mathbf{a}_1, \mathbf{b}_1, \dots, \mathbf{t}_1, \mathbf{a}_2, \dots$	metavariáveis para constantes individuais
$u, v, x, \dots, z, u_1, v_1, \dots, z_1, u_2, \dots$	variáveis individuais
$\mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{x}, \dots, \mathbf{z}, \mathbf{u}_1, \mathbf{v}_1, \dots, \mathbf{z}_1, \mathbf{u}_2, \dots$	metavariáveis para variáveis individuais
$A_k^n, B_k^n, \dots, T_k^n$	símbolos de predicado ¹
$\mathbf{A}_k^n, \mathbf{B}_k^n, \dots, \mathbf{T}_k^n$	metavariáveis para símbolos de predicado
$f_k^n, g_k^n, h_k^n, \dots$	símbolos funcionais
$\mathbf{f}_k^n, \mathbf{g}_k^n, \mathbf{h}_k^n, \dots$	metavariáveis para símbolos funcionais
$\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{C}, \dots, \mathbf{Z}, \mathbf{A}_1, \dots, \mathbf{Z}_1, \mathbf{A}_2, \dots$	metavariáveis para fórmulas
$\neg \mathbf{A}$	fórmula negada (clássica)
$\mathbf{A} \wedge \mathbf{B}$	conjunção (clássica)
$\mathbf{A} \vee \mathbf{B}$	disjunção inclusiva (clássica)
$\mathbf{A} \underline{\vee} \mathbf{B}$	disjunção exclusiva (clássica)
$\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B}$	condicional material (clássico)
$\mathbf{A} \leftrightarrow \mathbf{B}$	bicondicional (clássico)
$\forall x \mathbf{A}$	quantificador universal ('para todo x ') e \mathbf{A} é uma fórmula em que x ocorre.
$\exists x \mathbf{A}$	quantificador existencial ('existe um x tal que') e \mathbf{A} é uma fórmula em que x ocorre.
$\neg^{\mathcal{L}} \mathbf{A}$	fórmula negada numa lógica ou definição específica

¹Os números denotados por n e k são inteiros positivos.

$A \wedge_{\mathcal{L}} B$	conjunção numa lógica ou definição específica
$A \vee_{\mathcal{L}} B$	disjunção lógica inclusiva numa lógica ou definição específica
$A \rightarrow_{\mathcal{L}} B$	condicional numa lógica ou definição específica
$A \leftrightarrow_{\mathcal{L}} B$	bicondicional numa lógica ou definição específica
\top	<i>Verum</i> , constante do valor-verdade verdadeiro
\perp	<i>Falsum</i> , constante do valor-verdade falso
$\Gamma \vdash_{\mathcal{L}} A$	A é consequência sintática a partir de Γ na lógica \mathcal{L}
$\vdash_{\mathcal{L}} A$	A é teorema na lógica \mathcal{L}
$\Gamma \vDash_{\mathcal{L}} A$	A é consequência semântica a partir de Γ na lógica \mathcal{L}
$\vDash_{\mathcal{L}} A$	A é tautologia (verdade lógica) na lógica \mathcal{L}
$\vDash_M A$	A é verdadeira no modelo M
$A \Rightarrow B$	A implica metalogicamente B
$A \Leftrightarrow B$	A equivale metalogicamente a B

Lógica Modal

$\Box A$	necessidade ('é necessário A ')
$\Diamond A$	possibilidade ('é possível A ')
$A \circ B$	copossibilidade (' A e B são ambos possíveis')
$A \rightarrow B$	condicional estrito ('se A então B estritamente')

Teoria de Conjuntos

$X \in Y$	X pertence a Y
$X \subseteq Y$	X é subconjunto de Y
$X \subset Y$	X é um subconjunto de Y e $X \neq Y$
\overline{X}	complemento de X , $Y \notin X$
$X_1 \times \dots \times X_n$	produto cartesiano
$X - Y$	diferença de X e Y

$X \Delta Y$	diferença simétrica de X e Y
$X \cap Y$	intersecção de X e Y
$X \cup Y$	união de X e Y
$\bigcap_{i \in I} X_i$	intersecção de uma família de conjuntos indexados em I
$\bigcup_{i \in I} X_i$	união de uma família de conjuntos indexados em I

Fundação/*Grounding*

$X < Y$	Fundação – ‘ X funda Y ’
$X, Y < Z$	Fundação com dois fundantes – ‘ X conjuntamente com Y fundam Z ’
$X, Y, \dots, A_n < Z$	Fundação com múltiplos fundantes – ‘ X, Y até A_n fundam conjuntamente Z ’
$[X] < [Y]$	Nominalização e reificação de fatos – ‘o fato X funda o fato Y ’

Lista de Figuras e Diagramas

1.1	<i>Esquema ilustrado do interferômetro de Michelson-Morley</i>	27
1.2	<i>Trajectoria oblíqua da luz em L2 em virtude do movimento do sistema. . .</i>	28
1.3	<i>Gráfico da razão de dilatação temporal e contração espacial em função da velocidade do referencial obtidos através da transformação de Lorentz. . .</i>	30
1.4	<i>Tabela da razão de dilatação temporal e contração espacial em função da velocidade do referencial obtidos através da transformação de Lorentz. . .</i>	31
2.1	<i>Esquemas de estruturas metafísicas</i>	43

ESPAÇO-TEMPO E RELAÇÕES METAFÍSICAS:
FUNDAÇÃO E FUNDAMENTALIDADE

Introdução

As noções de espaço e o tempo parecem presentes em todos, ou pelo menos grande parte, dos principais episódios do desenvolvimento da metafísica, inclusive nos dias atuais.¹ Parece muito natural pensar assim visto que uma “simples” noção de causalidade, que já é uma das portas de entrada das discussões em metafísica, nos pressupõe falar de coisas como “antes” e “depois”. A ideia de mudança e de como as coisas mudam também nos parece sugerir uma ideia sobre a passagem do tempo. O mesmo ocorre com a visão mais senso comum a respeito da identidade sendo cristalizada na pergunta “o que faz uma coisa permanecer sendo ela mesma e não outra conforme o tempo passa?” Outra grande questão metafísica é a respeito de como é o desenrolar do próprio tempo. Como pode o tempo fluir sempre em uma direção e, com isso, arrastar todos nós juntos do passado, através do presente, em direção ao futuro? E por que não é possível fazer o caminho reverso indo do futuro em direção ao passado? Se dado um instante t no tempo, em tudo que ocorre imediatamente antes é o passado e tudo que ocorre imediatamente à frente é o futuro, o que seria e como seria possível esse limiar, “sem espessura como uma linha”, em que “habitamos” e chamamos de presente?

Pensar em espaço isoladamente também pode levantar algumas questões intrigantes. Seria o espaço algo absoluto, onde mesmo que tudo mude permaneceria ele intacto e imutável? Ou seria o espaço uma espécie de expressão da relação entre corpos anteriores a ele? A natureza contenedora do espaço também pode levantar ainda mais questões. O espaço seria apenas um receptáculo para a matéria ou ele, ao ser ocupado por um corpo, participaria de alguma forma na composição do objeto ao longo da extensão e da fronteira de cada uma dessas coisas que “habitam” a espacialidade?

Historicamente, tanto a visão de mundo comum quanto a filosófica contavam com o espaço e o tempo sendo coisas distintas. O tempo, pensado de maneira isolada, expressa a possibilidade da anterioridade, posterioridade e simultaneidade de eventos, tendo uma dimensão apenas nos quais as coisas sempre “movem-se” do passado em direção ao futuro. Já o espaço desempenha um papel importante

¹Ver exemplos na Seção 1.1.

na individuação dos corpos além de representar uma espécie de localização simultânea, ou seja, enquanto tempos distintos determinam sucessão, espaços distintos não criam sucessão, mas simultaneidade. Assim, se impossibilitamos dois corpos estarem no mesmo lugar ao mesmo tempo² resta a eles estarem em lugares distintos ao mesmo tempo (simultaneidade de diferentes espaços) ou no mesmo lugar em tempos diferentes (sucessividade de diferentes momentos³).

Outras questões que podem surgir são oriundas da união de todos esses problemas a respeito da constituição da realidade do mundo mediante a união das duas entidades que foram a chave do próprio surgimento dessas respectivas questões, ou seja, uma união do que concebemos como espaço e como tempo em uma entidade única denominada espaço-tempo.

Pensar o espaço e o tempo como entes distintos entre si nos parece tão natural e intuitivo a partir do modo no qual nos relacionamos com o mundo ordinariamente que podemos notar a presença de noções similares, ainda que sem definições conceituais, nos conceitos filosóficos e metafísicos desde a Antiguidade. Assim, podemos considerar que esse aspecto específico do espaço e do tempo não é uma exclusividade do que chamamos de física clássica uma vez que ela se constrói já na Modernidade passando por diversos pensadores da filosofia natural como Descartes e Galileu, por exemplo, e ganhando sua forma mais acabada com Isaac Newton na obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*⁴

Enquanto podemos dizer então que as concepções mais intuitivas de espaço e tempo estão mais de acordo com a física clássica, embora não somente, já que a noção de espaço-tempo ganha popularidade e força com o estabelecimento da teoria da relatividade.⁵ A ideia de espaço-tempo muda essa perspectiva de um mundo em 'dois parâmetros', um espacial tridimensional e um temporal unidimensional, para uma quadrimensional que une espaço e tempo em uma única entidade transformando o referencial 'aqui e agora' para um tipo de 'aqui-agora' no qual a localidade e temporalidade são indissociáveis. E isso faz com que agora todos os pontos do espaço-tempo sejam chamados de eventos já que a mesma coordenada quadrimensional já possui tanto o 'onde' quanto o 'quando'.

Toda essa maneira de ver e teorizar o mundo, entretanto, é desafiada desde 1905. Quando Einstein publica a sua Teoria da Relatividade Restrita que, ao considerar a velocidade da luz uma constante limite que qualquer corpo pode atingir, cria como consequência cenários onde o espaço e o tempo se distorcem, o

²Hipoteticamente assumindo o princípio da impenetrabilidade da matéria.

³Como descreve Kant (1989, p. 71): "O tempo tem apenas uma dimensão; tempos diferentes não são simultâneos, mas sucessivos (tal qual como espaços diferentes não são sucessivos, mas simultâneos)".

⁴Princípios matemáticos da filosofia natural.

⁵Ver seção 1.3.

que viria a resultar na ideia de que eles são um só e essa sua fusão se chamaria espaço-tempo.

Quando uma teoria revoluciona uma noção que está presente tanto em nossas explicações do mundo quanto na nossa vida diária de uma forma tão profunda, podemos nos questionar se ela não poderia abalar nossas concepções de como a realidade é constituída. Desse modo, fica aberto um espaço para pensarmos em que medida se estabelece uma influência que parte de um elemento teórico da física em direção ao domínio da metafísica.

Seria muito ingênuo pensar que os metafísicos não deveriam fornecer nenhuma mudança no que eles definem como real e como entendem a estrutura do mundo após dois entes absolutos como o espaço e o tempo que serviam de grandes parâmetros para localizar eventos, descrever objetos, conter coisas, etc., por conta de uma nova teoria física, agora serem considerados um novo ente único de quatro dimensões e que pode se deformar, dilatar e contrair em certas situações? Parece meio absurdo pensar que não. Toda a nossa imagem que temos do mundo, do cosmos e do que existe parece ser alterada e isso inclui a metafísica enquanto tarefa filosófica. O presente texto visa investigar relações metafísicas que o espaço-tempo, que surge em teorias fundamentais da física moderna, pode estabelecer com os objetos físicos tendo como grande destaque a relatividade.⁶

A história da metafísica sempre esteve ligada à história da filosofia. Podemos tanto atribuir isso ao fato dela ser uma disciplina filosófica por excelência quanto ao fato de que a criticidade filosófica busca uma compreensão dos fundamentos e da totalidade dos objetos que se propõe estudar. De modo que a metafísica, com esse anseio que herda da tradição filosófica, tenta buscar essa abstração na investigação do ser. Ao passo que a biologia estuda os seres enquanto estruturas vivas, a física estuda o ser enquanto realidade física, a química estuda o ser enquanto compostos ou matéria que reage e se combina, ou seja, estudos particulares do ser e investigação do ser sobre aspectos específicos particulares; a metafísica busca então essa investigação do ser enquanto ser, ausente dessas determinações particulares, o ser da forma mais geral e abrangente. De forma geral, a definição de metafísica como ciência do ser enquanto ser remonta às ideias e à abordagem de Aristóteles presentes tanto na *Metafísica* quanto nas *Categorias* e será exposto de melhor forma

⁶Lidar com problemas de metafísica usando o conceito de espaço-tempo não necessariamente compromete alguém teoricamente com a física relativista e sua métrica. Vemos exemplos de Theodore Sider, que, ao apresentar as ideias da metafísica quadridimensional (posições que defendem que a duração no tempo é uma das dimensões de um objeto e que as partes temporais contituem esse objeto assim como as partes espaciais o fazem) em *Four-Dimensionalism: An Ontology of Persistence and Time*, discorre sobre posições compatíveis e outras incompatíveis com as formulações de Einstein e Minkowski. Em *Riddles of Existence*, escrito conjuntamente com Earl Conee, Theodore Sider não se compromete, e nem mesmo cita Einstein e a teoria da Relatividade no momento de apresentar a posição que defende o espaço-tempo nas concepções acerca da metafísica do tempo.

posteriormente no texto no segundo capítulo do presente trabalho, de acordo com a noção de significação focal tratada por Zingano (2013).

Esse nível de abstração da metafísica levou-a para muitos caminhos distintos talvez pelo fato de que inúmeros tópicos e discussões dentro dela não possuíam componentes observáveis ou até mesmo nenhuma correspondência dentro dos limites da experiência, o que fez com que fosse criado em volta dela uma espécie de senso comum de que metafísica é o que não é material, e às vezes, até mesmo místico, o que não é o caso. Eu posso crer que a realidade mais fundamental das coisas está em objetos inteligíveis não disponíveis aos meus sentidos ou posso defender que tudo que existe é material e que é passível de observação, em ambos os casos eu estou tomando uma posição metafísica.

Os preconceitos ou até mesmo o receio do que a metafísica poderia significar aos rumos da filosofia fizeram muitos filósofos e correntes filosóficas se afastarem dela. Declarações como “a metafísica morreu”, que ela não é possível como conhecimento “sério”, objetivo e científico ou que ela é ausente de significado se tornaram populares. Um meio teórico pertinente a esse trabalho que se afastou consideravelmente de tudo que se remetia à metafísica foi a filosofia analítica, principalmente em razão de seu berço, que a fez herdar grande influência do movimento do Positivismo Lógico do início do século XX. Mas o fato é que os ataques que a metafísica sofre não a derrubam completamente na medida em que a busca do conhecimento sobre os aspectos gerais da realidade não deixa de ser pertinente para teorias ou modelos de explicação que pretendem ter o caráter de serem fundamentais, ou seja, quanto mais voltadas para as estruturas últimas do mundo, ou sem exagerar tanto, na medida que pretendem descrever a realidade das coisas, a metafísica reaparece de forma quase que inevitável. Vale a divertida frase que costumamos evocar como máxima metodológica “Se expulsamos a metafísica pela porta da frente ela entra de volta pela janela”.⁷

Um exemplo notável é o do meio lógico-científico que, muito influenciado pelo Círculo de Viena, demonstra caráter anti-metafísico nítido em alguns grandes nomes como Moritz Schlick e Rudolf Carnap; podemos notar após isso alguma preocupação com a metafísica em um contexto positivista mais amplo com Willard V. O. Quine, mas que posteriormente com Saul Kripke, por meio do desenvolvimento da lógica modal, ganha tração metafísica considerável na semântica de mundos possíveis para o sistema K^8 e chega finalmente aos trabalhos de David

⁷Aparentemente trata-se de uma paráfrase de um trecho de *Written History as an Act of Faith* de Charles A. Beard citada por Adam Schaff em *History and Truth* e que ao logo do tempo se populariza como se fosse uma forma de ditado popular. “[...] when grand philosophy is ostentatiously put out at the front door of the mind, then narrow, class, provincial and regional prejudices come in at the back door and dominate, perhaps only half consciously, the thinking of the historian.”

⁸Sistema Modal Normal Mínimo.

Lewis e Alvin Plantinga que oferecem interpretações metafísicas mais robustas para as noções modais e de mundos possíveis (Christias, 2018).

A importância que encontramos no presente trabalho reside justamente em não somente mostrar a importância do estudo de metafísica ao abordar conceitos científicos, ou melhor, de se pensar uma metafísica para ciência, mas principalmente em apontar relações metafísicas específicas das quais falarei adiante focando no caso particular do espaço-tempo.

Para realizar essa tarefa pretendemos esclarecer e expor nossos pontos ao longo dos capítulos seguintes. No primeiro capítulo do trabalho apresentaremos o que podemos entender aqui por espaço-tempo enquanto conceito consolidado e difundido pela Teoria Especial e Geral da Relatividade. No capítulo segundo exploraremos a ideia do que podemos definir aqui como metafísica dentro de um escopo contemporâneo e da tradição analítica por meio de noções presentes no debate da área de metametafísica abordando uma perspectiva quineana de metafísica e ontologia, mas também a visão em metametafísica que é defendida por nomes como Jonathan Schaffer, Kit Fine e Guido Imaguire.⁹ No terceiro capítulo analisamos o aparato conceitual suficiente para tratar de como o Princípio Eleático, da maneira defendida por Hartry Field, pode nos abrir possibilidades de pensar relações metafísicas de *grounding* ou dependência ontológica dentro dessa perspectiva na filosofia analítica.

Podemos então circunscrever o que enfim entendemos como metafísica aqui. David Manley em seu artigo *Introduction: A Guided Tour of Metametaphysics* afirma: “Podemos definir a Metafísica como a área da filosofia que analisa a natureza da realidade, o que envolve questões como ‘todo evento possui uma causa?’, ‘qual a natureza da possibilidade e da necessidade?’, ‘quando várias partes compõem uma coisa maior?’, ‘o passado e o futuro existem?’, dentre outras. A metafísica aqui se distingue então de uma área filosófica próxima: a ontologia. Enquanto a ontologia pensa sobre a existência de determinados entes ou coisas, a metafísica pode ir além disso a partir de um dado pressuposto ontológico. Algo como: ‘se eu assumo que existe X, o que X seria?’ (Thomasson, 1999).

A princípio, em nossa pesquisa, antes de nos depararmos com as perspectivas neo-aristotélicas, emergiu primeiro em nossa leitura a perspectiva metafísica de Tim Maudlin. A posição de Maudlin acerca da metafísica é a que aproxima ou

⁹Tanto em “*On What Grounds What*” (2009) de Schaffer quanto em “*Fundação Ontológica*” (2020) e em “*Substância e Fundamentalidade no Aristotelismo*” (2023) de Imaguire os autores denominam as suas posições sobre método metafísico, que utilizam noções de fundamentalidade e fundação (*grounding*), como teorias neo-aristotélicas. Não nos comprometemos com esse debate se as posições deles podem ser atribuídas a um suposto neo-aristotelismo ou não, mas manteremos essa informação em passagens a respeito deles afim de apresentar suas ideias da forma que eles apresentam em seus textos.

igual, a metafísica da ontologia, o que sugere nesse primeiro contato que para ele o papel da metafísica na física moderna seria o de delimitar ou definir o escopo de que tipo entidades físicas as teorias admitem.

Metaphysics is ontology. Ontology is the most generic study of what exists. Evidence for what exists, at least in the physical world, is provided solely by empirical research. Hence the proper object of most metaphysics is the careful analysis of our best scientific theories (and especially of fundamental physical theories) with the goal of determining what they imply about the constitution of the physical world.¹⁰

A declaração de Maudlin é sustentada por algumas teses que este texto não pretende defender, mas que ainda sim é uma posição interessante ao fomentar esse debate. A primeira tese que podemos notar é a posição metametafísica¹¹ que pode ser chamada de quineana ou neo-quineana¹², que é a de igualar metafísica e ontologia a partir da análise do escopo quantificacional da formalização de teorias científicas, ou seja, de que o papel explicativo da metafísica é de versar sobre a existência, ou sobre o comprometimento com a existência, de entes definindo isso em termos de quantificação de maneira que, ao ver meu domínio de quantificação, as coisas sobre as quais eu quantifico são o que existe. Tudo isso a fim de avaliar a existência a partir das nossas sentenças de nossas melhores teorias.

Como veremos posteriormente, o modo como os filósofos tratam o que é metafísica na filosofia analítica contemporânea é muito mais abrangente e diverso, fazendo com que, ao adotarmos esse discurso mais radical ao naturalismo, e característico de Quine, podemos errar por ser simplistas demais e acabar por sufocar algumas investigações bem produtivas e fecundas da metafísica como a metafísica de objetos ficcionais, que tem Amie L. Thomasson como grande nome, problemas de identidade pessoal e mereologia por exemplo.

Nessa perspectiva, resta à metafísica, uma vez que ela estudaria da forma mais geral possível aquilo que as teorias mais fundamentais da física afirmam como existência, determinar as implicações que essas teorias e entidades teóricas têm na constituição da realidade física. Aplicando isso ao espaço-tempo, implicaria dizer que a metafísica deve então relacionar as posições que a investigação

¹⁰Maudlin (2007, p. 104): “Metafísica é ontologia. Ontologia é o estudo mais genérico do que existe. As provas do que existe, pelo menos no mundo físico, são fornecidas apenas pela investigação empírica. Assim, o objeto próprio da maior parte da metafísica é a análise cuidadosa das nossas melhores teorias científicas (e especialmente das teorias físicas fundamentais) com o objetivo de determinar o que elas implicam sobre a constituição do mundo físico.” A menos que haja menção expressa em contrário, todas as traduções deste trabalho são de nossa autoria.

¹¹Abordaremos o conceito de metametafísica posteriormente no segundo capítulo.

¹²Vide Imaguire (2020).

empírico-científica tem dele e trabalhar relações que expliquem as consequências dessas concepções teóricas na constituição do mundo físico, na realidade que nos é acessível.

Enquanto a tradição metafísica anterior não considera a ciência empírica com muito rigor para estabelecer sua ontologia e, por conta disso, suas categorias e entes admitidos já são considerados previamente, essa visão que Maudlin adota, e que podemos chamar de uma ontologia “mais naturalizada”, construindo sua ontologia levando em conta teorias científicas, sobretudo as teorias fundamentais, o que permite novas categorias ontológicas e uma nova forma de fazer metafísica em relação à metafísica tradicional.

Por que então podemos considerar como uma relação metafísica, o que é o escopo da pesquisa, uma resposta ontológica ao problema? A resposta está no fato de que do modo que a metafísica investiga os aspectos mais gerais da realidade no sentido de “como é X”, a descrição do aspecto constitutivo da realidade também pode se fazer presente no sentido de “quais entes compõem a realidade”. Assim a ontologia pode ser pensada como um subconjunto da metafísica uma vez que quando se postula que certo grupo de entes existem posso dizer que há pelo menos esses entes (ou que acrescento esses entes) na realidade ou no mundo.

Como estamos falando de temas metafísicos próprios de um ente investigado por uma teoria física, não haveria problemas em aderir a essa vertente metametáfísica de forte tendência naturalista nos moldes quineanos, porém, como veremos na seção própria sobre metafísica adiante neste trabalho, a abordagem neo-aristotélica proposta por Schaffer, Kit Fine e Imaguire pretendem negar a tese de que metafísica é idêntica à ontologia de modo que ela seja mais informativa e aponte mais elementos explicativos ao mesmo tempo que subsume, segundo eles, a tarefa metafísica quineana.¹³

Assim, seria possível ampliar os horizontes metafísicos, lidar metafisicamente com objetos da ciência e manter uma atitude naturalista sem restringir ou sufocar outras áreas de interesse da metafísica citadas anteriormente.

¹³Cada vez que atribuímos o nome de “posição quineana” a essa posição de metametáfísica de que metafísica é ontologia não estamos fazendo uma atribuição direta e exegética dessa tese a Quine. O que estamos fazendo é apenas adotar a terminologia que autores como Maudlin, Schaffer e Imaguire utilizam em seus textos para expressar seus desacordos com uma tendência metafísica que, embora não tenha saído totalmente e literalmente de Quine, esses autores enxergam nele a figura seminal central.

Capítulo 1

Sobre o espaço-tempo e a teoria da relatividade

O objetivo deste capítulo é apresentar e esclarecer o conceito de espaço-tempo que perpassa esse trabalho, a saber, a noção de espaço-tempo presente nas formulações da teoria da relatividade de Einstein (a restrita mais precisamente). Começaremos com alguns exemplos da história da filosofia, onde podemos notar autores que hoje constituem nosso cânone filosófico da Antiguidade até a Modernidade e que possuem em suas diferentes teorias metafísicas (e concepções de metafísica), lugares onde tanto as noções de espaço quanto de tempo são discutidas em função de si mesmas ou em função de algum sistema metafísico mais abrangente, passaremos pela discussão a respeito da geometria do espaço na qual Newton e Leibniz possuem uma posição central no debate do tema. Por fim, dissertamos sobre o espaço-tempo como uma noção singular, expondo a sua origem histórica dentro do contexto da teoria da relatividade, algumas características técnicas, diferenças e rompimentos com a mecânica clássica newtoniana, além de apresentar as consequências dessa nova noção para uma nova concepção de mundo.

Vale ressaltar que se fala amplamente na física e na filosofia, embora na última consideravelmente menos, de espaço-tempo em muitos contextos e casos nos quais podem haver algumas divergências, mesmo que leves. Por conta disso é bom esclarecer aqui que falamos de espaço-tempo de um modo um pouco amplo, mas tendo como ponto de apoio o espaço-tempo de Einstein a fim de que se possa ter claro sobre que coisa estamos nos referindo ao longo das seções.

1.1 Espaço, tempo e metafísica

Entre os pré-socráticos há o que se possa chamar de metafísica em suas ideias, mesmo que o termo ainda não tinha sido cunhado. Os filósofos da *physis* buscaram

em suas investigações encontrar o princípio que governa a natureza, dando forma ao cosmos e constituindo tudo que nos rodeia. As próprias afirmações que alguns deles fazem sobre a constituição das coisas como “tudo é água”, “tudo é fogo” ou “tudo é formado por átomos” remete a uma tentativa de predicar de alguma forma a “totalidade das coisas”.

Tanto em Parmênides quanto em Heráclito já vemos emergir preocupações mais propriamente ontológicas, ou seja, preocupações sobre a natureza do ser. Canonicamente esse tipo de ontologia é visto como um ramo da metafísica já que em certo sentido se aproxima da tentativa de chegar até a totalidade das coisas se considerarmos o ser, nessa perspectiva, como o fundamento mais geral de cada ente. A ideia aristotélica de metafísica e sua definição clássica de que ela versa sobre o “ser enquanto ser” circunscreve uma visão da filosofia antiga do que se pode entender por metafísica. Para Aristóteles, a noção de causa final está presente na investigação do ser, a relação de essência e acidente também, mas são em potência e ato que podemos notar algo importante para o que será tratado.

Na filosofia aristotélica, mais especificamente na *Física*, é possível notar também que a natureza intrínseca de um objeto afeta seu movimento e repouso no espaço (o que pode indicar mais uma relação entre metafísica e espaço temporalidade) assim como afirma Maudlin:

The term ‘physics’ derives from the Aristotelian text *Physike Akroasis: Lectures on Nature*. In Greek, *physis* refers to the nature of a thing, and Aristotle defined the nature of an object as an internal source of motion and rest that belongs to an object primarily and nonaccidentally.¹

Na Modernidade podemos notar a metafísica assumindo um novo método e propósito, agora com uma abordagem epistemológica em uma discussão voltada ao fundamento do conhecimento. Descartes falava do conhecimento humano como uma árvore na qual as raízes são a metafísica, o tronco a física e os galhos sendo as ciências particulares. Então, segundo ele, era necessário haver uma base metafísica sólida de modo que fosse possível uma ciência indubitável, o que é a motivação principal das *Meditações Metafísicas, ou Meditações sobre a Filosofia primeira*.

Leibniz trata as noções de espaço e de tempo de uma forma secundária em relação à substância na sua metafísica. Mas, de qualquer forma, não deixa de ser um papel que eles assumem no sistema leibniziano, sendo relativos e tendo sua

¹Maudlin (2012, p. 1): “O termo “física” é derivado do texto aristotélico *Physike Akroasis: Lições sobre a natureza*. Em grego, *physis* refere-se à natureza de um objeto, e Aristóteles definiu a natureza de um objeto como sua fonte interna de movimento e repouso que pertence a um objeto de maneira primária, adequadamente e de maneira não acidental.”

existência dependente dos objetos que os ocupam. Para Leibniz o espaço e o tempo devem ser posteriores para que seja garantida a independência da substância das coisas. Como afirma Prado no seu texto *Monadologia e Espaço Relativo*:

O Sistema leibniziano, por sua vez, possui também razões determinantes para negar o espaço newtoniano e afirmar a relatividade do espaço. [...] Como é sabido, em Leibniz, a metafísica é a ciência que deve servir de fundamento para todas as demais. A partir de um conjunto de verdades fundamentais, perfeitamente encadeadas umas às outras, deve se seguir a totalidade do conhecimento humano, inclusive física. [...] Por conta disso, os motivos que levam Leibniz a defender a relatividade do espaço têm suas razões de ser em exigências metafísicas, mais particularmente em sua teoria da substância. [...] a sua teoria da substância tem como principal fundamento a autonomia ontológica. A substância deve ser capaz de ser o que é sem a necessidade de qualquer interferência externa; nada do que lhe seja exterior pode interferir em sua autodeterminação. (Prado, 2000, p. 30–31)

Conforme a discussão epistemológica se desenvolve na metafísica moderna, em debates entre empiristas e racionalistas e até mesmo autores fortemente críticos da metafísica, como Hume, a perspectiva de metafísica como fundamento do conhecimento tem como ponto alto a filosofia crítica de Kant. Na *Crítica da Razão Pura*, ele procura demonstrar o que há de útil na metafísica para o conhecimento humano, digo assim para que seja contemplada a ideia da investigação da metafísica como ciência, mas também sobretudo o que ele reconhece como metafísica nela própria, a saber, o fundamento ou condição de possibilidade dos juízos sintéticos *a priori*.

O idealismo transcendental de Kant que viria a ser uma conciliação entre racionalismo e empirismo dá à luz a uma concepção onde todo o conhecimento necessário e universal ampliativo tem como fundamento faculdades transcendentais do sujeito, estando entre elas as formas da sensibilidade: espaço e tempo. Assim, uma vez que as condições do conhecimento segundo Kant, sendo *a priori* no sujeito, e assuntos dessa “nova” metafísica criada, condicionam também todo o mundo para esse mesmo sujeito, ele tenta provar a validade objetiva dessas categorias e faculdades, ou seja, como de fato elas se aplicam nos objetos reais do mundo. Com base nisso podemos considerar a metafísica, a partir da obra de Kant, como uma ‘ciência da objetividade’², e nesse sentido ela pode voltar-se para uma perspectiva mais antiga de metafísica voltada ao ente, a plena objetividade. Sobre

²Kant usa o termo “ciência” em sentido bem amplo. Podemos entender aqui com ‘ciência da objetividade’ como uma investigação a respeito de como nos é possível conhecer objetos a partir de nossas faculdades.

a metafísica de Kant, que utiliza espaço e tempo como condições de possibilidade da experiência e do conhecimento, Höffe diz:

Demonstrando a existência de certas condições não empíricas da experiência e, portanto, universalmente válidas, Kant prova que a metafísica é possível, mas, em contraposição ao racionalismo, somente como teoria da experiência e não como ciência que transcende o âmbito da experiência; e, à diferença do empirismo, não como teoria empírica, mas como teoria transcendental da experiência. (Höffe, 2005, p. 39–40).

Aqui é o momento em que podemos ver que em todas essas diferentes manifestações de uma produção de metafísica, os conceitos de tempo e espaço parecem estar associados como se fossem dependentes dela ou ela deles.

Quando Heráclito afirma que tudo está em constante movimento, mudança, é como se ele dissesse que a totalidade das coisas está submetida à temporalidade. Se tratando de objetos físicos, essa mudança ou movimento exige uma relação de tempo com os estados de coisa ou relação de tempo e espaço com a espacialidade das coisas.

Se examinarmos vários conceitos presentes no cânon da metafísica e já citados aqui, podemos notar a presença da espacialidade e temporalidade neles. A potência e ato podem ser algo na qual o objeto se relaciona temporalmente, o ato, ou seja, a atualidade da coisa está no tempo presente da coisa e a potência algo como uma possibilidade futura, por exemplo.

A noção de substância é central na metafísica cartesiana e é totalmente dependente do espaço, uma vez que um dos critérios de distinção entre substância extensa e pensante é a propriedade de ocupar espaço, e ainda sim a substância pensante pensa e existe segundo relações de tempo. As concepções de espaço e tempo podem ser metafísicas em si, quando o assunto que queremos tratar é o próprio espaço e o tempo, tanto que Kant ao afirmar que fará uma exposição acerca do espaço e do tempo ele chama “exposição metafísica”. Com base nisso, podemos afirmar metafisicamente a natureza do espaço e do tempo como absolutos, relacionais, a priori ou unificados em espaço-tempo.

Nesse sucinto esboço de como as noções de espaço e de tempo se entrelaçam com a história da metafísica, concluímos com assunto clássico tratado na metafísica e que muitas vezes tem consequências nas ciências é a noção de causalidade, as relações de causa e efeito e que abrem muitos espaços para questões importantes em relação ao papel do tempo na metafísica. Entre elas estão questões como: A causalidade depende de que a causa seja temporalmente anterior ao efeito? A relação entre elas tem necessidade de uma relação temporal?

Por mais que muitos reconheçam em Hume um dos maiores críticos ao pensamento metafísico, a sua definição de causalidade é muito influente mesmo entre os metafísicos e é utilizada em muitos debates a respeito desse tema como uma contribuição importante a ser considerada.

Nas *Investigações Acerca do Entendimento Humano*, Hume nos dá as seguintes definições de causalidade:

[...] portanto, podemos definir uma causa como *um objeto seguido por outro, de tal forma que todos os objetos semelhantes ao primeiro são seguidos de objetos semelhantes ao segundo*. Ou, em outras palavras: *se o primeiro objeto não houvesse existido, o segundo nunca haveria existido*. A aparição de uma causa sempre faz convergir o espírito, por uma transição costumeira, à ideia do efeito. Disto também temos experiência. Podemos, pois, de acordo com esta experiência, formular uma outra definição de causa e denominá-la *um objeto seguido por outro e cuja aparição faz convergir o pensamento para aquele outro*. (Hume, 1996, p.86-87).

A análise desse caso não nos é tão simples, hoje em dia há muitas controvérsias sobre se a causalidade exige uma ligação física ou temporal entre causa e efeito por exemplo, mas certamente esse não é nosso foco, estamos focando na perspectiva histórica de Hume sobre o conceito. Alguns exemplos dados por Hume ainda sim podem trazer alguma complexidade à análise como sugerir relações causais que se estabelecem de forma contínua por um período de tempo, como o caso em que o autor cita a relação da vibração de uma corda e seu som emitido. Por alguns instantes, durante a vibração da corda, o som pode ser ouvido sugerindo uma simultaneidade entre causa e efeito. No exemplo da bola de bilhar o movimento de uma bola acontece anteriormente ao da segunda, o que pode ser interpretado como a causa ocorrendo anteriormente ao efeito no tempo com elas tendo um 'contado temporal' no instante em que há o 'fim da causa' e o 'início do efeito'. De toda forma, pode-se perceber que as ideias de simultaneidade, sequência e 'antes e depois' são chave para a elaboração de umas das definições de causalidade mais fecundas da filosofia.

Com isso, com esses breves exemplos, concluímos a exposição de algumas ligações que as noções de espaço e de tempo com a metafísica e que aparecem na história da filosofia clássica e moderna.

1.2 Espaço e tempo e sua geometria na Modernidade

Desde a Modernidade Isaac Newton tem contestadas suas ideias a respeito da natureza do espaço que ele usa como base para que ele pudesse construir sua

filosofia natural como vemos no *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*.³ Um dos maiores contestadores do que Newton defendia acerca da natureza do espaço era Gottfried W. Leibniz, filósofo que divide com ele o título de criador do cálculo infinitesimal. Não se tem um debate direto entre Newton e Leibniz sobre suas discordâncias a respeito do tema, mas tem-se as discussões entre Leibniz e Samuel Clarke⁴ por meio de correspondências escritas entre eles entre os anos de 1715 e 1716.

Dentre as discordâncias de Leibniz e Clarke sobre o espaço estão a absolutez contra a relatividade do mesmo, a anterioridade do espaço em relação aos corpos contra a anterioridade dos corpos em relação ao espaço e, enfim, a diferença entre o espaço físico e o espaço geométrico contra a identidade entre o espaço físico e o espaço geométrico. As primeiras divergências serão tratadas em suas versões mais atuais em momentos posteriores deste trabalho, porém essa última será a mais interessante para nós no atual momento.

Os posicionamentos de Leibniz e Newton divergem de modo que notam-se motivações oriundas de projetos teóricos completamente distintos. O que cada autor considera como prioridade afeta em peso as consequências teóricas de seus sistemas, como defende Prado.⁵

Como não poderia deixar de ser, o pano de fundo das reflexões kantianas acerca do espaço é a célebre polêmica entre leibnizianos – partidários

³Princípios matemáticos de filosofia natural.

⁴Samuel Clarke (1675–1729) foi um filósofo inglês considerado um dos grandes pensadores de seu tempo. Clarke, defendendo as ideias de Newton, foi um dos protagonistas do que alguns chamam de “provável mais famoso e influente intercâmbio filosófico do século XVIII” que foram suas correspondências com Leibniz (1715–16). Nas cartas trocadas, Leibniz e Clarke debateram diversos assuntos que abrangem muitos tópicos metafísicos e teológicos centrais, como imensidão e eternidade divinas, a relação de Deus com o mundo, a alma e sua relação com o corpo, livre arbítrio, espaço e tempo e a natureza dos milagres. Também discutiu questões mais estritamente científicas, como a natureza da matéria, a existência dos átomos e o vazio, o tamanho do universo e a natureza da força motriz, que muitas vezes recebem um tratamento tanto filosófico quanto científico. Tratar Clarke como um mero porta voz de Newton nesse debate pode ser uma injustiça visto que, embora influenciado e partidário das teses de Newton, há documentações de suas posições filosóficas e argumentos que apareceram nas correspondências já em 1705–06 em suas aulas na Boyle Lectures, em outras correspondências com Collins em 1707–08 e com Butler em 1714–5. Clarke foi considerado por alguns contemporâneos como “o filósofo newtoniano mais talentoso de sua geração” e por Voltaire como “uma verdadeira máquina de pensar”. (Vailati, 1997).

⁵Em *Monadologia e espaço relativo: o jovem Kant recepcionando Leibniz* de Lúcio Lourenço Prado é exposto como Kant, no seu pensamento anterior à *Crítica da razão pura*, vê-se no meio de duas correntes nas quais parecem não poderem ser negligenciadas. De um lado uma sólida tradição metafísica de escola leibniziana na qual Kant tem sua origem intelectual e de outro a nova e bem sucedida filosofia natural de Newton cujos avanços são inegáveis. Prado então expõe como Kant lida com os sistemas divergentes de ambos e mostra desde então o seu espírito conciliador ao formular suas teses na obra *Monadologia física* de 1756. Esse texto é então uma forma de chocar as teses newtonianas e leibnizianas aos olhos de Kant tendo em vista a chegar na discussão sobre a relação entre espaço físico e geométrico.

do espaço relativo e posterior às coisas que o ocupam – e newtonianos – que defendem o espaço real, absoluto, condição de possibilidade da existência dos corpos, que só poderiam existir ocupando-o. Esses dois partidos assumem uma posição distinta acerca do espaço justamente pelo fato de defenderem projetos distintos, estarem comprometidos com projetos distintos, e cada uma das concepções de espaço expostas acima é resultado das exigências que o compromisso intelectual de cada grupo impõe. (Prado, 2000, p. 17)

Leibniz, conhecido como grande metafísico, tem amarras conceituais dadas por essa tarefa que o prendem à pretensão de uma teoria última da realidade e o fazem ficar firme na prioridade metafísica das mônadas, as unidades substanciais que em última instância possuem seu papel na constituição dos corpos físicos. Sintetizado por Prado:

O pensamento de Leibniz é movido por interesses metafísicos e, assim, seu sistema deve ser constituído de tal maneira que preserve os fundamentos dessa pretensa ciência; por isso, lhe é impossível aceitar a ideia de um espaço absoluto, pois fazê-lo significa negar a autonomia ontológica das substâncias, que necessitam, assim, de algo que lhes fosse exterior como condição de sua própria possibilidade. (Prado, 2000, p. 17)

Newton tem uma grande dificuldade a menos quando ele não tem um compromisso metafísico ao construir seu sistema físico. Os pressupostos iniciais assumidos podem servir diretamente à sua vontade de explicar as causas mais imediatas do movimento dos corpos, como as forças que atuam nas interações presentes nos fenômenos ao descrevê-los matematicamente. Assim ele não tem impedimentos prévios para postular um espaço que é absoluto em relação aos objetos:

Newton, por sua vez, é completamente estranho aos compromissos metafísicos de Leibniz e não tem o menor interesse em preservar a substancialidade (entenda como autonomia ontológica) das coisas; ao invés disso, seu compromisso é físico; sua empresa é elaborar uma ciência capaz de traduzir numericamente a ordem causal próxima (e não última) que rege os fenômenos da natureza; sua ambição epistemológica é muito mais modesta do que a de Leibniz e, por isso, para ele não existe inconveniente algum em elaborar um sistema que não permita respostas a questões de ordem metafísica sobre o fundamento último das coisas; ao contrário, o que ele necessita, para realizar seu projeto científico, é postular o espaço absoluto, não se importando se isso fere ou não os ideais metafísicos de outros. (Prado, 2000, p. 17-18)

Prado (2000) expõe dois pares de teses antagônicas presentes nas filosofias de Leibniz e Newton e explica a importância que elas têm para o sistema de cada autor. Iremos focar nas segundas teses (β e β') de cada um.

Newton:

α) O espaço é absoluto e anterior às coisas que o ocupam.

β) O espaço físico é idêntico ao espaço geométrico.

Leibniz:

α') O espaço é relativo, posterior às coisas que o ocupam.

β') O espaço físico é distinto do espaço geométrico.

A importância da tese β para Newton e sua ciência estão baseadas nas suas próprias concepções de como seu método deve operar: traduzir quantitativamente os fenômenos físicos de modo a descrevê-los junto de suas ordens causais usando de ferramentas matemáticas, incluindo a aritmética e a geometria. Newton expressa essa relação entre a geometria e sua mecânica logo no seu prefácio à primeira edição do *Principia*:

Já que os antigos [...] consideravam a ciência da mecânica da maior importância na investigação das coisas naturais, e os modernos [...] têm se esforçado para sujeitar os fenômenos da natureza às leis da matemática, neste tratado, no que ela se relaciona à filosofia. Os antigos consideravam a mecânica sob dois aspectos: como racional - a qual procede rigorosamente por demonstrações - e prática. À mecânica prática pertencem todas as artes manuais [...]. Mas como os artesãos não trabalham com rigor perfeito, diferenciam a mecânica da geometria, o que é perfeitamente preciso é chamado de geométrico, o que é menos rigoroso é chamado de mecânico. No entanto, os erros não estão na arte, mas nos artesãos. [...] Nesse sentido, a mecânica racional será a ciência dos movimentos que resultam de quaisquer forças, e das forças exigidas para produzir quaisquer movimentos, rigorosamente propostas e demonstradas. (Newton, *Principia*, 2002, p. 13-14)

Nota-se aqui a importância que Newton dá à geometria para realizar com precisão e rigor demonstrativo a tarefa que ele atribui para a sua ciência chamada mecânica⁶, que é, em suas palavras, conhecer os movimentos por meio das forças e conhecer as forças por meio dos movimentos. O emprego da geometria se dá justamente na necessidade de usar o seu rigor e exatidão nos aspectos inegavelmente

⁶Mecânica prática para objetos específicos e racional para objetos em geral.

espaciais presentes na mecânica que, enquanto estudo das forças e dos movimentos, projeta o que pode ser medido e desenhado geometricamente “no papel” para poder descrever os corpos concretos e seus movimentos, mostrando o quanto a filosofia newtoniana depende de β , tese de que o espaço geométrico é idêntico ao físico.

A mecânica tem a tarefa de falar sobre os movimentos do mundo físico e a geometria faz o papel de alicerce no qual se faz a medição e quantificação do mesmo. Assim, se o uso da geometria tem sua legitimidade para realizar essa missão, deve existir ao menos alguma equivalência entre as propriedades do espaço geométrico e as do espaço físico real. Fazer o que vale na geometria valer também na física é a importância desse postulado para Newton e seu peso se equipara ao da simplicidade das substâncias de Leibniz. (Prado, 2000, p. 30)

Para Leibniz o pano de fundo que leva ele e seus seguidores a defender β' é outro e de motivações metafísicas. O problema da divisibilidade é o que impede os adeptos da teoria leibniziana considerarem o espaço físico idêntico ao geométrico.

Dizemos que a origem desse posicionamento é metafísica uma vez que é consequência da sua teoria das substâncias. Nesse panorama teórico, o espaço físico, sendo posterior aos corpos e sendo a expressão de certas relações existentes, deveria seguir a divisibilidade desses corpos. Em Leibniz os corpos são finitamente divisíveis uma vez que são compostos por substâncias simples e indivisíveis e isso faria com que o espaço gerado por elas não seja infinitamente divisível.

Sabendo que geometricamente falando o espaço deve ser infinitamente divisível porém há um limite de divisibilidade para o espaço físico, conclui-se que esses espaços não são idênticos. Compara o comentador:

Vale, todavia, salientar que Leibniz faz referência a dois espaços; um abstrato, homogêneo, que equipara-se ao espaço geométrico; outro concreto, constituído por certa relação entre substâncias reais. Ou seja, dado um conjunto C de substâncias que mantêm entre si uma certa relação de copresença, o espaço é a relação das distâncias dos lugares ocupados por cada uma. Temos nesse caso um espaço constituído por essas substâncias e trata-se de um espaço concreto. Por outro lado, é possível, mentalmente conceber sistemas de relações de distância possíveis – e isso a ontologia leibniziana permite perfeitamente –, o que constitui o espaço homogêneo. No primeiro caso, temos um espaço concreto, que, embora não seja real em sentido estrito, é um fenômeno bem fundado derivado da relação entre substâncias reais. No segundo, temos uma entidade mental, puramente abstrata, pertencente ao reino das meras possibilidades. Neste caso, pode-se até, com propriedade, ao menos em princípio, afirmar sua infinita divisibilidade; isto porque, para toda relação de distância concebida enquanto possibilidade, pode-se sem-

pre postular, ainda enquanto possível uma outra relação de distância menor, de modo que, neste grande sistema de relações possíveis que constitui o espaço abstrato, há sempre lugar para uma divisão ulterior, isto é, para a postulação de distâncias sempre menores. (Prado, 2000, p. 42–43)

A exposição desse debate que existe desde a Modernidade faz muito bem o papel de mostrar que não ignoramos o problema que leva até perguntas sobre a natureza do espaço em relação à geometria.

Alguns questionamentos podem vir a aparecer quando tratamos da metafísica do espaço-tempo principalmente de interlocutores de vertentes não realistas sobre objetos de teorias científicas. Eles poderiam objetar perguntando sobre como esperamos relacionar os corpos físicos, sejam essas relações do tipo de causa ou de constituição, com uma entidade como o espaço-tempo que é uma entidade matemático-geométrica da teoria da relatividade. A nossa resposta a esse problema faz uso desse debate histórico como norte. Vemos que já existe desde a Modernidade essa noção de diferenciação entre o ente físico e um elemento matemático usado como a métrica da teoria física a fim de uma boa descrição e previsão quantitativa dos fenômenos.

Portanto, a nossa resposta a esse tipo de pergunta é que lidamos aqui com o espaço-tempo físico, aquele que se curva ao interagir com corpos com grande massa e altera a trajetória da luz por conta dessa curvatura estabelecendo claras relações causais com os objetos materiais, o que não seria possível de se estabelecer com um objeto matemático.

1.3 Origem da noção de espaço-tempo no contexto das Teorias da Relatividade

Acabamos de ver na subseção anterior, alguns debates que envolveram a natureza do espaço e sua relação com a geometria, o papel que esses problemas assumem e como eles impactam na concepção de física na Modernidade e enfim nosso posicionamento de como abordaremos o espaço-tempo tendo em vista esse panorama histórico, ou seja, o porque optamos por nos referir a um espaço-tempo físico e real e não como uma entidade geométrica pura e abstrata.

Nessa subseção vamos então dar continuidade ao fio condutor da exposição e tratar da origem de algumas ideias que nos ajudarão a compreender o que é o espaço-tempo nas teorias da relatividade de Einstein, suas origens e significados.

Na filosofia da ciência e em disputas que ocorrem dentro do terreno comum entre ciência e filosofia, encontramos uma noção que se torna importante com

alguns casos que aparecem no contexto do surgimento de novas áreas da ciência. Essa noção é a que chamamos de redução inter-teórica:

[...] a reduction is effected when the experimental laws of the secondary science (and if it has an adequate theory, its theory as well) are shown to be the logical consequences of the theoretical assumptions (inclusive of the coordinating definitions) of the primary science.⁷ (Nagel, 1961, p. 368)

A noção de redução inter-teórica é muito conhecida em áreas multidisciplinares como filosofia da mente e ciências cognitivas onde teorias de áreas diversas podem competir pela explicação de um dado fenômeno.

Filósofos e neurocientistas, ao argumentarem a favor do fisicalismo, utilizam a ideia de redução inter-teórica para defender que o estudo dos fenômenos e estados mentais agora estão sob a tutela das ciências que lidam com as explicações de fenômenos neuroquímicos e físico-químicos.⁸

Dentro da física de modo mais restrito, há mais casos de uma teoria sendo reduzida à outra por essa segunda explicar tudo que a outra fazia dentro de seu próprio arcabouço teórico. Isso aconteceu com alguns famosos casos dentre eles o do Boltzmann (1866) ao relacionar a termodinâmica à mecânica estatística⁹.

Podemos dizer então que a redução acontece quando um tipo de fenômeno que antes possuía uma área de investigação e teorias que lhe eram próprias é subsumido a uma outra teoria, geralmente nova, que visando explicar outros fenômenos ou ainda mesmo tratar de problemas físicos mais amplos, acaba por

⁷Nagel, (1961, p. 368): “[...] uma redução é efetuada quando as leis experimentais da ciência secundária (e se ela tiver uma teoria adequada, sua teoria também) são mostradas como as consequências lógicas dos pressupostos teóricos (incluindo as definições de coordenação) da ciência primária.”

⁸Geralmente o termo “fisicalismo” é utilizado em filosofia da mente quase como sinônimo de materialismo, porém, “materialismo” pode trazer uma carga maior de um significado metafísico mais amplo como fazer alusão aos atomistas ou materialistas da Modernidade que rivalizavam com filósofos como dualistas cartesianos e idealistas. Enquanto materialistas defendem que todas as coisas são formadas de matéria, os fisicalistas argumentam que tudo que existe é físico (levando em conta que coisas como campos e informação são físicos embora não compostos de matéria). Quando o assunto é filosofia da mente as teses que podemos chamar de fisicalistas ou materialistas concordarão no princípio de que a mente, estados mentais e a consciência são de algum modo derivados da matéria e dos processos físico-químicos de um corpo. Dentre alguns tipos de materialistas temos os redutivistas (teoria da identidade mente-cérebro), funcionalistas, eliminacionistas e dualistas de propriedades. Vide Churchland (2004).

⁹Redução da termodinâmica clássica à teoria cinética do calor (Nagel, 1961). A noção cinética da temperatura faz a temperatura ser vista como a energia cinética média das moléculas de um corpo, ou seja, o grau de agitação médio presente na estrutura molecular do mesmo. De acordo com Pellat (1895), essa visão tem como base o princípio de equivalência mecânica do calor que surge a partir dos trabalhos de Rumford (1800; 1814), Joule (1847; 1850; 1858), Mayer (1842) e Helmholtz (1847).

dar conta de todas as explicações e previsões da primeira dentro da linguagem e formalismos próprios da segunda.

Uma ideia que também está ligada a grandes mudanças na história da física é a de unificação. Muitas novidades e descobertas da física surgem em um contexto onde dois fenômenos que eram explicados e estudados de forma independente uns dos outros são assimilados por uma nova teoria que dá conta dos dois ao lidar com um problema maior e mais geral que os dois anteriores. Na atualidade a ideia de unificação se torna mais presente como algo que os físicos realmente almejam ativamente alcançar.

In the past forty years, theoretical physics has undergone a transformation in its avowed objectives as radical as any that has occurred in the last three centuries. This redirection has been at once tremendously effective and mysteriously quiet, a sort of velvet revolution in the conception of the aim of physical theory. [...] The transformation centers around the remarkable idea that the aim of physical theory is to achieve unification.¹⁰ (Maudlin, 1996, p. 129)

Essa perspectiva ronda a física dos dias atuais de modo claro na ideia de uma 'Teoria de Tudo'. Visto que hoje consideramos a gravidade, eletromagnetismo, força nuclear forte e a fraca as quatro forças fundamentais da natureza, uma teoria de tudo seria modelo de explicação, previsão e matematização que fosse capaz de descrever essas interações física a partir de um mesmo princípio. Como as forças nucleares e o eletromagnetismo estão hoje no escopo do modelo padrão de física de partículas e a gravidade hoje no domínio relativístico, ambos modelos incompatíveis, isso significaria que uma teoria de tudo hoje teria a desafiadora tarefa de unificar a teoria quântica e a teoria da relatividade:

Today, anyone inquiring, whether in popular or professional literature, into the current status of fundamental physical theory is virtually guaranteed to be told the following tale. In the first part of this century, physicists had verified the existence of four basic physical forces: electromagnetism, gravity, the strong nuclear force, and the weak nuclear force. Passably accurate theories of these forces individually have been developed, but those theories do not yet demonstrate any deep connection among all of the forces. The aim of physics is now to produce theories which unify these forces, which show, ultimately, that there is

¹⁰Maudlin (1996, p. 129): "Nos últimos quarenta anos, a física teórica sofreu uma transformação nos seus objetivos declarados tão radical quanto qualquer outra que tenha ocorrido nos últimos três séculos. Esse redirecionamento foi ao mesmo tempo tremendamente eficaz e misteriosamente silencioso, uma espécie de revolução aveludada na concepção do objetivo da teoria física. [...] A transformação centra-se na notável ideia de que o objetivo da teoria física é alcançar a unificação."

at base only one fundamental force in the universe, which has come to display itself as if it were many different forces.¹¹ (Maudlin, 1996, p.129)

Steven Weinberg (1994) segue essa linha de pensamento que Maudlin descreve e dá sinais de que está do lado dessa visão de objetivos da ciência que Maudlin chama de apenas de 'conto'. Weinberg chega enumerar os casos que ele considera grandes unificações. Em primeiro lugar, Weinberg chama de primeira grande unificação o trabalho de Newton no século XVII onde, com a gravitação universal, foi possível descrever tanto o comportamento dos corpos na Terra quanto os movimentos celestes, o que unificaria a gravitação e a astronomia. A segunda grande unificação seria a de James Clerk Maxwell com a teoria do eletromagnetismo que une em suas equações, os comportamentos e fenômenos relacionados aos campos elétricos e magnéticos junto de suas interações. A teoria do eletromagnetismo de Maxwell ainda teve o feito de descobrir a luz como uma onda eletromagnética e definir sua velocidade.

Aos empolgados e até mesmo românticos ao que se refere aos avanços da ciência não é difícil que acreditem na propaganda do 'conto' descrito por Maudlin em etapas ainda mais posteriores do programa de unificações teóricas.

The first step in this program has already been taken: electromagnetism has been unified with the weak nuclear force in the electroweak theory. The other steps, though still to be achieved, have already been named, and are to occur in a particular sequence. The electroweak force is to be unified with the strong nuclear force by a grand unified theory (GUT¹²), and then, in the final step, the GUT will somehow be unified with gravity in a theory of everything (TOE)¹³.¹⁴(Maudlin, 1996, p.129)

Maudlin discorda que no caso de Maxwell houve de fato uma unificação, apenas uma relação estabelecida onde um fenômeno pode gerar o outro mutua-

¹¹Maudlin (1996, p. 129): "Hoje em dia, qualquer pessoa que se informe, seja na literatura popular ou profissional, sobre o estado atual da teoria física fundamental, tem praticamente a garantia de ouvir o seguinte conto. Na primeira parte deste século, os físicos verificaram a existência de quatro forças físicas básicas: o eletromagnetismo, a gravidade, a força nuclear forte e a força nuclear fraca. Foram desenvolvidas teorias razoavelmente exatas sobre estas forças individualmente, mas essas teorias ainda não demonstram qualquer ligação profunda entre todas as forças. O objetivo da física é agora produzir teorias que unifiquem estas forças, que mostrem, em última análise, que existe na base apenas uma força fundamental no universo, que mostra-se como se fosse muitas forças diferentes."

¹²Grand Unified Theory.

¹³"Theory of Everything", "Teoria do Tudo", em tradução livre.

¹⁴Maudlin (1996, p. 129): "O primeiro passo neste programa já foi dado: o eletromagnetismo foi unificado com a força nuclear fraca na teoria eletrofraca. Os outros passos, embora ainda por alcançar, já foram nomeados e devem ocorrer numa sequência específica. A força electrofraca deverá ser unificada com a força nuclear forte por uma grande teoria unificada (GUT), e depois, no passo final, a GUT será de alguma forma unificada com a gravidade numa teoria de tudo (TOE)."

mente o que nos indica que alguns casos das chamadas unificações, algumas coisas podem ser controversas e que acreditar sem questionamentos na história contada a respeito das unificações é ingenuidade.

The next step up is law-like connection or correlation among physical forces. The paradigm here would be Maxwell's theory of electromagnetism, in which variation in certain electrical quantities gives rise to magnetic phenomena, and vice versa. Unlike the case of gravity and the electric force, neither electricity nor magnetism can be understood without reference to the other. Indeed, in some sense, Maxwell's theory does unify electricity and magnetism. But in another, deeper sense, electric and magnetic fields retain a completely distinct ontological status in Maxwell's theory. They may be nomically correlated, they may give rise to one another, but at base they are still entirely different entities¹⁵(Maudlin, 1996, p.131)

Mesmo não sendo um candidato ideal para exemplo de unificação de teorias, o eletromagnetismo de Maxwell ainda obteve importantes feitos. Embora seja em 1865 com o artigo *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field* que Maxwell apresenta de forma mais bem acabada suas equações para fenômenos eletromagnéticos, ele já escreve em 1861, no *On Physical Lines Of Force*, cálculos que derivam a velocidade de propagação da radiação eletromagnética e compara esses resultados com as medições da velocidade da luz feitas por outros cientistas. A parte VI de *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field* chamada de *Electromagnetic Theory of Light*¹⁶ inicia com a seguinte proposta:

At the commencement of this paper we made use of the optical hypothesis of an elastic medium through which the vibrations of light are propagated, in order to show that we have warrantable grounds for seeking, in the same medium, the cause of other phenomena as well as those of light. We then examined electromagnetic phenomena, seeking for their explanation in the properties of the field which surrounds the electrified or magnetic bodies. In this way we arrived at certain equations expressing certain properties of the electromagnetic

¹⁵Maudlin (1996, p. 131): "O passo seguinte é a conexão tipo lei ou correlação entre as forças físicas. O paradigma aqui seria a teoria do eletromagnetismo de Maxwell, na qual a variação de certas quantidades elétricas dá origem a fenômenos magnéticos e vice-versa. Ao contrário do que acontece com a gravidade e a força elétrica, nem a eletricidade nem o magnetismo podem ser compreendidos sem referência de um ao outro. De fato, em certo sentido, a teoria de Maxwell unifica a eletricidade e o magnetismo. Mas num outro sentido, mais profundo, os campos elétricos e magnéticos mantêm um estatuto ontológico completamente distinto na teoria de Maxwell. Podem estar correlacionados nomicamente, podem dar origem um ao outro, mas na base continuam a ser entidades completamente diferentes". (Tradução nossa).

¹⁶Teoria eletromagnética da luz.

field. We now proceed to investigate whether these properties of that which constitutes the electromagnetic field, deduced from electromagnetic phenomena alone, are sufficient to explain the propagation of light through the same substance¹⁷ (Maxwell, 1865, p. 497)

A descrição de propagação de ondas eletromagnéticas a que Maxwell chega pelos experimentos de W. Weber e R. Kohlrausch mostra uma velocidade de 310.740.000 *m/s*. Após isso é apresentado alguns resultados sobre a velocidade da luz sendo eles o de M. Fizeau no valor de 314.858.000 *m/s*¹⁸ e de M. Foucault 298.000.000 *m/s*.

Após isso Maxwell concretiza o que seria uma das maiores conclusões científicas do século XIX:

Hence the velocity of light deduced from experiment agrees sufficiently well with the value of v deduced from the only set of experiments we as yet possess. The value of v was determined by measuring the electromotive force with which a condenser of known capacity was charged, and then discharging the condenser through a galvanometer, so as to measure the quantity of electricity in it in electromagnetic measure. The only use made of light in the experiment was to see the instruments. The value of V found by M. Foucault was obtained by determining the angle through which a revolving mirror turned, while the light reflected from it went and returned along a measured course. No use whatever was made of electricity or magnetism. The agreement of the results seems to show that light and magnetism are affections of the same substance, and that light is an electromagnetic disturbance propagated through the field according to electromagnetic laws.¹⁹ (Maxwell, 1865, p. 499)

¹⁷Maxwell (1865, p. 497): “No início deste trabalho recorreremos à hipótese ótica de um meio elástico através do qual se propagam as vibrações da luz, para mostrar que temos fundamentos seguros para procurar, no mesmo meio, a causa de outros fenômenos, além dos da luz. Em seguida, examinamos os fenômenos eletromagnéticos, procurando a sua explicação nas propriedades do campo que envolve os corpos eletrizados ou magnéticos. Chegamos, assim, a certas equações que exprimem certas propriedades do campo eletromagnético. Passamos agora a investigar se estas propriedades do que constitui o campo eletromagnético, deduzidas apenas dos fenômenos eletromagnéticos, são suficientes para explicar a propagação da luz através da mesma substância.” (Tradução nossa).

¹⁸Maxwell (1861): “A velocidade das ondulações transversais no nosso meio hipotético, calculada a partir das experiências eletromagnéticas de MM. Kohlrausch e Weber, concorda tão exatamente com a velocidade da luz calculada a partir das experiências óticas de M. Fizeau, que dificilmente podemos evitar a inferência de que a luz consiste nas ondulações transversais do mesmo meio que é a causa dos fenômenos elétricos e magnéticos.”

¹⁹Maxwell (1865: p. 499): “Assim, a velocidade da luz deduzida da experiência concorda suficientemente bem com o valor de v deduzido do único conjunto de experiências que ainda possuímos. O valor de v foi determinado medindo a força eletromotriz com que um condensador de capacidade conhecida foi carregado e, em seguida, descarregando o condensador através de um galvanômetro, de modo a medir a quantidade de eletricidade nele contida em medida eletromagnética. A única

Desse modo, a teoria eletromagnética não só agora define a luz como uma onda eletromagnética dentro do espectro de frequências visíveis aos nossos olhos mas também fixa o que seria a sua velocidade de propagação (que hoje é definida como 299.792.458 *m/s*).

Com “afecções da mesma substância” Maxwell deduz que tanto a luz quanto as ondas eletromagnéticas são ondas que se propagariam em um mesmo meio e, portanto, seriam o mesmo tipo de fenômeno, assim como pensamos que ondas diferentes que se propagam pelo ar são ambas som. Esse meio em questão, o éter, era algo que os cientistas acreditavam ser necessário para a propagação das ondas eletromagnéticas já que ainda se acreditava que toda onda é uma perturbação de um meio.

Entre 1881 e 1887 os cientistas Albert Michelson e Edward Morley realizaram um experimento de um interferômetro que ficou conhecido como experiência de Michelson-Morley²⁰. Através desse experimento eles visavam observar a interação entre a luz e o éter e seus efeitos em uma comparação da velocidade relativa entre raios de luz.

O experimento consistia em separar um raio de luz em dois feixes com o uso de um semi-espelho fazendo-os percorrer distâncias perpendiculares de ida e volta iguais. Porém como o sistema não está em repouso, tanto pelos movimentos do planeta quanto por rotações adicionais imprimidas pelo experimento, a distância ‘absoluta’ (ou relativa ao éter) percorrida por um dos feixes seria maior.

Ao chocar os dois feixes, como se os fosse unir novamente, a diferença do tempo de ida e volta entre os feixes deveria gerar uma não sincronia entre os dois feixes de luz, um tipo de cancelamento de fase, criando uma interferência destrutiva no anteparo. Nenhuma interferência destrutiva foi encontrada em todas as versões do experimento.

utilização da luz na experiência foi para ver os instrumentos. O valor de *V* encontrado por M. Foucault foi obtido através da determinação do ângulo em que um espelho giratório girava, enquanto a luz reflectida por ele ia e voltava ao longo de um percurso medido. Não foi feita qualquer utilização da eletricidade ou do magnetismo. A concordância dos resultados parece mostrar que a luz e o magnetismo são afecções da mesma substância e que a luz é uma perturbação electromagnética que se propaga através do campo segundo as leis electromagnéticas.”

²⁰Ou interferômetro de Michelson-Morley.

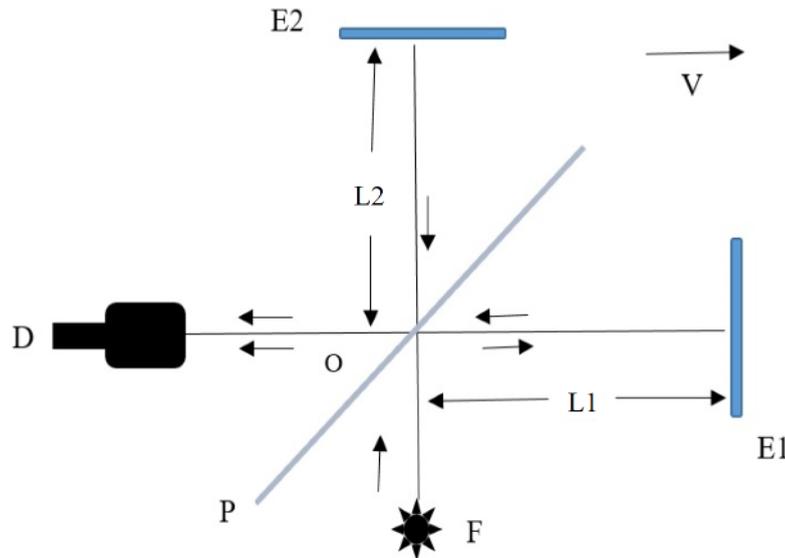


Figura 1.1: Esquema ilustrado do interferômetro de Michelson-Morley. Nussenzveig (2010, p. 178).

O interferômetro está representado esquematicamente na figura. Seus braços têm comprimentos $L1$ e $L2$. F é a fonte de luz, P a placa semiespelhada divisora do feixe, $E1$ e $E2$ são espelhos e D é a luneta de observação. (Nussenzveig, 2010, p. 178).

Note-se que, no esquema, V indica o movimento de todo o sistema, fazendo com que, em termos absolutos, a trajetória da luz em $L2$ não seja semelhante a de $L1$, sendo oblíqua conforme a Figura 1.1. Isso significa dizer que quando o sistema se move horizontalmente a trajetória feita pela luz em $L1$ é reta pois coincide com a direção do movimento do sistema enquanto o mesmo não ocorre com o feixe de $L2$ que, por ser direcionado verticalmente, acaba por realizar uma trajetória de desenho semelhante a um “triângulo” do ponto de vista do observador, ou seja, enquanto o em $L1$ a luz viaja apenas horizontalmente na ida e na volta, em $L2$ ela viaja em uma direção única horizontal ao mesmo tempo que realiza sua ida e volta verticalmente (vide Figura 1.2).

Essa distância a mais percorrida pela luz em $L2$, ao não ter gerado a interferência esperada no anteparo, permite concluir duas coisas: a hipótese do éter pode ser descartada e a velocidade da luz se mantém a mesma independente da velocidade (inercial) da sua fonte.

Einstein não cita o experimento do interferômetro em seu artigo de 1905, significando que ele se apoiou apenas no pressuposto da velocidade fixa da luz derivada das equações de Maxwell e nas desconfiança de Hendrik Lorentz de que o eletromagnetismo não parecia combinar com as doutrinas absolutistas sobre o espaço e o tempo. Isso não nega a importância do experimento de Michelson-

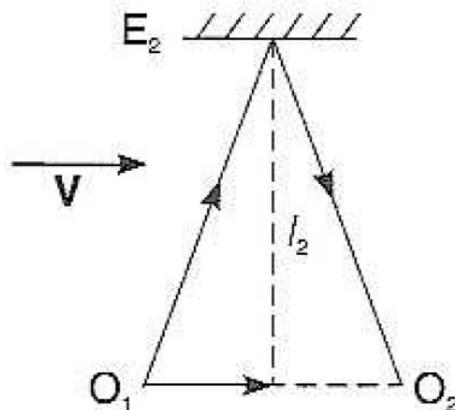


Figura 1.2: Trajetória oblíqua da luz em L2, em virtude do movimento do sistema. Nussenzveig (2010, p. 178).

Morley para o contexto da relatividade. Provavelmente, a proposta de Einstein foi ouvida (não completamente aceita) após sua publicação de 1905, graças ao surpreendente resultado do interferômetro.

Finalmente chegamos à célebre publicação de 1905, onde Einstein então postula os dois princípios que são a base da sua teoria:

(A) *PRINCÍPIO DA RELATIVIDADE RESTRITA: As leis físicas são as mesmas em todos os referenciais inerciais.*

Por outro lado, as equações de Maxwell são confirmadas como leis físicas válidas, e daí decorre o

(B) *PRINCÍPIO DA CONSTÂNCIA DA VELOCIDADE DA LUZ: A velocidade da luz no vácuo, c , é a mesma em todas as direções e em todos os referenciais inerciais²¹, e é independente do movimento da fonte.*

Esses dois princípios, porém são incompatíveis com a mecânica newtoniana, tornando necessário modificá-la. As modificações necessárias tomando (A) e (B) como pontos de partida, foram propostas por Albert Einstein em 1905, em seu trabalho "Sobre a Eletrodinâmica dos Corpos em Movimento". (Nussenzveig, 2010, p. 182).

Algo novo e surpreendente surge na física a partir disso. Se desde sempre considerava-se o espaço e o tempo absolutos como trabalhando juntos para desempenhar o papel de 'palco do mundo' onde os objetos atuavam desempenhando seus papéis e que a velocidade era uma medida que expressava a taxa de variação de posições no espaço em função do tempo, agora Einstein desafia esse entendimento. Concordando com as intenções declaradas nas palavras de Einstein em *Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento* (Traduzido por Piattella):

²¹Um referencial inercial é qualquer referencial que não esteja sob efeito de aceleração ou efeitos gravitacionais significativos.

Queremos elevar esta hipótese (cujo conteúdo será chamado doravante “princípio de relatividade”) para postulado e além disto incluir o postulado, aparentemente incompatível com o primeiro, que a luz propaga no espaço vazio sempre com uma determinada velocidade V , independente do estado de movimento do corpo que a emite. (Einstein apud Piattella, 2020, p. 158)

A proposta de Einstein inverte o que antes era fixo. Os princípios da relatividade implicam na velocidade da luz como uma constante universal (e velocidade máxima possível no universo) que se mantém enquanto o próprio espaço e tempo que variam a uma determinada taxa.

Explicando por meio de um exemplo, imagine a situação seguinte: uma pessoa se encontra em um veículo a 50% da velocidade da luz (c), ou seja, se desloca a $0,5c$. Essa pessoa acende uma lanterna e pode então verificar a velocidade da luz emitida pela fonte que já se encontra a $0,5c$. A física clássica diria que a velocidade da luz que sai da lanterna deveria ser somada à velocidade do veículo para qualquer observador em repouso do lado de fora, ou seja, em relação a esse observador a luz deveria ser notada a $1,5c$. Porém, o que acontece é que tanto quem está dentro do veículo quanto o que está fora concordam com a velocidade c que é constante para qualquer observador em referencial inercial. Qual a explicação para esse experimento mental, Einstein e sua teoria da relatividade dariam?

Einstein em sua teoria afirma que o espaço e o tempo são inseparavelmente ligados de modo que o tempo é uma dimensão junto das outras três formando um espaço-tempo quadridimensional. Quando os observadores distintos, o que está em movimento e o em repouso, concordam com a c o espaço e o tempo aparecem como diferentes para eles.

Quando um corpo se move próximo da velocidade da luz seu referencial sofre um fenômeno de dilatação temporal e contração espacial, ou seja, o seu tempo passa mais devagar e o espaço que ele percorre sofre um ‘achatamento’. Tudo isso porque para que a velocidade luz se mantenha a mesma para todos referenciais (e também para que não seja ultrapassada), o próprio espaço-tempo se deforma para que se preservem as ‘leis da natureza’.

O coeficiente de contração e dilatação do espaço e do tempo é dado pela equação da transformação de Lorentz:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Essa equação descreve o dilatação do tempo e a contração do espaço como um mesmo coeficiente. Ela descreve um comportamento praticamente Newtoniano para as velocidades do nosso cotidiano, mas mostra como os efeitos relativísticos tornam-se exponenciais quando chegamos a velocidades de ordem muito próximas a c .

Se pensamos γ como a razão na qual o espaço-tempo se deforma em relação a um observador e que essa razão γ se altera em função da velocidade desse observador em relação a um referencial, podemos usar a transformação de Lorentz para mensurar os efeitos relativísticos que uma velocidade muito alta tem para um observador em termos de espaço de tempo.

Plotando um gráfico que relaciona a velocidade de um corpo com o valor de γ no qual um observador sofreria como efeito relativístico temos a seguinte curva:

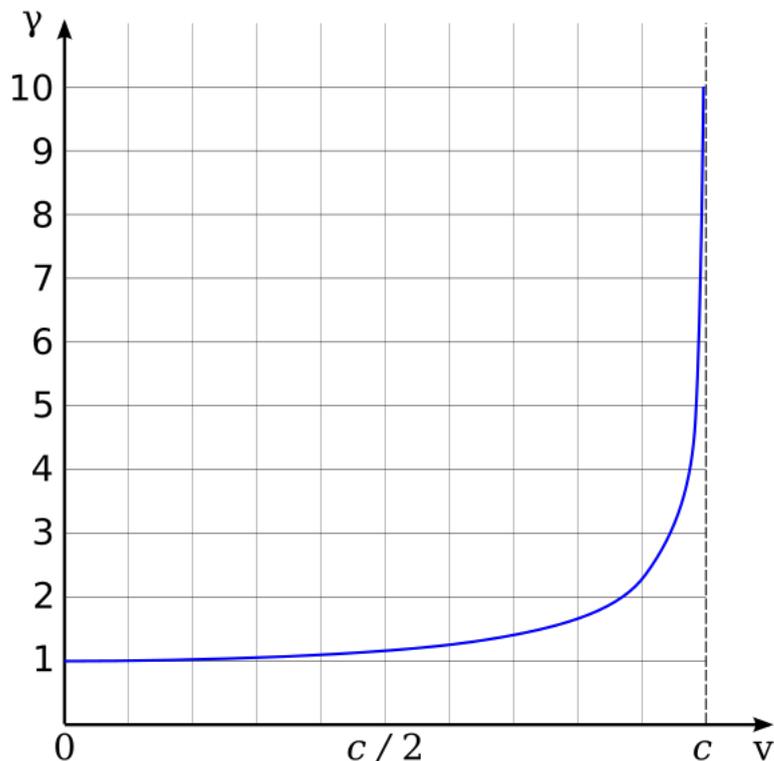


Figura 1.3: Gráfico da razão de dilatação temporal e contração espacial em função da velocidade do referencial obtidos através da transformação de Lorentz. Woan (2000, p. 64).

No gráfico temos no eixo horizontal a representação da velocidade de um observador em relação à velocidade da luz c , passando por $c/2$ e chegando a c . No eixo vertical, notamos o quanto os efeitos de γ são pouco, ou quase nada, percebidos em baixas velocidades, mas que um pouco depois de 50% de c ²² já

²²Não se engane, aqui já estamos falando de quase 150.000 km/s.

podem começar a serem percebidos e explodem para valores de γ cada vez mais exponencialmente absurdos na medida que a velocidade se aproxima de c .

Representando de forma numérica, podemos apresentar o crescimento de γ em função de v de forma mais precisa em velocidades mais extremas. Podemos mostrar também o inverso de γ para representar numericamente dilatação e contração ao mesmo tempo.

Velocidade relativa	Fator de Lorentz	Inverso
$\beta = v/c$	γ	$1/\gamma$
0%	1,000	1,000
10	1,005	0,995
50	1,155	0,867
60	1,25	0,8
80	1,66..	0,6
86,6	2,000	0,500
90	2,294	0,436
99	7,089	0,141
99,9	22,366	0,045

Figura 1.4: Tabela da razão de dilatação temporal e contração espacial em função da velocidade do referencial obtidos através da transformação de Lorentz.

A velocidade relativa β é a proporção que obtemos ao dividir a velocidade do observador pela velocidade para obtermos a porcentagem de c em que ele se movimenta.

O inverso de γ , $1/\gamma$ na tabela, nos mostra o equivalente multiplicativo de uma divisão. Por exemplo, tendo como velocidade v um valor correspondente a 86,6% de c , teríamos um valor de γ próximo de 2; portanto, para obtermos um tempo que foi dilatado por efeitos relativísticos, multiplicamos o tempo que passa para o referencial em repouso pelo valor de γ que é 2; e então, para obter o valor de um espaço no mesmo caso, após sua contração, devemos dividi-lo por γ ou multiplicá-lo pelo inverso do valor de γ que no caso corresponderia à 0,5.

A partir disso, a métrica criada por Minkowski para explicar o experimento de Michelson-Morley passa a ser adotada para representar a geometria e a matematização do espaço-tempo presente na teoria da relatividade restrita de Einstein. Enquanto na física de Newton o sistema de coordenadas utilizado para os cálculos são (x, y, z) , na métrica de Minkowski as coordenadas do espaço-tempo estão dispostas a partir de (t, x, y, z) . Toniato nos resume:

Na relatividade especial, cada referencial pode medir as dimensões de um objeto e sua velocidade, tudo em relação às suas coordenadas espaciais e temporal. Esses valores mudam de referencial para referencial, dando origem aos fenômenos da dilatação temporal e contração espacial. Quanto mais rápido se move um observador mais lentamente passa o tempo para ele, ao passo que as distâncias que ele mede ficam menores. (Toniato, 2020, p. 22)

A relatividade especial (também chamada de restrita) foi capaz de lidar com a velocidade constante da luz independente do observador e da velocidade da fonte que a emite. Como resultado adicionou mais uma dimensão na geometria do mundo, criando o conceito de espaço-tempo, onde essas dimensões interagem se dilatando e se contraindo para preservar a constância da velocidade da luz para cada referencial. Porém, a publicação feita por Einstein em 1905, não dizia nada sobre a relação da novidade teórica do espaço-tempo e sua matematização com a gravitação, que era outra componente da física clássica newtoniana que não poderia ser ignorada.

Capítulo 2

Metafísica: Do que se trata?

Neste capítulo, dissertamos acerca da discussão em torno do que é metafísica. Empregamos como uma das ferramentas a noção de metametafísica, mostrando-a como um solo fértil e promissor para tal tarefa, uma vez que ela se trata justamente de uma discussão que orbita as definições e tarefas mais adequadas para a disciplina em questão. A ideia é que ao longo do resto do trabalho seja possível notar através disso que diferentes visões em metametafísica podem nos levar a diferentes compreensões e teses metafísicas no que se referem aos mais variados assuntos, e no nosso caso relações metafísicas, a partir de um conceito de origem científica.

2.1 O que é metafísica pelo prisma da discussão metametafísica

Metametafísica é um programa de pesquisa recente da filosofia que se popularizou e se tornou um debate caloroso por volta de 2009 no meio filosófico analítico de língua inglesa após a publicação do livro/coletânea *Metametaphysics: New Essays on the Foundations of Ontology*, editada por David Chalmers, David Manley e Ryan Wasserman.

A metametafísica, segundo Tahko (2016), pode ser definida como o estudo sobre os fundamentos e a metodologia da metafísica. Se partimos da definição de que a metafísica é a área da filosofia que analisa e investiga a natureza da realidade em seus aspectos mais gerais, podemos então concluir que é tarefa da metametafísica versar sobre como podem ser as abordagens mais produtivas ou informativas no que tange aos esforços dos filósofos em descrever como o mundo se constitui.

Um aspecto importante que se faz presente na justificação do estudo e produção em metametafísica é a clarificação do debate. Como a metafísica trata de

ideias e temáticas amplamente gerais, às vezes, se torna difícil estabelecer alguns critérios objetivos, sobretudo em assuntos nos quais não se tem a possibilidade de apelar para evidências empíricas, espera-se que, ao estabelecer bons parâmetros metametafísicos o debate saia de situações em que existem disputas verbais para horizontes onde se pode encontrar reais discordâncias sobre as quais o debate seja significativo e produtivo. Assim, a metametafísica pode ver como sua tarefa a de limpar o campo para que os metafísicos possam de fato debater sobre metafísica. Sua importância é bem salientada por Lemos e Kraemer:

Essa delimitação é importante porque assim estaremos em uma posição adequada para estabelecer com um maior grau de precisão quais são os instrumentos teóricos que devemos usar para tratar de um problema metafísico. Podemos então perguntar ‘o que queremos dizer quando dizemos que x existe?’, ‘o quantificador existencial ($\exists x$) capta apropriadamente a noção de existência?’, ‘há alguma distinção entre os verbos ‘ser’, ‘existir’ e ‘haver’?’, ‘as perguntas metafísicas podem ser respondidas por métodos empíricos ou lógicos?’ (Lemos; Kraemer, 2021).

Diferentes filósofos consideram tarefas e métodos distintos como mais importantes para a metafísica e isso pode gerar teorias expressivamente distintas no modo como descrevem o mundo e a existência de objetos. Isso pode ocorrer mesmo quando consideramos teóricos de posições semelhantes quanto ao naturalismo e ao materialismo, por exemplo.

A abordagem mais conhecida em metafísica e metametafísica contemporâneas, ao menos na tradição analítica, é a quineana, influenciada pelo famoso artigo “Sobre o que Há”, no qual Quine defende que a tarefa da metafísica deve ser ontológica, ou seja, tratar de questões de existência por meio de comprometimentos metafísicos extraídos da análise lógica das melhores teorias científicas.

Assim, a perspectiva atual mais comum em metametafísica é de que a metametafísica se preocupa com questões de existência como se propriedades, significados, números, universais ou até mesmo entidades ficcionais existissem.

Faremos referência à estratégia de Schaffer (2009) ao lidar com o assunto, que se trata de apontar as características da abordagem quineana através das noções de *tarefa* e *método*.

- *Tarefa Quineana*: o dever da metafísica é nos dizer o que existe.

Schaffer explica em que consiste a tarefa quineana:

O que existe forma o domínio de quantificação. O domínio de quantificação é um conjunto (ou classe, ou ‘pluralidade’) – não possui estrutura

interna alguma. Em outras palavras, a tarefa quineana é fazer uma listagem de ‘seres’. (Schaffer, 2009, p. 348; tradução nossa)

Essa tarefa quineana deve ser atingida através do emprego de um método específico dado por Quine:

- *Método Quineano*: o método da metafísica é extrair comprometimentos ontológicos da nossa melhor teoria.

De modo simples, se afirmo em minha teoria algo que logicamente pode ser parafraseado como “existe um X que é F”, o papel do metafísico é analisar qual o comprometimento ontológico que um indivíduo deve ter com os entes no escopo quantificacional da proposição a fim de que ela possa ser verdadeira.

Embora essa proposta de Quine seja consideravelmente responsável por parte do renascimento da metafísica aos moldes analíticos como conhecemos hoje e a salvando do programa radicalmente antimetafísico, isso não quer dizer que ele mesmo possa ser considerado um autor muito simpático à metafísica de um modo geral. Sua proposta é radicalmente naturalista e até mesmo cientificista e, embora discorde de Carnap, seu professor, a respeito tanto do método quanto da tarefa da metafísica, ele não parece ter ido muito longe.

Não se faz necessário adotar esse programa metafísico para defender uma visão naturalista, como dito na introdução, e muito menos é preciso confiar em um autor “antimetafísico” a respeito de quais caminhos a metafísica deveria percorrer. Como dito anteriormente, há uma variedade de assuntos em metafísica atualmente que o ponto de vista quineano poderia suprimir.

Jonathan Schaffer discorda da abordagem de Quine no seu repercutido artigo “On What Grounds What” no qual ele defende uma perspectiva de *grounding*¹ para expor sua alternativa ao problema baseando-se na metafísica aristotélica:

Portanto, é evidente que compete a uma ciência única estudar o ente enquanto ente e aquilo que se lhe atribui enquanto é ente, e que esta mesma ciência estuda não apenas as essências², mas também seus atributos: os mencionados, e também “anterior” e “posterior”, “gênero” e “espécie”, “todo” e “parte”, bem como os outros desse tipo. (Aristóteles, *Met.* 1005^a 14–17, Trad. Lucas Angioni)

Schaffer emprega também noções das *Categorias* de Aristóteles para demonstrar como a noção de fundação está presente no que Aristóteles pensa da metafísica. A noção em questão é a de que todas as categorias possuem certa dependência em

¹Fundação metafísica.

²Da tradução que Schaffer usa em seu texto ele entende “essência” como substância.

relação a uma outra mais privilegiada ontologicamente, a substância. Assim, todas as outras se dizem em razão da substância de modo que o lugar é o lugar de uma substância, a afecção é a afecção de uma substância, a qualidade é a qualidade de uma substância e assim com todas as demais.

Essa prioridade acontece tanto na dependência explicativa³, no sentido de que explicar cada categoria necessite da ideia da substância tanto na dependência existencial⁴, no sentido que não haveria qualidades sem objetos nos quais elas pudessem aderir. Assim, ao destruir a substância, todas as demais categorias seriam destruídas juntamente. Com isso podemos chegar a tarefa e metodologia da metafísica aristotélica:

- *Tarefa Aristotélica*: O dever da metafísica é dizer o que fundamenta o que.

Ou seja, o neo-aristotelista iniciará a partir de uma visão hierarquizada da realidade por prioridade em natureza. As entidades primárias formam a estrutura esparsa do ser enquanto as relações de fundação geram uma superestrutura abundante de entidades posteriores. O que é primário é tudo que Deus precisaria criar. O que é posterior é fundado em, dependente de, e derivado disso. A tarefa da metafísica é delimitar essas estruturas. (Schaffer, 2009, p.351)

A noção de metafísica a partir da *tarefa aristotélica* na qual a posição de Aristóteles seria a de que essa disciplina estudaria os tipos e modos das substâncias junto de sua fundamentalidade, ou seja, investigaria em que medida outras coisas poderiam vir depender delas de alguma forma, nos aponta o caminho para o que seria o método para realizar tal tarefa.

- *Método Aristotélico*: O método da metafísica é analisar o que é fundamental junto do que é fundação⁵.

Autores mais inteirados do debate de metametafísica e que, portanto, conhecem mais do que somente o método e as tarefas quineanas concordariam então que a tarefa da metafísica é mais que apenas listar as coisas que existem 'de torradeiras a quarks'⁶. Esse é o caso de Kristie Miller (2016) que esclarece algumas injustiças praticadas por Schaffer (que supersimplifica a posição de quineana para argumentar a favor de sua própria) e ainda continua a apresentar a metafísica como sendo mais ampla do que apenas atribuir existência a determinados entes.

³Explicação de tipo metafísico

⁴A interpretação feita pelos metafísicos de grounding/fundação não admitem a possibilidade de uma substância depender de algo menos fundamental como uma não-substância.

⁵Schaffer (2009) usa a expressão "diagnostics for grounding".

⁶Miller (2016, p. 223)

Miller (2016) afirma que a metafísica não teria nem mesmo apenas a função de nos listar os tipos de objetos que podemos encontrar no mundo, mas queremos além disso estabelecer as relações entre essas coisas e as relações entre esses tipos de coisa, a metafísica quer saber como o mundo se estrutura.

Recently there has arisen a substantial debate in metaphysics about whether our world is flat as opposed to being what we might call mountainous. Those who think the world is mountainous think that some bits of the world depend on other bits of the world. They think that some bit of the world are fundamental, or at least, more fundamental than other bits, and that less fundamental bits of the world depend on more fundamental bits of the world. ⁷ (Miller, 2016, p. 223)

Assim, a visão de quem acredita nessa ideia é de que o mundo possui camadas, diferentes níveis, onde o nível “mais alto” é menos fundamental e é fundado, como que alicerçado, pelos níveis mais baixos, os mais fundamentais, que os apoiam. Essa estrutura do mundo é um assunto importante para os que pensam um mundo, nas palavras de Miller ‘*montanhoso*’⁸ em contrapartida do que ela chama de mundo ‘*plano*’⁹.

Os que creem na importância de delinear estruturas e relações em uma teoria metafísica precisam adicionar ao debate a noção de fundamentalidade para dar conta de descrever o mundo com as paisagens *montanhosas* que eles enxergam.

Nas palavras de Miller, uma determinada coisa é dita fundamental quando depende de nada e é derivada quando depende de algo. Imaguire, tanto em *Fundação Ontológica* (2020) quanto em *Substância e Fundamentalidade no Aristotelismo* (2023), diverge do uso da noção de dependência somente ao explicar a diferença conceitual que há entre fundação e dependência ontológica. De todo modo, apesar das discordâncias ficamos com a ideia de que relações de dependência e fundação são as ferramentas que os montanhosos utilizam para aumentar a expressividade que uma metafísica pode ter ao delinear a estrutura do mundo em seus diversos andares da realidade.

Essa abordagem que busca as relações de fundamentalidade para explicar o mundo mostra sua influência neo-aristotélica ao chamar os entes fundamentais, aqueles que não são fundados por nada e não dependem ontologicamente de

⁷Miller (2016, p. 223): Recentemente, surgiu um debate substancial no domínio da metafísica sobre a questão de saber se o nosso mundo é plano, em oposição a aquilo a que poderíamos chamar montanhoso. Aqueles que pensam que o mundo é montanhoso pensam que algumas partes do mundo dependem de outras partes do mundo. Pensam que algumas partes do mundo são fundamentais, ou pelo menos mais fundamentais do que outras, e que partes menos fundamentais do mundo dependem de partes mais fundamentais do mundo.

⁸*Mountainous*, no original.

⁹*Flat*, no original.

nenhum nada, de substâncias. Schaffer cita Gill e eu cito de forma mais ampliada sobre o papel da substância na visão metafísica de categorias de Aristóteles que influencia o trato da visão neo-aristotélica nisso:

The puzzle about matter and composite substances lies at the intersection of Aristotle's theory of substance and his theory of change. The problem, which I will call 'the paradox of unity', can be stated by appeal to some central Aristotelian themes. Aristotle uses various criteria in deciding what things are primary substances. In the *Categories* the main criterion is ontological priority. An entity is ontologically primary if other things depend for their existence on it, while it does not depend in a comparable way on them. The primary substances of the *Categories*, such as particular men and horses, are subjects that ground the existence of other things; some of the nonprimary things, such as qualities and quantities, exist because they modify the primary substances, and others, such as substantial species and genera, exist because they classify the primary entities. The primary substances are the ultimate subjects to which other things belong as predicates but which are not themselves predicated of anything else.¹⁰ Therefore the existence of other things depends upon the existence of these basic entities; if they were removed, everything else would be removed as well¹¹.¹² (Gill, 2020, p. 3)

2.2 Aristóteles e a metafísica como ciência do ser enquanto ser

Quando buscamos definições sobre o que é metafísica encontramos muitas coisas distintas em meio ao material que encontramos e isso se deve a diferentes motivos. Os mais comuns dos motivos são as noções mais vulgares e de senso

¹⁰*Categorias* 2, 1^b3-6; 5, 2^a11-14; 2^a34-^b6; cf. 2^b37 – 3^a9.

¹¹*Categorias* 5, 2^b3 – 6.

¹²Gill (2020, p. 3): "O quebra-cabeças sobre a matéria e as substâncias compostas encontra-se na intersecção entre a teoria da substância de Aristóteles e a sua teoria da mudança. O problema, a que chamarei "o paradoxo da unidade", pode ser enunciado apelando a alguns temas aristotélicos centrais. Aristóteles utiliza vários critérios para decidir quais as coisas que são substâncias primárias. Nas *Categorias*, o principal critério é a prioridade ontológica. Uma entidade é ontologicamente primária se as outras coisas dependerem dela para a sua existência, enquanto ela não depende delas de forma equivalente. As substâncias primárias das *Categorias*, como os homens e os cavalos, são sujeitos que fundamentam a existência de outras coisas; algumas das coisas não primárias, como as qualidades e as quantidades, existem porque modificam as substâncias primárias, e outras, como as espécies e os gêneros substanciais, existem porque classificam as entidades primárias. As substâncias primárias são os sujeitos últimos aos quais as outras coisas pertencem como predicados, mas que não são eles próprios predicados de qualquer outra coisa. Portanto, a existência de outras coisas depende da existência destas entidades básicas; se estas fossem removidas, tudo o resto seria removido também."

comum espalhadas pela cultura popular que geralmente chegam junto de um uso não atento aos pormenores que um olhar mais filosófico viria a ter. Nesse contexto, vemos pessoas se referindo a “coisas metafísicas” como sendo coisas imateriais, objetos de um suposto mundo espiritual e até mesmo como ideias místicas. Um outro tipo de motivo advém de uma tentativa do uso filosófico do termo, porém recaem sob a definição supostamente Aristotélica de que a metafísica é a “ciência do ser enquanto ser”.

De fato pensar na metafísica enquanto investigações do “ser enquanto ser” remonta à filosofia de Aristóteles em algum sentido, mas permanece pouco informativa. O que queremos dizer com a palavra “ser”? Se acrescentarmos o complemento “enquanto ser” nessa expressão e forçarmos um pouco nosso “*filosofês*” talvez podemos sem muito rigor chegar à noção de que com isso entendemos que a metafísica é o empreendimento intelectual que versa sobre o ser e a existência das coisa da forma mais geral e ausente de determinações possível, mas isso de fato faz algum sentido à luz da filosofia de Aristóteles?

Por mais que Aristóteles não tenha usado o termo metafísica em seus escritos, atribuímos esse termo à sua obra na qual ele trata o que chama de filosofia primeira por motivos históricos e de organização de seu *corpus* filosófico¹³. Como ele não acredita ser possível uma ciência do ser em geral, o objetivo dessa filosofia primeira é então lidar com o modo mais fundamental que podemos ser.

A ideia de que o ser se diz de muitas maneiras ou que há categorias do ser, mas que todavia há um modo que é primeiro ou mais explicativo que os outros pode ser atribuída à noção de significação focal. Vamos ver o que podemos traçar de relação entre isso e a Metafísica como ciência do ser enquanto ser de Aristóteles de acordo o texto *Unidade do gênero e outras unidades em Aristóteles: significação focal, relação de consecução, semelhança, analogia* de Marco Zingano.

Aristóteles defende que o ser se diz de muitas maneiras de modo podemos atribuir a um objeto diversas categorias de modo que possamos conhecê-lo. Como nesse contexto Aristóteles chama tanto gênero, espécie, indivíduo, e outras categorias de coisas e que a um mesmo objeto se pode atribuir diversas categorias, então existem coisas que não são de fatos tão básicos e fundamentais. Em (1003a 33) no livro IV (gamma) da Metafísica, Aristóteles afirma que certas coisas são entes porque são essências, outras porque são afecções dessas essências, outras qualidades e etc; mas nós sabemos que em sua teoria muitos desses entes não poderiam existir sem algo no que lhes pudessem ser substrato, a saber, a substância. Então podemos afirmar que uma qualidade qualquer como uma cor não poderia existir

¹³“Andrônico de Rhodes, o décimo primeiro diretor do Liceu dos dos Peripatéticos, viveu por volta do ano 70 a.C. A sua principal obra foi a organização dos escritos de Aristóteles, cujos materiais lhe tinham sido fornecidos por Tirânio.” (*Encyclopædia Britannica*, 1878).

sem um objeto na qual ela possa aderir de modo que se o objeto e a qualidade ambos são coisas (entes), então parece que um deles é anterior ao outro.

Aristóteles usa o livro IV da metafísica, principalmente nos primeiros três capítulos para defender uma ciência própria do filósofo, uma que pode ser capaz de tratar do ente na medida em que ele é ente, uma ciência que de acordo com Aristóteles é do ser enquanto ser. Segundo Aristóteles todo gênero único pode ter uma ciência única, ou seja, que as coisas materiais podem estudar os entes na medida em que são coisas materiais, animais podem ter uma que os estuda enquanto animais e um exemplo dado por ele em [1003b 19] é que “a ciência escrita” estuda todas as vozes. Dentre todos os saberes e ciências então, compete à Metafísica ser como em (1003b 16):

Em todos os casos, a ciência é preponderantemente do item primeiro, isto é, daquilo de que os demais dependem, e daquilo através de que se denominam. Ora, se isto é a essência, é preciso que o filósofo detenha os princípios e as causas das essências.

Isso se dá pois se as partes da filosofia acompanharem em número e quantidade as essências (modos efetivamente explicativos de se dizer o ser), então será necessário que uma dessas partes seja primeira. Se a cada gênero que podemos atribuir ao ente há uma ciência que lhe é própria, então compete ao filósofo uma ciência que conheça todos esses modos de se falar do ser.

Zingano começa a falar de significação focal reforçando que os distintos modos de se dizer do ser não é um fato meramente semântico. Por mais que expressas por meio de sentenças da linguagem nas definições, as essências são ancoradas no mundo para além do significado das palavras. Isso atribui um caráter mais realista à noção de significação focal e a reforça como uma ferramenta de interpretação de teses metafísicas aristotélicas.

A tese das categorias de Aristóteles parece apresentar uma certa separação do ser em outras coisas. Se pode falar de um objeto, pelo seu gênero, diferença específica, espécie e etc. Mas há uma noção importante de unidade em torno da ideia de substância que é a categoria na qual todas as outras categorias devem se referir em suas definições. Segundo Zingano a noção de significação focal de G. E. L. Owen¹⁴ capta bem esse traço chave.

A ideia principal da significação focal é a hierarquia da substância em relação às outras categorias, ou seja, a substância é o ser primeiro na medida em que

¹⁴G.E.L. Owen, *Logic and Metaphysics in some Earlier Works of Aristotle*, in Owen e I. Düring (eds.), *Aristotle and Plato in the Mid-Fourth Century*, 1960 p. 163-190; tradução brasileira em M. Zingano (ed.), *Sobre a Metafísica de Aristóteles*, Odysseus 2009, p. 177-204.

todas as outras categorias necessariamente precisam fazer referência à substância em suas definições, enquanto a substância não precisa fazer a referência de volta. Desse modo, uma qualidade é sempre uma qualidade de uma substância; quantidade sempre uma quantidade de uma substância assim por diante com as demais categorias.

A relação que Zingano aponta que é estabelecida entre a substância e a definição de outras categorias por essa referência necessária que as definições devem fazer à substância é a dependência ontológica, ou seja, as categorias dependem da substância para seu ser mas a substância não depende das categorias. A possibilidade da existência (ou instanciação) de uma qualidade como uma cor depende de uma substância, mas a substância não depende de suas qualidades e afecções para sua existência.

Zingano diz que Aristóteles rememora em Delta 11 da Metafísica o princípio da co-destruição como um critério para definir “quem depende de quem”: B depende de A se quando A é destruído B é destruído também, mas não o contrário. O que segundo Zingano se aplica perfeitamente à substância em relação às demais categorias. A tese da significação focal então, no que concerne ao campo metafísico, estabelece essa relação de dependência ontológica e do que ele vai chamar de primazia natural: primeiro a substância nos dá o ‘que’ da coisa e posteriormente as outras categorias nos dão o ‘como’ da coisa.

Outro ponto que se deve atentar no texto do Zingano é que a significação focal não pede uma hierarquia entre as categorias. Todas as outras categorias dependem igualmente da substância sem estabelecer uma prioridade nem relações causais entre elas, com o objetivo de unificar o múltiplo que se pode definir do ser em relação a uma mesma categoria, a substância, de modo que as outras categorias não sejam ordenadas após ela e nem reduzidas a ela.

Como então para Aristóteles diversos gêneros e categorias do ser podem nos dar diferentes ciências e que então essa diversidade do ser nos levaria a inúmeros domínios do saber, a Significação Focal nos permite colocar em uma unidade essa variedade/dispersão que as categorias do ser nos impõem a partir da doutrina da substância e tornando possível uma metafísica como uma ciência unificada do ser mesmo que ele não seja um gênero.

2.3 Ontologia *flat* e ordenada: métodos quineano e neo-aristotélico

A partir do objeto de estudo da metametáfísica sabemos que existe uma variedade de metametafísicos e metafísicos que divergem a respeito do que seria a metafísica e seus objetivos e métodos. Sabemos que a posição mais dominante, e desse modo, “a ser batida” é a derivada de Quine. Ela assume esse posto de “a ser batida” por conseguir certo destaque e domínio dentro da metafísica de modo que todas as variadas visões discordantes precisam se justificar mostrando suas vantagens em relação ao método quineano para que estabeleçam como mais uma das opções dentre as outras.

É por essa razão que usamos a metametáfísica influenciada por Quine como contraponto ao apresentar a proposta dos filósofos que usam a noção de *grounding* para construir uma visão de influência aristotélica em metafísica.

De forma geral, apresentar as diferenças entre essas duas vertentes significa levantar a questão “o nosso mundo é estruturado?”. Isso porque em um primeiro momento essas posições são opostas ao responder essa pergunta, embora em alguns pontos mais avançados isso seja um pouco mais discutível.

Como vimos na seção 2.1, Schaffer se apoia em posições aristotélicas acerca do que o filósofo considera ser a disciplina da metafísica por excelência e captura a tendência da permissividade ontológica. Não faz sentido, ou seria pouco proveitoso, se ater tão cuidadosamente à existência ou não de certo ente, assim, seu posicionamento é de que a metafísica é mais produtiva em ideias e expressão da realidade se assumirmos a existência de uma ampla gama de entes: números, mente, personagens ficcionais, partes mereológicas e propriedades.

A diferença de uma abordagem de tendência a igualar metafísica à ontologia de uma abordagem que foca seus esforços em explicar as relações de prioridade e de fundação vai acarretar em uma diferença do que chamaremos de estruturas metafísicas.

Schaffer (2009) defende que com essas duas tarefas estruturalmente distintas para a investigação metafísica se chega às estruturas metafísicas *flat*¹⁵ e ordenada.

O objetivo da estrutura aos moldes de Quine é plana, ou seja, a tarefa é nos oferecer o conjunto de entes E onde para cada entidade apontada ela pertence a E ou não pertence a E . Não existe estrutura em E .

Para a visão neo-aristotélica a estrutura metafísica é ordenada e o objetivo é fornecer o par ordenado $\langle F, G \rangle$ que são de entidades fundamentais e relações de fundação respectivamente que, segundo Schaffer, geram o que ele chama de

¹⁵Plana.

“hierarquia do ser”.

Aqui as possíveis classificações dos entes têm quatro posições ocupáveis. A entidade pode estar em F como um ente fundamental, pode estar em G sendo uma relação de fundação, pode ser algo gerado de F por meio de G sendo uma coisa derivada e, por último, pode ser classificada como não existente.

Uma terceira estrutura metafísica que pode ser derivada de uma inspiração das Categorias mas que poderia ser identificada como usada por Descartes, por exemplo, é a *sortida*. O seu objetivo é nos fornecer o número n de categorias e nos fornecer os conjuntos $E_1 - E_n$ de entes em cada categoria.

Para cada entidade apontada para a estrutura *sortida*¹⁶ as opções de classificação possíveis para ela são, para um número n de categorias, igual a $n + 1$. A razão de ser $n + 1$ é porque essa entidade pode pertencer a $E_1, E_2, E_3 \dots E_n$ ou por fim classificado como inexistente.

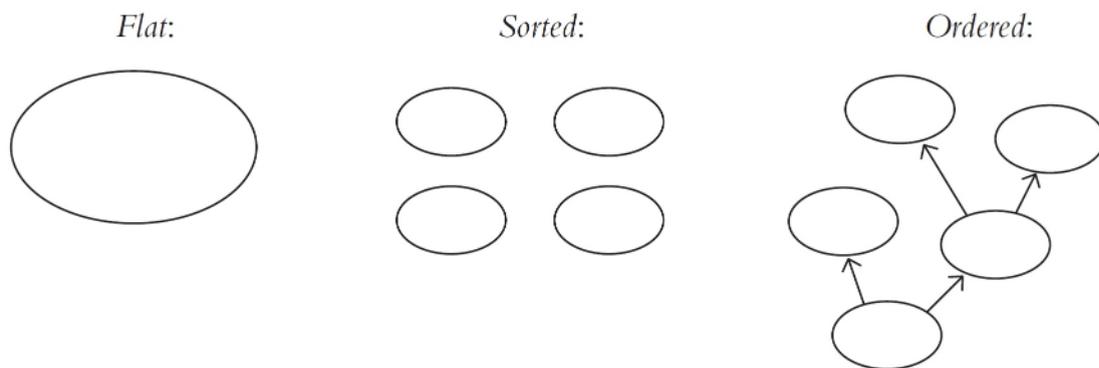


Figura 2.1: *Esquemas de estruturas metafísicas*. Schaffer (2009, p. 355).

Em resumo, aproveitando o esquema da imagem e ordenando os tipos de estrutura do menos ao mais informativo, de acordo com Schaffer, teremos:

- Estrutura *flat*: O objetivo da investigação metafísica é uma lista não estruturada E de existentes.
- Estrutura *sortida*: Os objetivos da investigação metafísica são (i) o número n de categorias e (ii) listar de E_1 a E_n as entidades de cada um das categorias.
- Estrutura ordenada: O objetivo da investigação metafísica é obter uma hierarquia ordenada através de (i) a lista das substâncias F e (ii) uma lista das relações de fundação G .

Esse esquema ilustra algo que queremos relembrar da seção 2.1. Essas diferentes estruturas criam uma variedade de ontologias distintas. A ontologia *flat*

¹⁶Equivalente ao que no diagrama aparece como *sorted*.

assume a existência de apenas um tipo de ente, os que Quine chamaria apenas de os que "there are"¹⁷. A ontologia sortida, embora não forneça nenhuma estrutura interna a cada conjunto de entes, informa pelo menos dois tipos de entes distintos, podendo variar de dois a n tipos de entidade no mundo. A ontologia ordenada possui características ainda mais interessantes, agora temos níveis ontológicos distintos sendo alguns mais básicos e fundamentais que outros e a presença de alguns níveis completante derivados e dependentes dos que os funda. Na ontologia ordenada encontramos alguns entes fundamentando outros e essas relações são representadas pelas setas no diagrama acima e algo a mais que ela traz em relação às demais é que dentre as coisas que existem considera-se também as relações de fundação.

A conclusão dessa subseção pode ser feita expondo os argumentos de Schaffer ao comparar a força explicativa/descriptiva de cada estrutura que baseiam-se no critério de informações que cada método pode oferecer em suas classificações de modo que alguns métodos parecem fazer o que outros fazem mas não o contrário.

A estrutura *flat* seria então menos informativa que a sortida, que por sua vez seria menos informativa que a ordenada. A ontologia *flat* não abarca a sortida e nem mesmo a ordenada. De uma lista de entidades não se pode extrair suas ordem ou classificação, ou seja, E não pode nos dar E_1-E_n nem mesmo $\langle F, G \rangle$.

Já a ontologia sortida abarca tudo que a *flat* pode fazer uma vez que podemos extrair E de $\cup(E_1-E_n)$. Porém, o mesmo não vale em relação à ontologia ordenada. " E_j does not determine what is basic among entities of that sort, nor does anything determine priority between entities of sorts E_j and E_k ".¹⁸(Schaffer, 2009, p. 355)

Por último, podemos expor brevemente o porque da ontologia ordenada abarcar tanto a *flat* quanto a sortida, realizando tanto as tarefas das outras ontologias quanto as próprias, segundo Schaffer. A ontologia ordenada abarca a *flat* já que $x \in E$ se e somente se x pertence a F que está em contato com os G s. O mesmo ocorre em relação à sortida, que se pensarmos as categorias como sendo determinadas pelas diferentes relações de fundação.¹⁹

¹⁷Existem.

¹⁸ E_j não determina o que é básico dentre as entidades de seu tipo, nem nada determina prioridade entre entidades do tipo E_j e E_k .

¹⁹O que é o caso do Schaffer. Schaffer usa da interpretação de significação focal das *Categorias* de aristóteles defendendo que categorias são os modos de como as coisas são fundadas em ou "dependem da substância".

Capítulo 3

Espaço-tempo e metafísica: fundação e dependência ontológica

Já vimos nos capítulos anteriores a origem e as definições de espaço-tempo no contexto da teoria da relatividade de Albert Einstein ¹e, ao menos dois caminhos possíveis ao se pensar a tarefa e método da metafísica enquanto disciplina filosófica, por mais que tenhamos focado um pouco mais na perspectiva estruturada de mundo proveniente da ontologia adotada pelos neo-aristotélicos como Fine, Schaffer e Imaguire.

A partir da exposição que fizemos anteriormente vamos então no presente capítulo tratar das noções de relação metafísica e de sua importância e expressividade ao descrever a realidade do mundo, de dependência ontológica junto de fundação metafísica e de substancialismo monista sobre espaço-tempo.

Após isso, poderemos investigar como essas relações em questão podem ser usadas para pensar, a partir do substantivismo monista, o espaço-tempo como um tipo de ente anterior aos objetos espaço-temporais ocupando uma posição mais básica ou fundamental em uma hierarquia dos seres.

3.1 Relações metafísicas

Dentro da reflexão a respeito da constituição do mundo é natural pensarmos em termos de existência como “quais coisas constituem o mundo?”, o que nos levaria facilmente a uma ontologia *flat* como a de Quine que, ao colocar que a pergunta fundamental da metafísica seria “o que há?”, nos obriga a pensar nos objetos isolados uns dos outros. Nessa visão, onde a cardinalidade de entes no conjunto do que existe é o que importa, outras coisas que parecem ser responsáveis

¹A restrita (ou especial) mais especificamente.

por um outro caráter da realidade são ignoradas que nos levariam a sair da questão do o que existe para chegarmos na do como existe. Quando pensamos os objetos separadamente perguntando apenas por sua existência, esquecemos de toda uma gama de possibilidades de questionamentos que podem ser metafísicos por excelência e que habitam da natureza do objeto, que é o que está na pergunta do como existe. Quando vamos falar da natureza de uma coisa muitas noções importantes passam a ser consideradas na investigação metafísica como suas propriedades e possibilidade mas também, além disso, coisas como sua origem, seus fundamentos e outras relações que podem estabelecer com o mundo e outros objetos. Um modo de exemplificar isso é que ao conhecer uma pessoa nova é óbvio para nós que ela existe, e um modo mais informativo que nos revelaria algo a respeito seria por sua vez, sua origem, seus pais, sua rede de pessoas conhecidas, seu trabalho e coisas da qual depende relações sociais que estabelece.

3.2 Dependência ontológica e fundação metafísica

Já vimos ao longo do trabalho como existem diferentes visões em metafísica com posições metametafísicas distintas. Vimos como na visão metametafísica não ‘plana’ o interesse é encontrar uma estrutura na qual os entes e fatos podem se apoiar em outros de modo que o que entendemos por realidade se mostre como uma cadeia hierárquica onde alguns elementos executam um papel mais básico e fundamental que outros.

Essa ordem que se estabelece entre as coisas do mundo a fim de formar essa estrutura é criada por mais que apenas os entes, mas também as relações entre eles. Vimos como somente afirmar a existência de uma coisa não diz tanto sobre sua natureza e que sondar as relações estabelecidas por determinada entidade pode adicionar muita informação produtiva em nossa descrição metafísica desse ente.

Para além disso, vimos que há uma espécie de estrutura para teorias metafísicas que considera em sua ontologia não só os entes mais básicos, as substâncias, e nem somente elas junto de seus derivados, mas que afirma ontologicamente a existência dessas relações.

Mas de quais relações estamos falando, quando lidamos com a construção dos esquemas que acabamos de citar? Estamos falando da relação de dependência ontológica e da relação de fundação ontológica²

A relação de dependência ontológica versa sobre as condições de existência de um objeto. De forma mais específica, quando essa condição de existência é a

²Também conhecido como *grounding*.

existência de outro do qual ele é ontologicamente dependente. Fine em *Ontological Dependence* conta um pouco sobre já estão presentes na Antiguidade em Aristóteles:

Accounts of dependence in modal/existential terms have had a long history. For example, Aristotle in the *Metaphysics* (1019^a1 – 4) takes things to be ‘prior and posterior... in respect of nature and substance’ when the priors ‘can be without the other things, while the others cannot be without them’; and the obvious way to construe him is by reference to the notions of existence and modality.³ (Fine, 1995, 1987, p. 270)

Embora haja diversas variações, a visão mais popular é a de que a dependência ontológica consiste em uma relação necessária entre a existência de uma coisa e de outra:

[...] dependência ontológica ou existencial [...] trata das relações entre objetos em geral. A dependência ontológica de um objeto em outro ou outros é uma necessidade *de re*: o objeto ele mesmo não pode existir se outros não existirem. (Simons, 1987, p. 294–295, tradução nossa)

Muitas dependências podem ser traçadas sob aspectos diferentes. Podemos considerar dependências históricas como a de algo que cria outra coisa, dependências contínuas que desempenham um condição fixa de existência, dependências rígidas e dependências genéricas.

Personagens da literatura dependem de seus autores para surgirem como Monkey D. Luffy depende de Eiichiro Oda na sua criação ou como nós dependemos de nossos pais para nascer e, contudo, podemos continuar existindo após a vida deles chegar ao fim (ou depois de sair da casa deles). Esse seria um tipo de dependência histórica, aquela que remete à origem do ente.

Um exemplo clássico de dependência constante é o da boca e um sorriso. Se a boca deixa de existir o sorriso desaparece imediatamente. Uma relação interessante entre a dependência contínua e a histórica é que sempre que há uma dependência contínua a histórica se segue. “[...] se uma banda depende dos seus músicos para continuar existindo, é evidente que sem esses músicos ela não teria nem sequer surgido” (Braidão, 2010, p. 79).

A dependência rígida é caracterizada quando uma coisa depende de outra de modo que essa segunda coisa é algo particular, impossível de ser substituído

³Fine (1995, 1987, p. 270): “Explicações de dependência em termos modais ou existenciais têm uma longa história. Por exemplo, Aristóteles, na *Metafísica* (1019^a1 – 4), considera que as coisas são “anteriores e posteriores [...] no que diz respeito à natureza e à substância” quando as anteriores “podem ser sem as outras coisas, enquanto as posteriores não podem ser sem elas”; e a forma óbvia de o interpretar é por referência às noções de existência e de modalidade.” (Tradução nossa).

nesse caso. Como a virtude de Sócrates depende de Sócrates para existir, ou a vermelhidão particular de uma guitarra depende daquela guitarra para existir. Outra guitarra já vai possuir outra vermelhidão que depende dela e assim por diante. Segundo Imaguire (2020) a definição seria:

- X depende (rigidamente) de Y = necessariamente, se X existe, então Y existe.

A dependência genérica possui um nome sugestivo, embora uma coisa dependa de outra para existir essa segunda não precisa ser uma específica, por exemplo, as Cataratas do Iguaçu é um conjunto de aproximadamente 275 quedas d'água que podem chegar a ser a terceira maior do mundo em volume de água e se localiza no Brasil. Por se tratar de cataratas, ou seja, um aglomerado de quedas d'água, ela depende ontologicamente da água que passa e cai por elas, porém muito volume d'água entra e sai delas indiscriminadamente e a identidade de nenhuma parte específica dessa água implica na sua existência, então podemos dizer que elas dependem genericamente da água. Essa propriedade Imaguire define como:

- X depende (genericamente) de Y 's = necessariamente, se X existe, então algum Y existe.

Como vimos, a noção de dependência ontológica faz uso de ligações existenciais necessárias, ou seja, claramente estamos usando noções modais para tentar compreender essa relação. Kit Fine define essa dependência expressando-a por meio de uma fórmula de lógica modal que a define.

One thing x will depend upon another y just in case it is necessary that y exists if x exists. Of course, the resulting account is sensitive to the interpretation of necessity; and it might even be suggested that the various senses of dependence are to be obtained by varying that interpretation. Thus when the necessity is metaphysical, the sense of dependence will be metaphysical, as required here; and similarly when the necessity is causal or biological or epistemic in character.⁴ (Fine, 1995, p. 270)

Em termos da lógica modal como Fine apresenta:

⁴Fine (1995, p. 270): "Uma coisa x dependerá de outra y apenas no caso de ser necessário que y exista se x existir. É claro que a explicação resultante é sensível à interpretação da necessidade; e pode até ser sugerido que os vários sentidos de dependência devem ser obtidos variando essa interpretação. Assim, quando a necessidade é metafísica, o sentido de dependência será metafísico, como aqui se exige; e do mesmo modo quando a necessidade é causal, biológica ou epistêmica." (Tradução nossa).

$$\Box(\text{Ex} \rightarrow \text{Ey}) \quad (3.1)$$

Porém, a definição modal existencial tem seus problemas. A noção de mundos possíveis pode encontrar alguns problemas quando os dois termos da relação ocorrem ao mesmo tempo em todos mundos possíveis como, por exemplo, Sócrates e seu conjunto unitário. Não é impossível que a relação de dependência ontológica se estabeleça no exemplo dado, porém a definição modal existencial não permite que se identifique quem depende de quem.⁵

Em outros, é flagrante a dependência mútua das duas coisas ligadas pela relação, como no caso de Sócrates e sua cabeça. Primeiramente, em todo mundo possível que Sócrates existe, sua cabeça também existe, e em segundo lugar, ele depende tanto da sua cabeça para se manter existente quanto a sua cabeça precisa de sua totalidade para existir. A dependência ontológica em termos existenciais modais não parece dar conta disso.⁶

É para resolver problemas como esses que as explicações modais geralmente enfrentam aquilo que Kit Fine cunha em seu artigo *Essence and Modality* de 1994, as noções de fundação metafísica.

Essa contribuição de Fine influencia a postura metametafísica de Schaffer (2009) que no seu artigo *On What Grounds What*, defende uma visão filosófica muito bem expressa por Imaguire:

A intuição que sustenta a noção de fundação é a de que a realidade não é uma simples e monótona coleção de fatos ou entidades. A realidade é construída em vários níveis hierárquicos, onde fatos menos fundamentais são determinados por fatos mais fundamentais, como os andares de uma construção. Cada nível é fundado em outro nível mais fundamental. A relação de fundação seria responsável pela articulação dessa hierarquia. (Imaguire, 2020, p. 63)

Assim como a dependência ontológica, a fundação metafísica, que também pode ser chamada de *grounding*, é uma relação (ou noção) metafísica que pode ser utilizada para expressar uma ordem no mundo. Embora haja diferenças entre as noções de fundação metafísica e dependência ontológica, elas possuem em comum a expressão de uma ideia de fundamentalidade, ou seja, se dizemos que “*B* depende ontologicamente de *A*” ou que “*A* funda *B*” em ambos os casos expressamos de alguma forma que a coisa que chamamos de *A* é mais fundamental que *B*. Como defende Imaguire:

⁵Vide Imaguire (2020).

⁶Vide Imaguire (2020).

A fim de avaliar a coerência do aristotelismo, precisamos esclarecer as duas principais noções de prioridade ou fundamentalidade metafísica: dependência ontológica e fundação. Ambas as noções são congêneres, na medida em que estabelecem padrões de fundamentalidade, e têm estado no centro do debate metafísico das duas ou três últimas décadas. (Imaguire, 2023, p. 620)

Embora essas relações sejam congêneres como defende Imaguire, a justificativa do uso da fundação para a expressão de casos de fundamentalidade se dá por conta das diferenças que ela apresenta em relação à semântica de mundos possíveis que a dependência ontológica faz uso para interpretar sua modalidade lógica.

Os filósofos como Imaguire, Schaffer e Kit Fine, adeptos da noção de fundação, tanto como objeto próprio das suas investigações quanto como ferramenta teórica e recurso formal para delimitar suas teorias metafísica e filosóficas em geral, advogam sobre a noção intuitiva de fundação estar presente na história da filosofia desde os tempos antigos como grande exemplo o diálogo resumida sobretudo na expressão "em virtude de".

Um dos trechos mais emblemáticos usados pelos autores adeptos da teoria de *grounding* como exemplo histórico de uma questão que envolve a noção de fundação é o que aparece em *Eutífron* de Platão (1961: 178; 10a) sintetizada no que é chamado de Dilema de Eutífron: "Então, a piedade é amada pelos deuses porque é piedade, ou é piedade porque é amada pelos deuses?".⁷

A pergunta nos revela que o problema em questão é de fundamentalidade. Responder qual é o mais fundamental dentre as opções de "ser pio" e "ser amado pelos deuses" é a chave para chegar a alguma resposta ao dilema, por mais que o diálogo termine seus argumentos de forma aporética.

O fato de usarem esse dilema como um exemplo de uso de uma espécie de intuição de fundação nos tempos antigos se deve a uma característica específica presente desse exemplo. A pergunta do dilema apresenta uma equivalência modal que ocorre entre os termos "ser pio" e "ser amado pelos deuses". Em todo mundo possível algo que é pio é amado pelos deuses e o mesmo ocorre com o fato de em todo mundo possível algo amado pelos deuses é pio. Portanto, percebe-se que uma estrutura lógica semelhante à da dependência ontológica do tipo "não existe um mundo possível que X e não Y" não consegue dar conta de nos apontar a prioridade metafísica entre esses elementos que ocorrem igualmente modalmente falando.

Porém não basta apenas falarmos a respeito das vantagens do *grounding* (fundação) contra a dependência ontológica nas tarefas de expressar aspectos de

⁷Ou "o que é sagrado é amado pelos deuses porque é sagrado, ou é sagrado porque é amado pelos deuses?".

fundamentalidade metafísica. Devemos defini-lo e apresentar suas propriedades formais a fim de compreendermos melhor essa ferramenta filosófica.

Alguns autores, como Imaguire em *Fundação Ontológica* (2020), abordam a fundação afirmando que ela é uma noção primitiva, ou seja, que a fundação é de natureza tão básica que não há como reduzi-la em conceitos anteriores para defini-la, o que faria que a melhor forma de delineá-la seja através de alguns exemplos de casos clássicos. Nas palavras de Imaguire:

Provavelmente a noção de fundação é primitiva, indefinível em termos mais simples. Qualquer pretensa definição precisaria recorrer a termos que são menos fundamentais e que, por isso, deveriam ser definidos em termos de fundação (o que geraria um círculo explanatório).

Uma primeira tentativa de explicar a ideia que a noção de fundação comunica, embora num primeiro momento indique bem a intuição mais imediata e que será melhor refinada adiante, pode ser descrita da forma:

- X funda $Y = X$ ocorre e X determina/necessita que Y ocorra também.

Ou usando termos já empregados anteriormente:

- X funda $Y = Y$ ocorre em virtude da ocorrência de X .

Em termos de símbolos, podemos expressar a relação de fundação (*grounding*) da seguinte forma:

- X funda $Y = X < Y$.

Simbolicamente, é comum também que se represente fatos entre colchetes de modo que "o fato que esta cadeira instancia vermelhidão" pode ser substituído por "[esta cadeira instancia vermelhidão]", por exemplo. Logo, temos:

- O fato X funda o fato $Y = [X] < [Y]$.

Alguns dos exemplos paradigmáticos usados por Imaguire (2020), Correia & Schnieder (2012) e Kit Fine (2012) para ilustrar as relações de *grounding* são:

- Fatos mentais se dão em virtude de fatos neurofisiológicos.
- A bola é vermelha porque ela é bordô.
- Sócrates é mais fundamental que seu conjunto unitário.

- O fato da bola ser vermelha e redonda é obtido em virtude do fato da bola ser vermelha e do fato que ela é redonda.
- O fato de uma partícula estar a acelerar se dá em virtude do fato de estar sendo influenciada por uma força resultante positiva.
- Fatos legais são fundados em fatos não-legais (como fatos sociais, por exemplo).
- A existência de um todo é explicada pela existência e disposição de suas partes.
- Um conjunto (de coisas) é menos fundamental que seus elementos (membros).
- O que torna algo bonito são certos fatos sobre a recepção de seus espectadores.
- Uma substância é anterior aos seus tropos ou modos.
- A proposição "a neve é branca" é verdade porque a neve é branca.

Correia & Schnieder, após darem seus respectivos exemplos de casos que expressariam relações de fundação, fazem uma breve clarificação:

What concerns us here is not so much whether these specific claims are true, but rather something they have in common topic-wise: it seems to us that they all target a particular sort of non-causal priority which we would like to call grounding and which we regard as a phenomenon of the highest philosophical importance.⁸ (Correia & Schnieder, 2012, p.1)

Pelo fato de ser uma relação metafísica, ou seja, poder relacionar tipos mais amplos de entidades, a fundação é um relação de prioridade não causal. Não poderíamos dizer, por exemplo, que embora os números {2, 4, 6, 8} funde o conjunto {números pares menores que 10}, esses números são a causa do conjunto, uma vez que entendemos como causalidade (mesmo com todas controvérsias que essa noção possa trazer) um interação física e espaço-temporal entre coisas, fenômenos e eventos.

Porém, tanto Fine (1994, 2012) quanto Imaguire (2020) afirmam a importância da fundação para a metafísica de forma análoga à importância da noção de causa na física.

⁸Correia & Schnieder (2012, p.1): que nos interessa aqui não é tanto se estas afirmações específicas são verdadeiras, mas sim algo que têm em comum em termos de tema: parece-nos que todas elas visam um tipo particular de prioridade não causal que gostaríamos de chamar grounding e que consideramos um fenômeno da maior importância filosófica.

Essa afirmação provém do problema que Kit Fine (1994, p.8; 2012, p.38) propõe a respeito do critério modal para entender o conceito de essência. Há um problema em considerar que todo X tem essencialmente o predicado Y somente porque em todo mundo possível em que X ocorre X , Y necessariamente ocorre. Isso porque há fatos como a neve ser branca que não tem em sua essência que $2 + 2 = 4$, que é necessário, uma vez que $2 + 2 = 4$ nada tem a ver com a branquidão da neve. E isso serve pra outras relações modais como a dependência ontológica, se $2 + 2 = 4$ e outras verdades matemáticas são necessárias, seria estranho considerar que tudo no mundo depende ontologicamente dessas verdades matemáticas.

Fine mostra também como afirmações como as que foram dadas de exemplo como casos de fundação aparentam ter um elemento a mais do que a simples conexão modal:

[. . .]there would appear to be something more than a modal connection in each case. For the modal connection can hold without the connection signified by 'in virtue of' or 'because'. It is necessary, for example, that if it is snowing then $2+2=4$ (simply because it is necessary that $2+2=4$), but the fact that $2+2=4$ does not obtain in virtue of the fact that it is snowing; and it is necessary that if the ball is red and round then it is red but the fact that the ball is red does not obtain in virtue of its being red and round.⁹ (Fine, 2012, p.38)

Esses dois exemplos mostram casos em que a conexão modal nem são equivalentes em termos de extensão. A verdade matemática, é necessariamente verdadeira em todos os mundos em que a neve é branca simplesmente porque $2 + 2 = 4$ em todos mundos possíveis. Porém há casos mais complicados de diferenciar modalmente, isso porque os dois elementos conectados são extensivamente equivalentes. É o caso de Sócrates e o conjunto unitário Sócrates, por exemplo. Não há um mundo possível em que exista Sócrates e ele não pertença ao seu conjunto unitário ao passo que, da mesma maneira, não há um mundo possível em que temos o conjunto unitário Sócrates sem a existência do nosso filósofo favorito para ser usado em exemplos.

Fine diz que quando procuramos pela lente do 'em virtude de', a resposta nos é dada por meio da essência. Não faz parte da essência de Sócrates estar contido no conjunto unitário Sócrates, como Imaguire explica:

⁹Fine (2012, p.38): [. . .]parece haver algo mais do que uma conexão modal em cada caso. Pois a conexão modal pode se manter sem a conexão significada por "em virtude de"ou "porque". É necessário, por exemplo, que se estiver nevando, então $2+2=4$ (simplesmente porque é necessário que $2+2=4$), mas o fato de que $2+2=4$ não é obtido em virtude do fato de que está nevando; e é necessário que se a bola for vermelha e redonda, então ela é vermelha, mas o fato de que a bola é vermelha não é obtido em virtude de ela ser vermelha e redonda.

[...] o conjunto unitário de Sócrates existe porque Sócrates existe. Temos neste exemplo duas entidades: Sócrates e o conjunto unitário de Sócrates. Ambos ocorrem em fatos existenciais. Mas por que ambos estão ligados? O que justifica o 'porque' que liga os dois fatos em questão? E por que dizemos que Sócrates funda o conjunto unitário e não vice-versa? Segundo Fine, o que explica a noção de fundação é a essência de cada entidade: a essência de Sócrates não faz nenhuma referência ao conjunto unitário. Essencialmente, Sócrates é um ser humano, um ser racional, gerado por dois humanos de sexos opostos, etc. Nada na sua essência 'aponta' para o conjunto ou para a propriedade de ser elemento de algum conjunto. (Imaguire, 2020, p. 66)

Então pode-se considerar a fundação como uma relação de explicação metafísica de forma análoga à noção de causa, que repetidas vezes é usada como uma maneira de explicação física ou de ciência natural de forma mais ampla, desde que tenhamos nossas devidas ressalvas.

As ressalvas que devemos fazer aqui residem em evitar uma possível ambiguidade com a ideia de explicação. Fatos, verdades matemáticas e objetos a rigor não explicam nada, mas são as teorizações, metafísicos e cientistas que se aventuram na tarefa de explicar as coisas. O que a noção de explicação por meio da fundação quer dizer é que quando um metafísico quer explicar um fato ele relaciona esse fato com um outro que o funda (Imaguire). Assim, declaramos:

- Se A funda B , uma boa explicação metafísica de B deve mencionar aquilo que A funda, ou seja, A .

Em contato com o exemplo de Sócrates e seu conjunto unitário, esse nosso 'princípio' nos leva ao que Imaguire argumenta:

Ser o elemento do conjunto unitário de si mesmo não é realmente relevante para Sócrates. Por outro lado, se quisermos explicitar a natureza do conjunto unitário de Sócrates, temos necessariamente de fazer referência a Sócrates. A identidade de qualquer conjunto é dada pela listagem de seus constituintes, e Sócrates é o único constituinte do conjunto unitário em questão. Assim, o que justifica a relação de fundação entre A e B , quando B é fundado em A , é sempre a natureza de B . É a natureza do fato fundado que 'aponta' para o seu fundamento. (Imaguire, 2020, p. 66)

A própria teoria do *grounding*, é cheia de discussões a respeito de o que se trata quando nos referimos à esse conceito. Alguns autores, os predicacionalistas, consideram a fundação como um predicado de dois ou mais espaços que expressa uma relação entre os indivíduos de forma análoga à Fxy para ' x funda y ' da mesma

forma como na lógica de primeira ordem esse tipo de relação-predicado liga objetos, como 'José é pai de Júlia' ou 'Maringá é mais bonita que Londrina'.

Outros autores preferem encarar a noção de fundação de uma semelhante à uma operação assim como os conectivos da lógica operacionais. Desse modo a forma de X funda Y não é muito diferente de quando escrevemos algo como X^Y ou $X \rightarrow Y$, ou seja, quando dizemos que uma coisa funda outra estamos as ligando pelo conectivo 'em virtude de' ou 'porque'. Como Imaguire esclarece:

Considerar a fundação uma operação permite um tratamento ontologicamente mais neutro da fundação. Se 'A funda B' for uma relação, a formulação canônica de uma conexão de fundação exige a nominalização (e reificação) de fatos, p.ex.: 'o fato' que a neve é branca funda 'o fato' que a proposição 'a neve é branca' é verdadeira. Assim, pelo menos segundo critérios usuais de comprometimento ontológico, devemos nos comprometer com a existência do fato que a neve é branca e do fato que a proposição 'a neve é branca' é verdadeira. (Imaguire, 2020, p. 63)

Essa discordância entre operacionalistas e predicacionalistas leva a uma discordância a respeito de que tipo de coisas podem ser ligadas pela fundação. Os operacionalistas, como já visto, se comprometem com a fundação ocorrendo entre fatos, então ao afirmar que o céu ser azul funda o céu possuir uma cor estará expressa de modo correto e significativo se escrito da forma: o fato de que o céu é azul funda o fato de que o céu possui uma cor.

Os predicacionalistas partem da vantagem de que um predicado pode ligar muitos tipos de coisas, portanto, um fato pode fundar outro, uma propriedade poderia fundar outra, um objeto poderia fundar a verdade de uma proposição e até mesmo Sócrates poderia fundar o seu conjunto unitário. Isso gera um problema na elaboração de algumas declarações que possuem a noção de fundação. Então se pensarmos as formas canônicas 'em virtude de' ou 'X porque Y' algumas coisas estranhas podem aparecer como 'bordô em virtude de vermelho'. Todavia, se mantivermos a noção de que X funda Y , fazendo as adaptações necessárias para que as sentenças façam sentido, os predicacionalistas ganham uma grande vantagem de permissividade ontológica com a variedade de entidades que podem ser ligadas por meio da fundação. Valor esse que concorda com a posição da permissividade existencial de Schaffer (2009).

Imaguire (2020) menciona alguns autores chave dessa disputa elencando ao lado dos predicacionalistas Bolzano (1838), Schaffer (2009) e Rosen (2010) enquanto do lado dos operacionalistas Fine (2001, 2012), Audi (2012) e Correia (2010).

Como nosso objetivo foi apenas expor essa diferença entre os autores que

tratam sobre o tema, não adotamos adiante nenhuma preferência, tentando lidar com os conceitos da forma mais ampla possível.

3.2.1 Propriedades formais da Fundação.

Como vimos, a relação metafísica de fundação pode ser usada para organizar entes ou fatos em um esquema de prioridade metafísica onde podemos diferenciar quais desses entes ou fatos são mais fundamentais, quais são derivados e, por fim, suas relações de fundação entre eles.

Se considerarmos as relações de fundação tanto como um predicado de dois espaços, como os predicacionalistas, ou como de forma semelhante a um conectivo lógico, como fazem os operacionalistas, devido às noções metafísicas que adotamos e que acabam por se tornar a semântica dos símbolos que usamos para representar a relação de fundação, surgem alguns aspectos formais que podemos observar.

O que faz interessante prestarmos atenção às propriedades formais da fundação é o fato de ser justamente elas em conjunto que em alguns casos fazem a relação de fundação ser preferível ao tentar explicar alguma noção de fundamentalidade em metafísica em detrimento de outras. Desse modo, lembrando que usamos a simbologia $X < Y$ para expressar que X funda Y , podemos falar das propriedades formais que segundo Imaguire (2020, p. 70-76) são:

Factividade

Ao declarar que $X < Y$ como sendo o caso, então tanto X quanto Y de fato ocorrem. Isso se deriva do próprio sentido de fundação que lemos como 'em virtude de'. Quando dizemos que um fato ocorre em virtude de um segundo estamos afirmando que esse primeiro fato realmente é o caso e ao ocorrer determina a ocorrência do segundo.

Seria impossível algo que inexistente fundar a existência de outra coisa, ou alguma coisa ser derivada de outra que nem mesmo ocorreu ou existiu. Da mesma forma uma primeira coisa, sendo existente, não poderia ser fundar uma segunda que nunca ocorreu.

Irreflexibilidade

Como vimos por definição da fundação, ela relaciona dois elementos de modo que um seja mais fundamental que outro, ou seja, uma relação de *grounding* só pode ocorrer entre coisas ou fatos que sejam de níveis de fundamentalidade distintos. Se $X < Y$ então X é mais fundamental que Y .

Portanto, não existe um X tal que $X < X$ uma vez que isso exigiria que X estivesse em um nível de fundamentalidade diferente de si mesmo ou que assumisse dois graus de fundamentalidades simultaneamente, sendo mais fundamental que si mesmo ou mais derivado que si mesmo, o que em ambos os casos são absurdos.

Desse modo, é impossível que algo funde a si mesmo. A fundação ontológica permite que algo seja absolutamente fundamental e não seja fundado por nada, mas nunca que algo seja reflexivamente fundado.

Assimetria

A assimetria se segue também da ideia de que a fundação conecta dois níveis ontológicos ou de prioridade metafísica distintos. Portanto, se X funda Y , X participa de um 'degrau' mais fundamental da realidade que Y impossibilitando X de ser fundado por Y reciprocamente. Assim, a fundação não permite que $X < Y$ e $Y < X$, ou seja, se A funda B , então A é mais fundamental que B , e consequentemente B não pode ser mais fundamental que A .

Transitividade

A propriedade de transitividade estabelece que se podemos afirmar que $X < Y$ e que $Y < Z$, obtemos $X < Z$. A transitividade aqui parece ser obtida de forma semelhante à da lógica proposicional em que se $X \rightarrow Y$ e $Y \rightarrow Z$ então obtemos que $X \rightarrow Z$, porém isso pode ser um pouco controverso para alguns autores. Um contra-exemplo trazido por Imaguire (2020) é o que Schaffer (2012) propõe: uma figura de um círculo com um dente pode ser chamada de um 'círculo dentado' de modo que o fato dessa figura possuir um dente funda o fato de que ela é um círculo dentado e que o fato dela ser um círculo dentado funda o fato de que ela é aproximadamente um círculo (fechando uma cadeia $A < B < C$). Porém, não podemos dizer que a figura possuir um dente funda ela ser aproximadamente circular (não é o caso que $A < C$). Imaguire defende que a explicação para o exemplo de Schaffer pode ser obtida por meio da noção de fundação parcial (que será citada na próxima propriedade formal).

Aridade múltipla à esquerda.

Em uma relação de fundação, que expressamos como $X < Y$, percebemos que o fundante é representado como o elemento que se encontra à esquerda e o fundado o que se situa à direita. Assim, a propriedade de aridade¹⁰ múltipla à esquerda

¹⁰Na matemática a aridade de uma função ou operação é o número de argumentos ou operandos tomados. A aridade de uma relação é o número n de elementos que compõem as n -uplas ordenadas

expressa a possibilidade de múltiplos fundantes serem fundação de um derivado conjuntamente. Podendo haver exemplos de um elemento à esquerda ($X < Y$), dois elementos à esquerda ($X, Y < Z$) e assim por diante até n ($X, Y, \dots, A_n < Z$). Um exemplo de fundação de mais de um fundante pode ser de que todas as diversas mulheres concretas brasileiras fundam conjuntamente a abstração que chamamos de 'mulher média brasileira' ou também que [Sócrates nasceu em 469 a.C], [Aristóteles nasceu em 384 a.C] $<$ [Sócrates é mais velho que Aristóteles].

Imaguire usa um exemplo de [o número 1 é membro dos números naturais], [o número 2 é membro dos números naturais], [o número 3 é membro dos números naturais], \dots , [o número n é membro dos números naturais] $<$ [o conjunto dos números naturais é infinito] para defender a possibilidade de casos de fundação com uma aridade infinita de fundantes. E por último, dado um caso em que um fundado não tenha fundantes, A é considerado fundamental.

Quando pensamos na múltipla aridade à esquerda deve estar claro também que quando temos $X, Y < Z$, estamos dizendo que tanto X quanto Y fundam conjuntamente Z e não que $X \wedge Y < Z$. Podemos afirmar que $X, Y < X \wedge Y$ mas não que X, Y e $X \wedge Y$ são equivalentes substituíveis, pois isso ocasionaria em $X \wedge Y < X \wedge Y$ o que se chocaria com a irreflexibilidade.

Outro assunto que emerge da múltipla aridade à esquerda nas relações de fundação é se ela é distributiva e a resposta é não. Entende-se por uma propriedade distributiva quando algo pode ser atribuído a um grupo como um todo e por isso pode ser atribuído também a cada elemento desse de forma isolada. Poderíamos dizer, como exemplo, que se Platão e Aristóteles são mais novos que Sócrates conjuntamente, tanto Platão quanto Aristóteles, se considerados isoladamente, ainda são mais novos que Sócrates. Usando a notação formal temos que $X, Y < Z$ não nos leva a $X < Z$ e a $Y < Z$. Trazendo outros exemplo de Imaguire (2020, p. 73):

Exemplos de predicados não distributivos seriam 'formam uma dupla' (A e B formam uma dupla, mas A não forma uma dupla, nem B forma uma dupla – somente A e B juntos formam uma dupla), 'conseguem carregar um piano' (A e B conseguem carregar um piano, mas A sozinho não consegue carregar um piano e tampouco B).

Nesse contexto Imaguire é oportuno ao resgatar então a ideia da fundação parcial que foi aberta no tópico da transitividade das relações de fundação:

Para dar conta da contribuição parcial que cada fundante dá na relação

pertencentes à relação. Portanto, uma função ou operação f é dita de aridade n se: $A_1 \times \dots \times A_n \rightarrow B$. Se ocorrer de A_1, \dots, A_n forem elementos repetidos, então temos aridade n quando $f : A^n \rightarrow B$.

de fundação, alguns autores introduziram a noção de fundação total e fundação parcial: se $A, B < C$, então A funda C parcialmente e B funda C parcialmente, enquanto A e B conjuntamente fundam C totalmente.

Para fechar resta apenas falarmos da não existência da aridade múltipla à direita quando falamos de relações de fundação. Isso quer dizer que não podemos ter algo como $X < Y, Z$ ou $W, X < Y, Z$. Quando temos W, X fundando fatos múltiplos isso significa então que temos um caso em que temos relações de fundação simultaneamente como $W, X < Y$ ocorrendo ao mesmo tempo que $W, X < Z$.

Não-monotonicidade.

Na fundação quando temos um caso de $X < Y$ ela está dizendo que Y ocorre em virtude de X ocorrer, ou seja, que X tem (e deve ter) um papel efetivo na ocorrência de Y e é a partir dessa noção que a não-monotonicidade da fundação decorre.

Na lógica proposicional clássica, que é monotônica¹¹, se sabemos que P é condição suficiente para Q temos que $P \rightarrow Q$. Como P isoladamente já é o suficiente para a verdade de Q se adicionarmos outro elemento α qualquer conjuntivamente à P a inferência ainda se mantém e obtemos então $P \wedge \alpha \rightarrow Q$.

Já na fundação, essa propriedade da monotonicidade não se mantém. Quando temos que $X < Y$ não podemos de forma alguma dizer que $X, \alpha < Y$ pois todos os elementos à esquerda precisam exercer seu papel fundante efetivamente. Nas palavras de Imaguire:

[...] embora seja verdade que a bola é vermelha $<$ a bola tem uma cor, é falso que a bola é vermelha, a bola é redonda $<$ a bola tem uma cor. A razão da falsidade é que todo fundante precisa exercer um papel relevante na relação de fundação e, neste caso, é claro que a bola ser redonda em nada contribui para o fato de a bola ter uma cor.

Necessitação.

A necessitação da relação de fundação decorre também da forma como ela acontece. Se temos que $A < B$ então a ocorrência de A determina a ocorrência de B não podendo ser de um modo outro ao qual o "em virtude de A " o faz ser.

Segundo Imaguire há dois modos simultâneos nos quais a necessitação pode ser percebida na fundação:

¹¹"A lógica clássica é monotônica, ou seja, se a conclusão C é derivada de A e B , então C também pode ser derivada de A, B e um outro X qualquer (o acréscimo de premissas nunca reduz o potencial inferencial)". (Imaguire, 2020, p. 73)

- Se $A < B$, então necessariamente quando A ocorre B também ocorre. Falando de mundos possíveis, podemos dizer que não há um mundo possível em que ocorra A e não B . De modo que $A < B = \Box(A \rightarrow B)$.
- Se $A < B$, então não existe um mundo possível em que A não funde B . Sempre que A ocorre necessariamente A funda B de modo $A < B = \Box(A < B)$.

Hiperintensionalidade.

A hiperintensionalidade é a propriedade formal que difere a fundação de explicações modais para dar conta de noções de dependência e fundamentalidade utilizando a semântica de mundos possíveis.

A hiperintensionalidade tem a ver com a capacidade de um conceito, operação ou propriedade de ser sensível, em termos de valor de verdade, à substituição de seus termos mesmo que por equivalentes co-referenciais/co-extensionais, mesmo que essa equivalência seja necessária (modalmente intercambiáveis em todos os mundos possíveis). Dada uma propriedade P qualquer e indivíduos x e y equivalentes extensionalmente quaisquer, podemos chamar P de hiperintensional se $Px \neq Py$.

Baseado nisso, a fundação pode ser considerada mais expressiva e mais explicativa que as noções de dependência que se apoiam em operadores modais e em mundos possíveis. Justamente porque a sua hiperintensionalidade a permite diferenciar sob preservação de verdade dois elementos de equivalência modal necessária.

Para explicarmos melhor, trataremos de estratificar a extensionalidade, intensionalidade até chegarmos na hiperintensionalidade. Geralmente quando falamos da extensão de um conceito estamos pensando nos elementos particulares ao qual ele se refere, ou seja, a extensão de um conceito como 'mamíferos', por exemplo, pode ser compreendida como o agregado de todos animais que se caracterizam pela presença de glândulas mamárias que, nas fêmeas, produzem leite para a alimentação dos filhotes. Como ao pensar de forma extensional os elementos denotados por determinado conceito são levados em conta, então dois conceitos que abrangem exatamente os mesmos indivíduos ou elementos podem ser intercambiáveis preservando a verdade, de modo que uma sentença verdadeira como 'Newton da Costa é brasileiro' continua sendo verdadeira se substituirmos o nome 'Newton da Costa' por seu equivalente extensional 'pai da lógica paraconsistente' e assim obtermos 'o pai da lógica paraconsistente é brasileiro'.

Em um caso intensional o conceito não é tratado visando seus elementos, mas sim ao seu significado e notas características. Então, as sentenças 'Newton da Costa

é brasileiro' e 'o pai da lógica paraconsistente é brasileiro' são extensionalmente equivalentes, mas não são intensionalmente equivalentes porque embora o nome 'Newton da Costa' e o conceito 'pai da lógica paraconsistente' se refiram a um mesmo objeto, o significado dos termos não é o mesmo. Um caso sensível à intensionalidade é o de crenças, por exemplo. Se 'X acredita que Newton da Costa é brasileiro', isso pode não equivaler a 'X acredita que o pai da lógica paraconsistente é brasileiro' caso esse alguém não saiba que Newton da Costa é o pai da lógica paraconsistente.

Segundo Imaguire, filósofos usam o critério modal para diferenciar os casos entendendo como co-intensionais conceitos que possuem a mesma extensão em todos os mundos possíveis. No caso que já expomos 'X acredita que Newton da Costa é brasileiro' e 'X acredita que o pai da lógica paraconsistente é brasileiro' não são co-intensionais porque pode haver um mundo possível em que Newton da Costa não é o pai da lógica paraconsistente.

Para diferenciar agora a hiperintensionalidade da extensionalidade e intensionalidade vamos ao exemplo do triângulo dado por Imaguire:

Agora veja essa figura: ela é um triângulo. Todo triângulo tem 3 lados e tem 3 ângulos, e por isso também pode ser chamado de 'trilátero'. E, de fato, toda figura que é um triângulo em qualquer mundo possível é também um trilátero. Mundos possíveis foram suficientemente expressivos para distinguir Aristóteles do criador do silogismo, mas eles não conseguem distinguir triângulos de triláteros. As propriedades de ser um triângulo e ser um trilátero podem ser mutuamente substituídas em qualquer mundo possível. Mesmo assim, podemos querer distinguir ambas as propriedades.

Esse exemplo nos mostra uma grande vantagem da expressividade da fundação, e ela aparece justamente nesses casos em que há dois conceitos modalmente equivalentes que a noção de mundos possíveis é incapaz de diferenciar.

Necessariamente, ou seja, em todos mundos possíveis, todos triângulos são triláteros, possuem três ângulos internos e possuem 3 lados. Porém aos olhos da fundação, por ser hiperintensional, podemos diferenciar o que funda cada fato de modo que não são intercambiáveis. Uma figura é um triângulo em virtude de ter 3 ângulos internos ([ser triângulo] < [possuir 3 ângulos]) e uma figura é um trilátero em virtude de ter 3 lados ([ser trilátero] < [possuir 3 lados]).

Pensando em dependência ontológica e o *grounding*, podemos falar de Fine que em *Essence and Modality* de 1994 dá um outro exemplo de um caso em que a modalidade falha. Sócrates e o conjunto unitário Sócrates são modalmente equivalentes em todos mundos possíveis. Em todo mundo possível em que Sócrates

existe ele faz parte do conjunto unitário Sócrates assim como em todo mundo em que há um conjunto unitário Sócrates estará sendo membro desse conjunto. Porém não faz sentido acreditar que um objeto físico e concreto dependa de um objeto abstrato como um conjunto para existir, o que também nos faz descartar a possibilidade de pensar uma dependência mútua sob pretexto da equivalência modal. Nos parece natural crer na prioridade metafísica de Sócrates e assim afirmar que Sócrates < conjunto unitário Sócrates.

3.3 O espaço-tempo é uma substância?

A esse ponto do trabalho já sabemos que a ideia é investigar em que medida podemos usar as noções de hierarquia metafísica como dependência ontológica e fundação para pensar como o espaço-tempo pode se situar dentro dessa ordem no mundo e sua prioridade nessas relações. Sabemos também que desse ponto de vista teórico, as coisas mais básicas e independentes costumam ser tratadas como substâncias, ou seja, algo que fundamenta e deriva coisas, porém não é derivado, dependente ou gerado por nenhuma outra.

Mas primeiramente, por que é importante falarmos sobre o relacionismo e o substantivismo do espaço-tempo? Precisamos falar sobre esse assunto pois na medida em que usaremos a noção de dependência ontológica e de *grounding*¹², precisamos saber se podemos considerar o espaço-tempo como uma substância, ou seja, se em nossa ontologia ele entra no elenco de coisas que podem ser consideradas entidades ou no *hall* do que são relações.

Essa discussão de relacionismo *vs* substantivismo é importante para a noção de anterioridade do espaço-tempo. Se o espaço-tempo for considerado não como um ente independente, mas como uma expressão de uma relação entre os corpos, ele não poderia ser algo do qual os corpos dependem, mas o oposto, de modo que fosse impossibilitado falar em termos de dependência ontológica das coisas presentes no espaço-tempo e o próprio espaço tempo, o que poderia comprometer também a possibilidade de justificar o princípio Eleático. Um tipo de relação de *grounding* seria impactada também pelo relacionismo, pois não haveria mais a possibilidade de estabelecer fundações de entes para entes no caso do espaço-tempo, só poderíamos ficar com as relações de fundação onde um fato e outro, onde um fato do espaço-tempo poderia fundar um fato de um ente.

A ideia do substantivismo por sua vez nos permite tratar o espaço-tempo como uma entidade anterior e mais fundamental entre as outras, assim podemos falar de dependência ontológica de um modo em que os objetos e corpos dependem

¹²Fundação.

do espaço-tempo e de fundação ontológica de entes para entes. Em outras palavras, nossa gama de relações metafísicas é muito mais diversa uma vez que temos razões para crer que o espaço-tempo é uma substância.

Hartry Field define o substancialismo e já adianta uma definição importante de 'regiões/partes do espaço-tempo'.

According to the substantival view of space-time, the physical world contains not only aggregates of matter (physical objects, their spatio-temporal parts, etc.), but also (over and above these, i.e., not logically constructed from them) space-time and its spatio-temporal parts. A part of space-time is of course just a space-time region.¹³ (Field, 1984, p.33)

Até o momento demonstramos então razões por optar pelo substancialismo e considerá-lo verdadeiro, mas o que defende um substancialista? Quais seus tipos e pressuposições? Essas são perguntas que tentaremos responder.

Para Maudlin (1993) a pergunta que leva ao substancialismo é esta: o espaço-tempo é uma entidade de seu próprio direito? Os que respondem que sim, são chamados tradicionalmente de *substancialistas* e defendem que o espaço-tempo é capaz de existir independentemente dos objetos materiais. Os que respondem que não à pergunta, defendem que as relações espaço-temporais entre objetos já são suficientemente reais e, portanto, o espaço-tempo não precisa ser considerado como independentemente real mas existente a partir dessas relações. Schaffer, em relação à definição de Field, evidencia os aspectos de fundamentalidade do espaço-tempo de modo que ele enquanto substância possa servir ao propósitos de sua metametáfísica como já falamos na seção 2.1.

What I am presupposing is that spacetime regions are one sort of substance, where a substance is a fundamental entity. A fundamental entity is basic, ultimate, and irreducible. It is not dependent on, grounded in, or derivative from anything else. Call this view of spacetime substantivalism. According to substantivalism, the fundamental spacetime regions are not derivative from distance relations between material objects, as the relationalist maintains. Nor are they dependent on anything deeper, as other forms of anti-substantivalism maintain.¹⁴ (Schaffer, 2009b, p.131)

¹³Field (1984, p.33): De acordo com a visão substantivista do espaço-tempo, o mundo físico contém não só agregados de matéria (objetos físicos, as suas partes espaço-temporais, etc.), mas também (para além destes, i.e., não construídos logicamente a partir deles) o espaço-tempo e as suas partes espaço-temporais. Uma parte do espaço-tempo é, naturalmente, apenas uma região do espaço-tempo.

¹⁴Schaffer (2009b, p.131): que estou pressupondo é que as regiões do espaço-tempo são um tipo de substância, em que uma substância é uma entidade fundamental. Uma entidade fundamental é

O segundo grupo são os *relacionistas* que Hartry Field explica:

According to the relational theory of space-time, the physical world contains spatio-temporal aggregates of matter (spatio-temporally extended physical objects, spatio-temporal parts of such objects, and aggregates consisting of spatio-temporal parts of different objects); these aggregates of matter are interrelated in various ways by various geometric (and also non-geometric) relations, but the physical world does not contain a space-time over and above these aggregates of matter and their interrelations.

It is tempting to put this doctrine by saying that there are no space-time regions, but only aggregates of matter. This formulation might be faulted, for a relationalist might want to 'logically construct' regions out of aggregates of matter, and given such a 'logical construction' the relationalist will assert that regions do exist. But a precondition of finding such a method of 'logically constructing' regions out of aggregates of matter is that we be able to find a satisfactory theory that does without any talk of regions and talks of aggregates of matter alone.¹⁵ (Field, 1984, p.33)

Schaffer faz quatro clarificações sobre o substancialismo para ajudar a mapear o terreno da discussão (2009 b):

- O substancialismo apenas defende que regiões do espaço-tempo são um tipo de substância, não diz nada sobre objetos materiais. Logo, se objetos materiais são ou não um outro tipo de substância ou não fica para uma discussão ainda mais adiante.
- O substancialismo não diz nada sobre a estrutura do espaço-tempo. Não diz

básica, última e irreduzível. Não é dependente de, não se baseia em, nem deriva de qualquer outra coisa. Chamamos esta visão de substancialismo do espaço-tempo. De acordo com o substancialismo, as regiões fundamentais do espaço-tempo não são derivadas das relações de distância entre objetos materiais, como defende o relacionalista. Nem dependem de algo mais profundo, como defendem outras formas de anti-substantivismo.

¹⁵Field (1984, p.33): De acordo com a teoria relacional do espaço-tempo, o mundo físico contém agregados espaço-temporais de matéria (objetos físicos estendidos espaço-temporalmente, partes espaço-temporais desses objetos e agregados que consistem em partes espaço-temporais de objetos diferentes); esses agregados de matéria estão inter-relacionados de várias maneiras por várias relações geométricas (e também não-geométricas), mas o mundo físico não contém um espaço-tempo para além desses agregados de matéria e das suas inter-relações.

É tentador colocar esta doutrina dizendo que não existem regiões de espaço-tempo, mas apenas agregados de matéria. Esta formulação pode ser criticada, pois um relacionalista pode querer "construir logicamente" regiões a partir de agregados de matéria e, dada essa construção lógica, o relacionalista afirmará que as regiões existem, mas uma condição prévia para encontrar um tal método de construção lógica de regiões a partir de agregados de matéria é que sejamos capazes de encontrar uma teoria satisfatória que dispense qualquer referência a regiões e fale apenas de agregados de matéria.

nada sobre sua geometria, pontos, variedades topológicas¹⁶ ou suas métricas.

- O substancialismo não diz nada sobre se as regiões espaço-temporais são pontos sem extensão, regiões de tamanho moderado ou o espaço-tempo em sua totalidade. Ou seja, o substancialismo é neutro a respeito de se o espaço-tempo como um todo é uma substância única ou se ele é um coleção de várias substâncias independentes.
- Entre os filósofos da física, o substancialismo é a posição consensual pelas razões apontadas por John Earman.

The absolutist can point to three reasons for accepting a substratum of spacetime points: the need to support the structures that define absolute motion, the need to support fields, and the need to ground the right/left distinction when parity conservation fails.¹⁷ (Earman, 1989, p.173 apud Schaffer, 2009, p.132)

Field também tem nas teorias que envolvem a ideia de campos, ou seja, tanto um vertente da quântica como a própria relatividade geral, seu principal atrativo para ficar com o substancialismo.

I now turn to the first of two considerations that seem to me to favor a substantival theory of space-time over a relational theory: namely, the sort of consideration that has led to the ascendancy of field theories over action-at-a-distance theories in physics. I won't say much about this, but it is worth saying a bit, because some philosophers have seen the relevance of field theories to the substantivalism/relationalism dispute differently.

What is a field theory? As I see it, a field theory is simply a theory that assigns causal properties to space-time points or other space-time regions directly (as opposed to indirectly, via matter that occupies those points or regions). [Or to be more accurate, it is a theory that employs causal predicates that apply directly to space-time points or regions.] For instance, in electromagnetic field theory we assign to each point

¹⁶Em topologia os *manifolds*, ou variedades topológicas, são espaços topológicos (ou elementos espaciais) que podem existir em qualquer número de dimensões. Variedades unidimensionais incluem as retas e circunferências, variedades bidimensionais também são chamadas de superfícies como o plano, a esfera e o toro. Variedades topológicas tridimensionais incluem esferas sólidas, toro sólido, tetraedro outros mais.

¹⁷Earman (1989, p.173 apud Schaffer, 2009, p.132): O absolutista pode apontar três razões para aceitar um substrato de pontos do espaço-tempo: a necessidade de apoiar as estruturas que definem o movimento absoluto, a necessidade de apoiar campos e a necessidade de fundamentar a distinção direita/esquerda quando a conservação da paridade falha.

in space-time an electromagnetic intensity, irrespective of whether this point is occupied by matter. Obviously this presupposes a substantialist view: on a relational view, there are no points or other regions of unoccupied space-time, so the assignment of a property to such a point or region makes no sense. Consequently, it seems to me that for a physical theory to accord with anything reasonably called relationalism, that physical theory can not be a field theory. Instead of predicting and explaining the behavior of matter in terms of fields, i.e., properties of (unoccupied as well as occupied) regions of space-time, a relationalist physical theory would have to predict and explain the behavior of matter in terms only of that matter and other matter (e.g., the matter that a substantialist might intuitively think of as "generating" the relevant aspects of the field). A physical theory which is relationalist in this sense is called an action-at-a-distance theory.¹⁸ (Field, 1984, p.40)

Uma vez que introduzimos a ideia de substancialismo e as razões mais iniciais para aceitá-lo, como as dadas por Earman, podemos chegar à pergunta que separa os substancialistas em diferentes grupos.

Se o espaço-tempo possui o status e a independência de uma substância, os objetos materiais podem ser considerados também uma substância de um segundo tipo?

Os substantivistas dualistas respondem que sim. Segundos os dualistas o espaço-tempo contém os objetos e os objetos são contidos por eles.

On the dualistic picture, spacetime is the container and material objects are the contained. There is also a fundamental relation of containment

¹⁸Field (1984, p.40): Passo agora à primeira de duas considerações que me parecem favorecer uma teoria substantivista do espaço-tempo em detrimento de uma teoria relacional: nomeadamente, o tipo de consideração que levou à ascendência das teorias de campo sobre as teorias de ação à distância na física. Não vou falar muito sobre isto, mas vale a pena falar um pouco, porque alguns filósofos viram a relevância das teorias de campo para a disputa entre substantivismo e relacionalismo de forma diferente.

O que é uma teoria de campo? A meu ver, uma teoria de campos é simplesmente uma teoria que atribui propriedades causais a pontos do espaço-tempo ou a outras regiões do espaço-tempo diretamente (por oposição a indiretamente, através da matéria que ocupa esses pontos ou regiões). [Ou, para ser mais preciso, é uma teoria que emprega predicados causais que se aplicam diretamente a pontos ou regiões do espaço-tempo]. Por exemplo, na teoria dos campos electromagnéticos atribuímos a cada ponto do espaço-tempo uma intensidade electromagnética, independentemente de esse ponto estar ou não ocupado por matéria. Obviamente, isto pressupõe uma perspectiva substantiva: numa perspectiva relacional, não existem pontos ou outras regiões do espaço-tempo desocupadas, pelo que a atribuição de uma propriedade a um tal ponto ou região não faz sentido. Consequentemente, parece-me que para uma teoria física estar de acordo com qualquer coisa razoavelmente chamada relacionalismo, essa teoria física não pode ser uma teoria de campo. Em vez de prever e explicar o comportamento da matéria em termos de campos, i.e., propriedades de regiões (desocupadas e ocupadas) do espaço-tempo, uma teoria física relacionalista teria de prever e explicar o comportamento da matéria em termos apenas dessa matéria e de outra matéria (e.g., a matéria que um substantivista poderia intuitivamente pensar como 'gerando' os aspectos relevantes do campo). Uma teoria física que seja relacionalista neste sentido é chamada uma teoria da ação à distância.

which links the container to what it contains. When God makes the world, she must create the receptacle, and fill it with material. Then she can pin the fundamental properties onto the material substrata that fill the receptacle.¹⁹ (Schaffer, 2009b, p.133)

Já os monistas ficam com a resposta negativa a essa pergunta, afirmando que apenas o espaço-tempo é uma substância.

Spacetime is substance enough. There is no need for the dualism of the contained and the container (or for fundamental containment relations). When God makes the world, she need only create spacetime. Then she can pin the fundamental properties directly to spacetime.²⁰ (Schaffer, 2009b, p.133)

Schaffer explica que o substancialismo monista também é chamado de “super-substancialismo” como faz Sklar (1974) ou até mesmo de “substancialismo cartesiano-spinozano”²¹ como chamam Michael Esfeld e Vincent Lam (2008, p. 42). O uso da terminologia “monismo” e “dualismo” é dita por Schaffer ter sido usada de forma análoga a da tese de que corpo e mente são um ou dois tipos de substância.

Schaffer reconhece que a visão dualista é a mais popular até os dias de hoje e se formos traçar as origens de cada uma das posições, Zeyl (2005, §6) diz que a posição ontológica de ‘contenedor e contido’ pode ser remontada a Timeu de Platão, enquanto a visão monista pode ser atribuída a filósofos como Descartes, Spinoza e Samuel Alexander²². Descartes chega a sugerir que nosso costume de pensar em termos de espaço contendo objetos que nos cria essa impressão de que existe uma diferença entre o espaço e o que ‘ocupa um lugar’.

Não existe uma distinção real entre o espaço, ou lugar interno [o espaço ocupado por um corpo], e a substância corpórea nele contida; a única diferença reside na forma como estamos habituados a concebê-los. (Descartes, 1985, p. 227, Tradução nossa)

Outros substancialistas monistas, esses mais recentes, que Schaffer aponta são em ordem cronológica de seus textos: Quine (1981, p. 17), Hartry Field (1984,

¹⁹Schaffer (2009b, p.133): Na visão dualista, o espaço-tempo é o contenedor e os objetos materiais são os contidos. Há também uma relação fundamental de contenção que liga o recipiente ao que ele contém. Quando Deus cria o mundo, tem de criar o receptáculo e enchê-lo de matéria. Depois, pode fixar as propriedades fundamentais nos substratos materiais que enchem o receptáculo.

²⁰Schaffer (2009b, p.133): O espaço-tempo é substância suficiente. Não há necessidade do dualismo entre o contido e o contedor (ou de relações fundamentais de contenção). Quando Deus cria o mundo, só precisa de criar o espaço-tempo. Depois, pode atribuir as propriedades fundamentais diretamente ao espaço-tempo.

²¹Cartesian-Spinozean substantialism.

²²Space, Time and Deity.

p. 75), David Lewis (1986, p. 76), Theodore Sider (2001, p. 110) e Bradford Skow (2005).

Diferentemente de como Schaffer o classifica, Field declara considerar-se neutro em relação ao monismo restringindo-se apenas a demonstrar a diferença dele em relação ao dualismo.

De um ponto de vista substancialista, é bastante natural identificar um objeto físico ou outro agregado de matéria com a parte do espaço-tempo que ele ocupa. Se esta identificação for feita, então o mundo físico consiste inteiramente no espaço-tempo e nas suas partes espaço-temporais; a distinção entre as regiões do espaço-tempo "ocupadas por objetos físicos" e as não ocupadas é explicada em termos das propriedades das regiões em questão (e talvez das regiões adjacentes). Duvido que haja muito interesse filosófico na distinção entre as perspectivas substancialistas que aceitam a identificação e as que a rejeitam, então me manterei neutro quanto à questão de saber se um substancialista postularia agregados de matéria para além das regiões do espaço-tempo. (Field, 1984, p. 75, Tradução nossa)

Um pouco além ainda encontramos mais pontos dos quais substancialistas monistas podem discordar sobre, são eles: status dos objetos materiais, propriedades que podem ou não ser atribuídas às regiões do espaço-tempo e por fim, quais regiões que podem ser identificadas com os objetos materiais ou não. Ao apresentar essas diferentes visões queremos apenas demonstrar como os posicionamentos são diversos e que ao se considerar um substancialista monista um indivíduo ainda pode defender diversas teses e não explicar todas as possibilidades minuciosamente, por essa razão alguns posicionamentos são apenas um pouco mais que mencionados.

Sobre o status dos objetos físicos Schaffer defende a posição que considera objetos e regiões espaço-temporais como idênticos e considera essa tese como sendo a dos filósofos citados como substancialistas monistas. O nome dessa posição é "a visão de identidade"²³.

O monismo não implica na visão de identidade. Ao seguir o ponto de vista eliminativista²⁴ a visão monista pode tomar proporções mais radicais a negar a existência de objetos materiais como um todo. Há também a possibilidade de defender o ponto de vista daqueles que aceitam a existência de objetos materiais e que eles não são idênticos às regiões espaço-temporais que eles ocupam, mas sim que a relação que eles estabelecem é derivativa, ou seja, de que o espaço-tempos as constituem. Essa tese é chamada de visão constitutiva²⁵. Schaffer afirma que a

²³The identity view.

²⁴The eliminative view.

²⁵The constitution view.

visão constitutiva "pode ser entendida como identificar regiões do espaço-tempo com a matéria, enquanto considera objetos materiais como constituídos por, mas não idênticos, a sua matéria". (2009b, p. 134)

Sobre as propriedades que podem ou não ser atribuídas às regiões do espaço-tempo, Schaffer aponta:

Uma segunda dimensão ao longo da qual o substantivismo monista pode ser subdividido diz respeito às restrições impostas às propriedades fundamentais. Para ilustrar, o monista pode permitir que qualquer propriedade seja fundamental, ou pode restringir as propriedades fundamentais às propriedades intrínsecas, ou pode mesmo restringir as propriedades fundamentais às propriedades geométricas. Obviamente, muitas outras posições são possíveis. Prefiro o ponto de vista das propriedades intrínsecas, mas nada no que se segue se centrará nesta dimensão da classificação. Dito isto, é importante compreender que o substantivismo monista não está comprometido com a perspectiva das propriedades geométricas. (Schaffer, 2009, p. 134, Tradução nossa)

O último parâmetro a ser tratado será o de quais regiões que podem ser identificadas com os objetos materiais ou não.

Uma terceira dimensão da subdivisão diz respeito às restrições impostas às regiões do espaço-tempo que são identificadas com objetos materiais (ou que são identificadas como constituindo matéria). Para ilustrar, o monista pode identificar todas as regiões do espaço-tempo com um objeto material, ou pode identificar todas as regiões do espaço-tempo maximamente ligadas com um objeto material, ou pode identificar todas as regiões do espaço-tempo cheias de energia-massa diferente de zero com um objeto material. Obviamente, muitas outras posições são possíveis. Prefiro a visão irrestrita [. . .] (Schaffer, 2009, p. 134, Tradução nossa)

Após todas essas distinções, Schaffer exemplifica a terminologia usada para algumas combinações entre esses diferentes parâmetros dentro do substancialismo monista além de definir posteriormente quais delas ele defende. A "visão de identidade" considera toda região do espaço-tempo como um tipo de substância. A "visão de identidade restrita"²⁶ identifica regiões do espaço-tempo que satisfazem alguma condição adicional com objetos materiais, discriminando-as de modo a manter algumas regiões, mas não todas. A "visão constitutiva" considera toda região do espaço-tempo como constituinte de um objeto material. E por último

²⁶The restricted identity view

a "visão constitutiva restrita"²⁷ seria a que considera as regiões do espaço-tempo satisfazendo condições a mais para constituir objetos materiais.

Sumarizando as pressuposições de Schaffer no que tange aos subtipos de substancialismo monista chega-se aos seguintes postulados:

- As regiões do espaço-tempo são um tipo de substância.
- Sobre a possibilidade de outros tipos de substância como os objetos materiais, a resposta é não. O espaço-tempo é a única (ou o único tipo de) substância e em particular essa relação entre objetos e partes do espaço-tempo se estabelece por meio de identidade, ou seja, não há diferença entre o que contém e o que é contido em.

Dessa forma, pudemos clarificar algumas diferenças entre as concepções substancialista e relativista sobre o espaço-tempo e diferenças que ocorrem até mesmo dentro da perspectiva substancialista, como no caso da visão dualista e monista. Essa exposição deve ser o suficiente para explorarmos adiante interpretações possíveis que outras teorias metafísicas podem fazer ao se apropriar dessas ideias.

²⁷The restricted constitution view.

3.4 A fundamentalidade do espaço-tempo na hierarquia do mundo

Pretendemos com essa seção concluir o fio expositivo do trabalho, mostrando como os conceitos e noções apresentadas culminam até aqui.

Com isso, queremos expor alguns motivos ou razões para se crer que o espaço-tempo, dentro de uma perspectiva hierarquizada de metafísica, pode ser considerado como um ente absolutamente fundamental (ou ao menos mais fundamental que outros) nessa hierarquia do ser que compõe o mundo.

É evidente a importância do que se pensava do espaço e tempo em nossa compreensão de mundo desde os tempos antigos, seja na filosofia, no conhecimento científico e até mesmo no senso comum da vida ordinária. Embora na vida ordinária as pessoas não pensem muito no mundo em termos de espaço-tempo, a ciência já opera com esse conceito em contextos relativísticos e a filosofia também em teorias que optam por esse modelo de coordenadas para localidade. É por essa razão que ele é a noção fundante elencada para realizar nossa investigação, em detrimento do espaço e do tempo newtonianos, por exemplo.

Essa intuição de que o espaço-tempo é de alguma forma mais fundamental, ou dotado de alguma anterioridade metafísica, pode nos levar a pelo menos duas interpretações possíveis:

1. Todas as coisas são físicas e, se a espaço-temporalidade é fundamental para definir o que é físico, então o espaço-tempo funda tudo que existe. Essa interpretação vai de encontro com uma interpretação mais fisicalista da realidade.
2. O mundo é constituído por coisas físicas, mas também por coisa não-físicas (como números e objetos abstratos, por exemplo). Se a espaço-temporalidade é fundamental para definir o que é físico, então ela não é um critério que nos permite afirmar ou negar completamente a existência de determinados entes, mas seria o suficiente para diferenciar quais dessas coisas são físicas das que não são, e assim, afirmar que os objetos físicos são aqueles que são fundados pelo espaço-tempo. Essa interpretação vai mais de encontro com a posição de permissividade ontológica defendida por Schaffer (como já comentamos na seção 2.3).

Podemos notar, entretanto, que a segunda interpretação não se choca com uma possível posição em que possamos defender que todos os objetos físicos são fundados pelo espaço-tempo e que os objetos abstratos são fundados nesses objetos concretos e particulares, como no caso da 'mulher média brasileira' que é uma abstração fundada pelas mulheres materiais particulares.

Para que possamos analisar essa intuição de que o espaço-tempo ocupa uma posição de fundação em uma metafísica preocupada em delimitar uma hierarquia do mundo, apontando dentre os entes os que são mais básicos e anteriores em contraste com mais posteriores e por isso mais derivados, deveremos realizar duas etapas.

A primeira etapa seria buscar em algumas teorias físicas ou metafísicas como o espaço-tempo se relaciona com os entes de sua ontologia, sejam nos critérios que diferenciam quais entes são físicos ou não sejam nos critérios de atribuição de existência. A segunda etapa seria conferir como essas relações se comportam comparadas às características da fundação como apresentamos na seção 3.2.

De acordo com as definições da fundação, podemos considerar que uma coisa funda outra ($X < Y$) quando:

- I. Y ocorre em virtude da ocorrência de X .
- II. X ocorre e X determina/necessita que Y ocorra também.
- III. Uma boa explicação metafísica de Y deve mencionar aquilo que a funda, ou seja, X .

Nos restando agora examinar as teorias metafísicas que sustentariam a intuição inicial de que o ente espaço-tempo desempenha um papel de fundamentalidade metafísica na estrutura do mundo, podemos começar com o exemplo mais explícito a princípio: o substancialismo acerca do espaço-tempo apresentado por Schaffer.

Esse exemplo de Schaffer pode ser visto como nosso exemplo mais explícito de fundação envolvendo o espaço-tempo pois o Schaffer já defende um pacote de ideias que envolvem esses temas e que já possuem uma coerência interna dentro de suas próprias teses. Primeiramente, Schaffer já é um defensor do modelo de ontologia ordenada e de que essa ordenação ocorre por meio de relações de fundação. Além disso, ao defender a tese da substancialidade do espaço-tempo já podemos notar que em *grounding* o termo substância pode ser adotado para se referir aos entes que são absolutamente fundamentais e, portanto, fundados por nenhum outro. Outra tese defendida por Schaffer que podemos notar nesse pacote é como em uma relação de partes e todo, ele dá a prioridade ao todo, ou seja, o todo fundamenta as partes. Por último, a tese da prioridade do todo conflui com a versão específica de substancialismo monista de Schaffer já que se aceitamos que o espaço-tempo é anterior às coisas que o ocupam e que a totalidade do espaço-tempo é anterior às suas regiões espaço-temporais, então decorre-se o monismo, isto é, que só há uma substância e que ela é a totalidade espaço-temporal.

Em *Spacetime the one substance*, Schaffer não argumenta ferrenhamente a favor do substancialismo propriamente, mas o assume de modo que ele possa diferenciar conceitualmente como funcionam algumas vertentes do substancialismo com suas semelhanças e diferenças. Isso se já se faz muito útil para nós, uma vez que nosso objetivo também não é defender nenhuma dessas teses metafísicas, mas, sim, expor como a partir delas podemos extrair interpretações de fundamentalidade do espaço-tempo através da fundação. Como Schaffer declara:

What I am presupposing is that spacetime regions are one sort of substance, where a substance is a fundamental entity. A fundamental entity is basic, ultimate, and irreducible. It is not dependent on, grounded in, or derivative from anything else. Call this view of spacetime substantivalism. According to substantivalism, the fundamental spacetime regions are not derivative from distance relations between material objects, as the relationalist maintains. Nor are they dependent on anything deeper, as other forms of anti-substantivalism maintain.²⁸ (Schaffer, 2009b, p.131)

Em outro momento, podemos notar que Schaffer, ao explicar a vertente do substancialismo monista, descreve a relação entre espaço-tempo e os objetos espaço-temporais como uma relação semelhante a que ocorre entre um objeto particular e uma propriedade desse objeto. Isso pode ser visto no seguinte trecho:

Spacetime is substance enough. [...] When God makes the world, she need only create spacetime. Then she can pin the fundamental properties directly to spacetime.²⁹ (Schaffer, 2009b, p.133)

Mesmo não sendo um adepto da mesma posição metametafísica de *grounding* que Schaffer, Field, que ao menos concorda com Schaffer quanto ao substancialismo do espaço-tempo, também afirma essa relação de propriedade e substância como ocorrente entre espaço-tempo e corpos físicos dentro do contexto do substancialismo. Como podemos a seguir:

²⁸Schaffer (2009b, p.131): O que estou pressupondo é que as regiões do espaço-tempo são um tipo de substância, em que uma substância é uma entidade fundamental. Uma entidade fundamental é básica, última e irreduzível. Não é dependente de, não se baseia em, nem deriva de qualquer outra coisa. Chamamos esta visão de substancialismo do espaço-tempo. De acordo com o substancialismo, as regiões fundamentais do espaço-tempo não são derivadas das relações de distância entre objetos materiais, como defende o relacionalista. Nem dependem de algo mais profundo, como defendem outras formas de anti-substantivismo.

²⁹Schaffer (2009b, p.133): O espaço-tempo é substância suficiente. [...] Quando Deus cria o mundo, só precisa de criar o espaço-tempo. Depois, pode atribuir as propriedades fundamentais diretamente ao espaço-tempo.

From a substantialist viewpoint it is rather natural to identify a physical object or other aggregate of matter with the part of space-time that it occupies. If this identification is made, then the physical world consists entirely of space-time and its spatio-temporal parts; the distinction between space-time regions "occupied by physical objects" and those not so occupied is explained in terms of the properties of the regions in question [. . .]³⁰ (Field, 1984, p.75)

Essa relação que temos entre uma entidade e suas propriedades é considerada uma relação de fundação pelos autores que advogam em favor dessa ferramenta teórica. Já é natural pensar que uma propriedade, como um cor, depende de um objeto particular, ou seja, que esse objeto é mais fundamental que as propriedades que ele possui. Portanto, para atribuir essa fundamentalidade por meio de uma relação de fundação só precisaríamos considerar que a mera relação modal não é suficiente e que precisaríamos de um ligação mais forte entre esses elementos.

A necessidade de uma relação mais forte que apenas uma dependência modal emerge de um problema semelhante ao caso de Sócrates e seu conjunto unitário. Se sempre que vemos objetos com propriedades e sempre vemos propriedades instanciando objetos, essa equivalência modal faz com que precisemos da hiperintensionalidade da fundação para que dois elementos coextensivos ainda possam ser ligados por uma noção de fundamentalidade.

Correia & Schnieder (2012, p.2), chegam a usar em seus exemplos de casos de fundação o seguinte:

"9. A substance is prior to its tropes or modes."³¹

Para atacar essas posições que dão certa prioridade metafísica a particulares e que dessas 'substâncias'³² se derivam as propriedades como algo menos fundamental, algumas pessoas clamam uma dependência mútua entre esses objetos particulares e suas propriedades. Essa dependência mútua vem da ideia de que da mesma forma que as propriedades precisam de um ente para instanciá-las, tampouco poderia algo existir sem suas propriedades. Esse pensamento metafísico ocorre de forma análoga no tema do espaço-tempo, onde alguns defendem que

³⁰Field (1984, p. 75): De um ponto de vista substancialista, é bastante natural identificar um objeto físico ou outro agregado de matéria com a parte do espaço-tempo que ele ocupa. Se esta identificação for feita, então o mundo físico consiste inteiramente no espaço-tempo e nas suas partes espaço-temporais; a distinção entre as regiões do espaço-tempo "ocupadas por objetos físicos" e as não ocupadas é explicada em termos das propriedades das regiões em questão [. . .]

³¹9. Uma substância é anterior aos seus tropos e modos.

³²Com 'substância', falamos aqui de um objeto concreto qualquer, mas devemos lembrar que no contexto do substancialismo monista apenas o espaço-tempo é considerado uma substância.

há uma relação mútua de dependência entre o espaço-tempo e as corpos que o ocupam.

Como nosso objetivo não é refutar esses críticos, mostraremos como Guido Imaguire responde essas acusações que ele chama de "suposta incoerência do aristotelismo" para que possamos esclarecer como o *grounding* lida com esse suposto problema para que possamos estender essa resposta e nos ajudar no caso do espaço-tempo e os objetos físicos.

Primeiro vamos identificar quais as teses principais que Imaguire (2023) considera ao definir o seu '(neo-)aristotelismo'

Uma primeira tese que podemos encontrar é a que Imaguire cita de Lowe:

O modo de existir de um universal é (...) "imane" (em oposição a "transcendente"), na medida em que ele existe apenas "em" e "através de" suas instâncias particulares, precisamente por elas o instanciamos. Assim, nós podemos insistir que não podem existir universais não instanciados e que particulares gozam de um tipo de prioridade sobre universais, exatamente como Aristóteles acreditava. (Lowe, 2006, p. 25)³³

A segunda é definida pelo próprio Imaguire:

[...] pode-se dizer que um objeto é mais fundamental do que uma propriedade (ou vice-versa), ou que objetos que constituem um fato são mais fundamentais do que os fatos (ou vice-versa)? A tese central do aristotelismo é essencialmente transcategorial: a substância particular é mais fundamental do que os atributos e do que as substâncias segundas³⁴. (Imaguire, 2023, p. 624)

O que podemos concluir com isso é que, segundo o que esses autores chamam de pontos centrais do aristotelismo, uma substância particular é independente e fundamental pois, pelo fato de não ser dita de nada, tem em si tudo que necessita para existir ser como é. Já todo o resto de tipos de coisas³⁵, só existem enquanto são 'em' (no caso de propriedades) ou 'ditas de' (no caso de substâncias segundas como gênero/espécie) alguma substância particular.

Chamamos atenção ao fato de que a abordagem metafísica que estamos explorando considera essa relação entre a substância e suas afecções como uma relação de fundação, e não uma mera dependência ontológica. Também, relembramos

³³Grifos de Imaguire

³⁴Objetos particulares seriam as substâncias primeiras pois elas não são ditas de coisa alguma (como as propriedades são). Já as substâncias segundas, no contexto aristotélico, são o que correspondem ao gênero e/ou espécie de uma substância.

³⁵Em Aristóteles, todas as outras categorias.

que em nossa análise, tendo como prisma a tese do substancialismo do espaço-tempo, essa relação de fundação se estabelece entre o próprio espaço-tempo, ou suas partes, e os corpos físicos.

A contestação dessa ideia que Imaguire nos apresenta é baseada principalmente na intuição de que a dependência entre substância e propriedades é mútua, ou seja, que supostamente um objeto particular também precisa da existência dessas propriedades para que possa existir e se constituir. Sirkel declara:

Se a substância primeira existe, ela precisa ter uma cor, um certo peso, estar em algum lugar, etc. Assim como as não substâncias não podem existir sem uma substância primeira, também a substância primeira não pode existir sem não substâncias. (Sirkel, 2020, p. 11).

Aplicado ao nosso caso de análise, seria como declarar que se os corpos físicos dependem do espaço-tempo para os fundar, também não haveria espaço-tempo sem que houvesse objetos que o ocupasse.

Imaguire formaliza diversos exemplos baseados em Alvarado (2019) com diferenças técnicas entre si, porém vamos utilizar o que parece ser o mais simples e central baseado no que apresentamos sobre essa crítica ao 'aristotelismo' até agora. Adaptando ao modo que apresentamos as formalizações até o momento, temos:

- [x instancia a propriedade P] funda [propriedade P existe];
- [x instancia a propriedade P] depende ontologicamente de [propriedade P existe].

Para que possamos finalizar de apresentar a ideia de dependência mútua entre um particular e sua propriedades, Imaguire nos leva ao seguinte trecho de Koslicki que sintetiza o cerne da crítica:

Pois, para uma substância particular como Sócrates existir, alguma substância segunda, algum atributo particular e algum universal também precisam existir; os quais podem ser predicados de Sócrates de modo accidental ou essencial. Mesmo que Sócrates possa existir sem que uma instância particular de cor seja predicada dele, acidentalmente, em qualquer instante do tempo, uma ou outra instância de cor precisa estar presente nele em qualquer instante em que ele exista. E a existência de alguma instância de cor ou outra, por sua vez, necessita a existência de algum universal não substancial mais geral também, como palidez ou cor, à qual essa instância particular de cor pertence essencialmente. Finalmente, se a categoria substancial mais geral à qual Sócrates pertence essencialmente (ex. espécie humana ou gênero animal) não existisse, seria impossível para Sócrates existir. (Koslicki, 2013, p. 37)

A resposta que Imaguire dá a essa crítica reside em um erro que, segundo ele, está na afirmação “[x instancia a propriedade P] depende ontologicamente de [propriedade P existe]”. Ou seja, os chamados aristotelistas e metafísicos que utilizam a fundação consideram de fato que se x instancia a propriedade P então necessariamente P existe, porém discordam que essa instanciação depende de P .

A instanciação de uma propriedade até pode parecer ter alguma dependência da existência dessa propriedade se fossemos pensar em termos modais-existenciais, mas não é disso que se trata. Estamos falando de um caso de fundação, portanto o caso se assemelha a Sócrates e seu conjunto unitário. Poderíamos pensar que para Sócrates pertencer ao seu conjunto unitário primeiramente o conjunto unitário Sócrates deveria existir, mas como estamos falando de uma relação de fundação sabemos que Sócrates e seu conjunto unitário existirem ao mesmo tempo em todos mundos possíveis não impede que Sócrates seja mais fundamental.

Isso porque, segundo Imaguire, é justamente do platonismo que Aristóteles queria escapar. A ideia de que o universal existe anteriormente sua instanciação: “como se ele pudesse subsistir no espaço metafísico à espera de um particular a que se associar”. Da mesma forma que Wittgenstein não depende da existência do *Tractatus* para existir, e muito menos para que ele escreva essa obra, os particulares não devem depender das suas propriedades para existir.

É verdade que uma relação do tipo ‘Aquiles ama Patroclo’ depende de Aquiles e Pátroclo, seus elementos constituintes, para se realizar, mas a relação de instanciação entre uma propriedade e uma substância é diferente, ela é criativa, como explica Imaguire:

Maria gerou Pedro, Wittgenstein escreveu o *Tractatus*, o marceneiro construiu a mesa. A geração de Pedro por Maria não é fundada na existência de Pedro, pelo contrário: a existência de Pedro é justamente fundada na sua geração por parte da sua mãe. A relação de escrita do *Tractatus* por Wittgenstein não é fundada na existência de Wittgenstein e do *Tractatus*, mas o oposto: a existência do livro *Tractatus* é fundada na sua relação de ter sido escrito por Wittgenstein. A relação de construção da mesa não é fundada na existência do marceneiro e da mesa: ao contrário, a existência da mesa é fundada na sua construção por parte do marceneiro. É exatamente deste modo que o aristotelismo vê a relação de instanciação: a existência do universal é fundada ou “criada” na relação de instanciação. Portanto, o fato de que a instanciação F não é fundado na existência de F , mas vice-versa. Assim, o princípio de irreflexividade não é ferido e não há incoerência. (Imaguire, 2023, p. 631)

Assim, a resposta de Imaguire à crítica que coloca em dúvida se objetos não dependem ou são fundados pelas propriedades que eles instanciam está no

modo como o ‘aristotelismo’ vê a instanciação. Não é o caso que $[x] < [Px]$, mas o inverso: $[Px] < [x]$ ³⁶. Considerando o espaço-tempo na nossa análise, é como afirmar que ele não depende das suas propriedades instanciadas em si (objetos físicos e suas propriedades), mas que essas instanciações criam esses objetos de modo que eles não precisem existir previamente à fixação dessas ‘propriedades físicas’ ao espaço-tempo (ou partes temporais).

Podemos concluir com Imaguire resumizando seu argumento:

Como vimos, segundo o aristotelismo, a substância particular é absolutamente fundamental, em termos de dependência e em termos de fundação. Se a é uma substância particular, nada funda sua existência, e sua existência de nada depende, mesmo que ela necessite a existência de entidades de outras categorias. Para o aristotelismo, a instanciação é uma relação criativa: ao ser vermelho, um objeto particular funda a existência da vermelhidão, no mesmo sentido em que a existência desse artigo se fundou no fato de eu tê-lo escrito. (Imaguire, 2023, p. 631)

Um outro caminho possível de investigação entre fundação e espaço-tempo é o do que define um objeto físico. Tanto dos que acreditam na existência de objetos abstratos quanto os que defendem exclusivamente a existência de objetos físicos parecem utilizar a espaço-temporalidade como critério para realizar essas distinções.

Um bom exemplo dessa distinção por meio do critério de espaço e tempo é o de Ned Markosian:

The intuitive idea behind the Spatial Location Account is this. Objects from all of the different ontological categories – physical objects; non-physical objects like souls, if there are any; propositions; universals; etc. – have this much in common: they all exist in time. But not all of them exist in space. The ones that exist in space, i.e., the ones that have spatial locations, are the ones that count as physical objects.³⁷ (Markosian, 2000, p. 377).

Porém, ao primeiro olhar já fica claro que temos um problema aqui. Não falamos de termos ‘espaciais e temporais’ como Markosian, mas sim, de espaço-tempo. Não existe a possibilidade, com o que assumimos até aqui, de algo ter

³⁶ $Px < x$.

³⁷Markosian (2000, p. 377): A ideia intuitiva por trás do critério de localização espacial é a seguinte. Objetos de todas as diferentes categorias ontológicas - objetos físicos; objetos não físicos como almas, se houver alguma; proposições; universais; etc. - têm isso em comum: todos eles existem no tempo. - têm algo em comum: todos eles existem no tempo. Mas nem todos eles existem no espaço. Os que existem no espaço, ou seja, os que têm localizações espaciais, são os que contam como objetos físicos.

alguma temporalidade sem espacialidade, visto que o espaço e tempo são tão somente uma única e mesma entidade.

Então, considerando um espaço-tempo podemos considerar duas possibilidades distintas a partir de Markosian: negamos a existência de objetos não físicos e ficamos com uma espécie de fisicalismo, ou excluímos a temporalidade dos objetos não físicos e afirmamos que eles não são espaço-temporais.

Em qualquer uma das opções, a condição III³⁸ parece estar presente a partir dos critérios espaço-temporais para caracterizar um objeto físico. Portanto, nos parece razoável considerar que o espaço-tempo (ou espaço-temporalidade) fundaria tudo que existe, se considerarmos a proposta fisicalista, ou que o espaço-tempo fundaria os objetos físicos, os diferenciando dos não-físicos. De toda forma define-se essa característica metafísica mencionando a espaço-temporalidade da qual ela se dá 'em virtude de'.

Podemos encontrar em Quine também o critério do espaço-tempo para a fisicalidade de um objeto em "*Whither Physical Objects?*":

[...] let us understand a physical object, for a while, simply as the aggregate material content of any portion of space-time, however ragged and discontinuous.

[...] With a little stretch of the imagination, this notion of physical object can even be made to accommodate physical processes or events, on a par with bodies: simply as more or less scattered spatio-temporal manifolds.³⁹ (Quine, 1976, p. 499)

Por mais que após essa etapa Quine faça um movimento de considerar, em última instância, o espaço-tempo como construções de teoria de conjuntos, ainda sim, na etapa intermediária, vemos a definição do objeto físico por meio de regiões espaço-temporais, o mesmo que ocorre no caso de Markosian.

Podemos ir agora pra uma ideia metafísica que vai além de uma definição do que é um objeto físico, chegando para algo seja mais como um critério ontológico propriamente dito. Estamos falando do princípio eleático.

De acordo com Mark Colyvan (1998) o princípio eleático foi defendido principalmente por nomes como David Armstrong, Brian Ellis e Hartry Field. Esse princípio pode ser chamado também de critério causal e é caracterizado por ser

³⁸Uma boa explicação metafísica de Y deve mencionar aquilo que a funda, ou seja, X

³⁹Quine (1976, p. 499): [...] vamos entender um objeto físico, por enquanto, simplesmente como o conteúdo material agregado de qualquer porção do espaço-tempo, por mais irregular e descontínua que seja.

[...] Com um pouco de imaginação, essa noção de objeto físico pode até mesmo acomodar processos ou eventos físicos, da mesma forma que os corpos: simplesmente como variedades espaço-temporais mais ou menos dispersas.

uma espécie de ‘teste’ que alguns filósofos podem submeter determinados entes para assumi-los ou não em suas ontologias.

Para alguém que considera o princípio eleático, somente objetos capazes de causar mudança no mundo, ou seja, interagir causalmente, podem ser considerado como existentes.

Armstrong (1978, Vol 2, p.45-46) cita em *Universals and Scientific Realism* a passagem 247d-e de *O Sofista* de Platão, onde fica marcada do diálogo a tese de um estrangeiro de Eleia em que ele sustenta que ‘poderes causais são os traços fundamentais do ser’.

Pelo menos dentro do nosso panorama relativístico, a interação causal só pode ocorrer por objetos espaço-temporais. Inclusive os limites da espaço-temporalidade nos condiciona a uma velocidade máxima na qual interações causais podem ocorrer, o que levar pode levar à noção de espaço observável. Como o limite de interação causal é dado pela velocidade da luz, partes do universo que estão a determinadas distâncias e velocidades são impossibilitadas de estabelecer qualquer interação causal conosco e, por isso, não podem ser observadas. Isso nos mostra uma relação íntima entre o espaço-tempo e a própria causalidade.

Hartry Field com seu projeto de anti-realismo matemático, critica a ideia de que devemos assumir a existência de números pela utilidade que eles têm nas nossas teorias científicas, e por isso, são indispensáveis. O princípio eleático aparece então para justificar seu ‘fiscalismo’ radical:

According to the platonist picture, the truth values of our mathematical assertions depend on facts involving platonic entities that reside in a realm outside of space-time. There are no causal connections between the entities in the platonic realm and ourselves; how then can we have any knowledge of what is going on in that realm? [...] It seems as if to answer these questions one is going to have to postulate some *aphysical connection*, some mysterious mental grasping, between ourselves and the elements of this platonic realm. ⁴⁰(Field, 1989, p.68)

Na sequencia, Hartry Field introduz elementos espaço-temporais ao critério causal, por mais que ele já tenha relacionado causalidade e espaço-temporalidade anteriormente:

⁴⁰Field (1989, p.68): De acordo com a visão platonista, os valores de verdade de nossas afirmações matemáticas dependem de fatos que envolvem entidades platônicas que residem em um reino fora do espaço-tempo. Não há conexões causais entre as entidades do reino platônico e nós mesmos; como, então, podemos ter algum conhecimento do que está acontecendo nesse reino? Parece que, para responder a essas perguntas, é preciso postular alguma *conexão afísica*, alguma compreensão mental misteriosa, entre nós e os elementos desse reino platônico.

Do these considerations raise difficulties for space-time regions comparable to those that they raise for mathematical entities? No. In the first place, the difficulties just raised are not due merely to the lack of causal connections between mathematical entities and ourselves; they are due to this plus the fact that those entities exist (according to the realist) outside of space-time.⁴¹ (Field, 1989, p.68)

Segundo Russell Marcus (2015), Armstrong também leva em conta o espaço-tempo mais o critério causal para considerar a existência de um determinado ente através dessas duas passagens:

Against the suggestion that the world might contain [...] such things as possibilities, timeless propositions and “abstract” classes, I argued that these latter entities had no causal power; and that if they had no power there was no good reason to postulate them.⁴² (Armstrong 1978b, 46)

The world is nothing but a single spatio-temporal system.⁴³ (Armstrong 1978a, p. 126)

Desse modo podemos ver que o espaço-tempo, pelo prisma do princípio eleático, possui um papel muito importante na existência (ou postulação da existência), de um ente. O projeto de fundação, com suas influências aristotélicas, não tem nenhum compromisso com esse fisicalismo que os defensores do princípio eleático adotam.

Como Schaffer afirma sobre *grounding*, essa ferramenta pode ser utilizada por inúmeras posições metafísicas para mudar a perspectiva do debate. Portanto, um materialista e um dualista sobre mentes, por exemplo, podem por meio da fundação discutir se a mente é fundada em fatores físicos ou não.

Desse mesmo modo podemos encarar o espaço-tempo quando tratamos da fundação e objetos físicos. Os fisicalistas, que apenas aceitam a realidade do mundo físico e negam a existência de entidades abstratas, podem ver no espaço-tempo uma entidade que funda toda e qualquer realidade física. Os mais permissivistas, como Schaffer, podem aceitar a existência de outros tipos de entidades não físicas, mas isso não muda o fato de que o espaço-tempo funda os objetos e fatos físicos de modo que a diferença entre o que é físico ou não está na fundação espaço-temporal.

⁴¹Field (1989, p.68): Essas considerações levantam dificuldades para as regiões espaço-temporais comparáveis àquelas que levantam para as entidades matemáticas? Não. Em primeiro lugar, as dificuldades que acabamos de levantar não se devem apenas à falta de conexões causais entre as entidades matemáticas e nós mesmos; elas se devem a isso mais o fato de que essas entidades existem (de acordo com o realista) fora do espaço-tempo.

⁴²Armstrong (1978b, 46): Contra a sugestão de que o mundo poderia conter [...] coisas como possibilidades, proposições atemporais e classes “abstratas”, argumento que essas últimas entidades não têm poder causal; e que, se não têm poder, não há boas razões para postulá-las.

⁴³Armstrong (1978a, p 126): O mundo é nada mais do que um único sistema espaço-temporal.

Mesmo dentre os permissivistas, há a possibilidade de defender que mesmo que coisas não físicas possam existir, elas são derivadas e fundadas por fatos físicos, dando maior fundamentalidade ao que físico. Nesse caso a diferença entre os objetos físicos e não físicos seria de uma 'hierarquia de realidade' onde os físicos seriam imediatamente fundados pelo espaço tempo enquanto os não físicos seriam de forma mediada de modo: 'espaço-tempo' < 'objetos físicos' < 'objetos não físicos'.

Podemos concluir que de acordo com todas as posições metafísicas apresentadas nessa seção, o espaço-tempo tempo aparece como tendo um papel de fundamentalidade explicativa e constitutiva entre ele e os corpos físicos de acordo com os critérios estabelecidos no princípio.

Através do substancialismo monista, os objetos físicos são uma consequência de uma sequência de predicções de propriedades no próprio espaço-tempo, assim como os aristotélicos encaram a relação entre propriedades e substâncias. Por meio do princípio eleático o espaço-tempo aparece como um elemento fundamental para a definição de um objeto-físico (ou qualquer coisa que exista), de modo que a explicação da fisicalidade dependa da menção ao espaço-tempo. Desse modo parece que todas essas teorias parecem estabelecer entre o espaço tempo 'X' e outros elementos da realidade⁴⁴ 'Y', as condições que podem definir uma relação de fundação e fundamentalidade do espaço-tempo na hierarquia do mundo, sendo os critérios:

- I. Y ocorre em virtude da ocorrência de X.
- II. X ocorre e X determina/necessita que Y ocorra também.
- III. Uma boa explicação metafísica de Y deve mencionar aquilo que a funda, ou seja, X.

As discussões da física se haveria um espaço-tempo na ausência de toda e qualquer matéria são muito interessantes e difíceis de se obter qualquer resposta conclusiva, uma vez que nos parece que toda matéria está no espaço-tempo e o espaço-tempo que conhecemos está completamente povoado de matéria e toda energia contida nele (considerando a conversão de matéria-energia). Aos olhos da fundação, porém, essa questão não impossibilita a fundamentalidade, assim como o exemplo de Sócrates e sua cabeça, que ambos precisam um do outro para continuar existindo, porém em termos de fundamentalidade Sócrates é o fundante.

⁴⁴A depender da tese metafísica adotada

Considerações finais

A metafísica é uma área da filosofia muito fecunda e foi palco de grandes discussões da história da humanidade até agora. Embora o que consideramos uma investigação metafísica hoje não tenha sido sempre chamado dessa maneira, podemos notar escritos com esse teor desde os pré-socráticos.

Sejam os pré-socráticos discutindo o princípio da natureza, Platão e Aristóteles discordando a respeito das entidades que hoje chamamos de universais, os medievais retomando os debates sobre os universais e acrescentando aspectos teológicos, os modernos incorporando aspectos da subjetividade e epistemológicos ou com contemporâneos discutindo teorias físicas fundamentais, há algo que se manteve na curiosidade metafísica: a vontade de explorar os fundamentos da realidade.

Na Contemporaneidade, além de muitos temas diversos que vão desde exemplos como mente, ética, identidade pessoal até objetos ficcionais, a metafísica se difunde por uma infinidade de métodos e estilos de investigações possíveis.

Uma importante vertente da metafísica contemporânea, chamados de forma mais geral de 'naturalismo' ou 'naturalismo metodológico', é representada por filósofos que tendem a considerar a realidade como completamente explicável em termos naturais, rejeitando qualquer tipo de 'sobrenatural' na constituição do mundo. Os naturalistas e naturalistas metodológicos, sobretudo, veem na filosofia e na ciência tarefas e métodos muito próximos.

As noções se afunilam ainda mais quando consideramos a metafísica enquanto área da filosofia. Se definimos a metafísica como o estudo dos fundamentos mais básicos da realidade, então, aos olhos do naturalismo, as respostas mais adequadas sobre a realidade são fornecidas pelos métodos da física e ciências naturais. E, mesmo que muitas vezes alguns interesses e temas não coincidam, isso não quer dizer que a metafísica não considera os bons resultados científicos

Kristie Miller vai ao encontro a isso em *"how do we do metaphysics?"*:

So while metaphysicians are interested in some questions that scientists are not, this does not mean that they do not take science seriously, or that science has no implications for metaphysics; quite the contrary.

One important role of metaphysics lies in trying to bring together, on the one hand, the outputs of science, and on the other hand, our first-person experience of the world, to create a consistent picture.¹ (Miller, 2016, p. 212)

Com esse panorama, justifica-se a incorporação do repertório conceitual e vocabulário científico no discurso filosófico e metafísico. É da Teoria da Relatividade, primeiro a restrita (ou especial) e depois a geral, que obtemos novos e amplamente fecundos modos de considerar o espaço-tempo que exploramos a partir da atitude filosófica descrita por Miller.

Como vimos, a relação entre a realidade e o espaço e tempo, como entes separados, sempre teve um espaço importante nas investigações do que viriam a ser a física e a metafísica. Porém, com a popularização da noção de espaço-tempo, primeiro entre os círculos de físicos e filósofos e depois no imaginário popular, ficou cada vez mais fácil encontrar reflexões acerca da realidade usando agora a noção de espaço-tempo, como coisas unidas por natureza.

A metafísica também é uma área que possui sua própria mudança. Seus temas e métodos são muito diversos e enfrentaram variados panoramas ao longo da história. É por essa razão que introduzimos a exposição sobre a ideia de metafísica por meio de uma área próxima a ela, a metametafísica.

A metametafísica está para a metafísica de uma forma muito similar ao modo que a metalinguagem está para a linguagem. Com isso, o que queremos dizer é que quando enfrentamos dificuldades para nos expressar ao tratar da linguagem, utilizamos um nível superior ao da linguagem que nos é objeto² e falamos no domínio da metalinguagem, como se subíssemos um degrau e agora usássemos a metalinguagem para falar da linguagem ordinária. Com a metametafísica fazemos de forma análoga, ela é uma área da filosofia que deixa a metafísica, que continua tratando de seus próprios temas, e fala da própria metafísica como objeto de discussão.

Assim, uma discussão metametafísica vai tratar a respeito de quais métodos e ferramentas são os mais adequados para a metafísica. Entra em jogo a tarefa de estabelecer um vocabulário suficientemente claro em que se possa debater melhor os méritos próprios da metafísica e menos, na medida do possível, disputas que sejam meramente verbais. Por último, podemos destacar aqui a importante tarefa da metametafísica em investigar quais seriam os melhores tipos de resposta que a

¹Portanto, embora os metafísicos estejam interessados em algumas questões que os cientistas não estão, isso não significa que eles não levem a ciência a sério ou que a ciência não tenha implicações para a metafísica; muito pelo contrário. Uma tarefa importante da metafísica é tentar reunir, de um lado, os resultados da ciência e, de outro, nossa experiência do mundo em primeira pessoa, para criar um quadro consistente.

²O objeto do qual se trata o discurso em questão, a própria linguagem no caso.

metafísica deveria obter, e inclusive, sobre a possibilidade de haver conclusões ou respostas objetivas às perguntas que a metafísica levanta.

Sobre duas diferentes posições em metametafísica, Miller declara:

Metaphysics is sometimes characterised as a discipline primarily interested in the question: what is there? That, of course, makes the scope of metaphysics huge. Put like that, though, one might get the impression that those engaging in metaphysics are mostly interested in coming up with a (very long) list of everything that exists, from toasters to quarks. But metaphysics is not best viewed as an attempt simply to provide a list of objects, or even a list of kinds of objects, that exist. To be sure, it is part of the task of metaphysics to catalogue the kinds of objects we find in our world. In addition, though, we want to know how the things in the world are related to one another: we want to know how our world is structured.

Recently there has arisen a substantial debate in metaphysics about whether our world is flat as opposed to being what we might call mountainous. Those who think the world is mountainous think that some bits of the world depend on other bits of the world. They think that some bits of the world are fundamental, or at least, more fundamental than other bits, and that less fundamental bits of the world depend on more fundamental bits of the world. Thus we have a picture of our world as layered, with the less fundamental being supported by the more fundamental. Those who think that the world is mountainous thus suppose that it is an important part of metaphysics to figure out the structure of our world.³ (Miller, 2016, p. 223)

Esse debate apresentado por Miller nos mostra duas posições metametafísicas de uma forma que não foge muito da visão de Schaffer. Segundo Schaffer, os que pensam o mundo de maneira 'plana', são principalmente os que são influenciados

³Miller (2016, p. 223): A metafísica às vezes é caracterizada como uma disciplina interessada principalmente na pergunta: o que existe? Isso, é claro, faz com que o escopo da metafísica seja enorme. Dito dessa forma, porém, pode-se ter a impressão de que aqueles que se dedicam à metafísica estão interessados principalmente em elaborar uma lista (muito longa) de tudo o que existe, desde torradeiras até quarks. Mas a metafísica não é melhor vista como uma tentativa de simplesmente fornecer uma lista de objetos, ou mesmo uma lista de tipos de objetos, que existem. Sem dúvida, é parte da tarefa da metafísica catalogar os tipos de objetos que encontramos em nosso mundo. Além disso, porém, queremos saber como as coisas no mundo estão relacionadas umas com as outras, queremos saber como nosso mundo está estruturado.

Recentemente, surgiu um debate substancial na metafísica sobre se o nosso mundo é 'plano', em vez de ser o que poderíamos chamar de montanhoso. Aqueles que acham que o mundo é 'montanhoso' acham que algumas partes do mundo dependem de outras partes do mundo. Eles acham que algumas partes do mundo são fundamentais ou, pelo menos, mais fundamentais do que outras partes, e que partes menos fundamentais do mundo dependem de partes mais fundamentais do mundo. Assim, temos uma imagem de nosso mundo em camadas, com o menos fundamental sendo apoiado pelo mais fundamental. Aqueles que pensam que o mundo é montanhoso, portanto, supõem que é uma parte importante da metafísica descobrir a estrutura do nosso mundo.

pela metafísica de Quine e, como possuem o critério de compromisso ontológico no centro da sua metafísica, colocam a pergunta “o que há?” como a tarefa de investigação mais importante de sua pesquisa.

Já os que veem o mundo da forma ‘montanhosa’, nas palavras de Miller, buscam encontrar mais do que uma informação do que existe ou não no mundo, mas sim, encontrar algumas relações entre essas coisas que existem. Schaffer considera a fundação, ou *grounding*, a principal relação para estabelecer esse ordenamento entre as diversas coisas e tipos de coisas que povoam o mundo.

Tanto Schaffer quanto Imaguire reconhecem Fine como um importante pioneiro da metafísica de *grounding* e então usamos esses três autores de forma mais atenta ao descrever essas relações de fundação. É comum encontrar nesses autores menções de inspirações aristotélicas, principalmente porque consideram que as relações estabelecidas entre a substância e as demais categorias de Aristóteles expressam um noção de fundamentalidade.

A fundação então, tem a característica de relacionar elementos por meio da noção de fundamentalidade. Se um objeto, ente ou fato funda um outro, então esse primeiro objeto é mais fundamental que o segundo e assim por diante.

A semântica que os autores consideram mais elementar para compreender a fundação é a relação expressa por ‘em virtude de’, ou seja, dizer que uma bola tem uma cor em virtude de ser vermelha é dizer que o fato dessa bola ser vermelha funda o fato dela ter uma cor.

Assim, essa vertente metametafísica tem por objetivo criar uma rede de relações de fundação que possam ligar as coisas mais básicas e fundamentais do mundo às coisas mais derivadas e menos fundamentais para que possam explicar uma estrutura da realidade, uma espécie de hierarquia do mundo.

Nossa proposta de investigar como hipótese qual papel o espaço-tempo teria nessa hierarquia, nos leva a verificar as propriedades e condições que a fundação possui e a partir disso, então, analisar algumas teorias metafísicas possivelmente compatíveis com essa visão metametafísica.

Desse modo, estaríamos aplicando uma espécie de ‘estudo de caso’ onde, por meio de algumas teses metafísicas em específico a respeito do espaço-tempo, poderíamos checar como o espaço-tempo se enquadrava no ponto de vista da fundação, em relação ao objetos físicos, principalmente.

As teses escolhidas foram principalmente o substancialismo sobre o espaço-tempo e o princípio eleático. O substancialismo acerca do espaço-tempo, ao afirmar que o espaço-tempo é uma substância, não só afirma que ele não depende da matéria ou qualquer outra coisa para se estabelecer, como também aceita que outras propriedades do mundo podem se dar em virtude dele e de suas propriedades.

Na versão monista, que afirma que o espaço-tempo é a única substância, há uma radicalidade onde considera-se que todos os corpos e fenômenos físicos são como propriedades que aderem ao próprio espaço-tempo, de modo que em um corpo não se possa fazer a separação entre ‘conteúdo e contenedor’ em um objeto considerando suas partes espaço-temporais e sua matéria. Assim, da mesma forma que um objeto particular funda suas propriedades secundárias e derivadas, o espaço-tempo fundaria os corpos físicos, pois suas propriedades físicas são em virtude das suas propriedades espaço-temporais.

Passando em definições do que caracteriza um coisa como física, passamos sempre a citar a espaço-temporalidade como um dos critérios, assim como Markosian defende que a espacialidade é o que faz de algo ser um objeto físico. Segundo ele, dentre todas as categorias ontológicas como objetos não físicos (como almas, propriedades, proposições, universais) e os objetos físicos, todos possuem em comum existirem no tempo, porém, somente objetos físicos existem no espaço, então objetos físicos precisam existir no espaço e tempo. Não consideramos aqui a separação entre espaço e tempo, logo, não podemos aceitar que um objeto seja apenas temporal, nos restando assumir que o que não é espaço-temporal nem mesmo existe ou que os exemplos dados por Markosian nem mesmo são temporais.

Alguns fisicalistas, os que afirmam a existência exclusivamente de coisas físicas, utilizam critérios espaço-temporais para atribuir a existência de entidades. Um exemplo é Hartry Field que, em *Realism, Mathematics, and Modality* ataca o realismo matemático, negando que seria possível afirmar a existência de números como algo independente do espaço-tempo. Esse critério ontológico defendido por Field é chamado de princípio eleático e assim se chama por conta do diálogo *O Sofista*, de Platão onde um personagem eleata argumenta a favor da capacidade de interação causal como critério de existência de entidades.

Armstrong concorda com Field sobre o princípio eleático, tanto com o critério causal quanto no espaço-temporal:

Against the suggestion that the world might contain [...] such things as possibilities, timeless propositions and “abstract” classes, I argued that these latter entities had no causal power; and that if they had no power there was no good reason to postulate them. ⁴ (Armstrong 1978b, 46)

The world is nothing but a single spatio-temporal system. ⁵ (Armstrong 1978a, p. 126)

⁴Armstrong (1978b, 46): Contra a sugestão de que o mundo poderia conter [...] coisas como possibilidades, proposições atemporais e classes “abstratas”, argumento que essas últimas entidades não têm poder causal; e que, se não têm poder, não há boas razões para postulá-las.

⁵Armstrong (1978a, p. 126): O mundo é nada mais do que um único sistema espaço-temporal.

Ao analisar o princípio eleático na metafísica, podemos notar como ele coloca o espaço-tempo em um lugar de privilégio de fundamentalidade nas definições do que existe, de acordo com o que um adepto da metafísica de fundação poderia ver. Além de que a ideia de interação causal parece estar intimamente ligada à espaço-temporalidade.

O motivo principal dessa fundamentalidade é a característica de fundação que Imaguire levanta, se um elemento X funda um elemento Y , então uma explicação adequada de Y deve mencionar X . A natureza do fundado aponta para seu fundante. É o que nos parece acontecer com o princípio eleático para explicar a natureza de um objeto existente, passamos pela sua espaço-temporalidade.

Se considerarmos a existência de objetos não físicos, esse critério nos parece ser muito útil para a diferenciação entre o que é físico e o que não é. Ainda podemos considerar a fundação de todas as coisas não físicas por coisas físicas, ainda dando um privilégio metafísico à realidade física, sem sermos radicalmente fisicalistas, e fazendo as coisas não-físicas serem consideradas fundadas de forma mediada pelo espaço tempo. Isso cria uma estratificação da realidade assim como Schaffer defende na sua ontologia estruturada, ou no mundo montanhoso, como Miller chama.

Assim teríamos uma hierarquia de mundo simplificada em: 'espaço-tempo' < 'objetos físicos' < 'objetos não físicos'. Sem esquecer que segundo a teoria de *grounding* uma estrutura de fundação pode possuir inúmeros 'andares'.

Esse presente texto teve como principal tarefa explorar e esclarecer qual papel o espaço-tempo teria em termos de fundamentalidade de acordo com algumas teorias metafísicas aos olhos de uma metametafísica de *grounding* subjacente, principalmente fornecendo ao leitor o que é preciso para compreender a discussão desde o começo.

Não chegamos a explorar algumas possibilidades advindas de algumas interpretações físicas como, por exemplo, se os estados/fatos físicos de um corpo são fundados pelos seus estados/fatos espaço temporais, porém abra-se uma infinidade e possibilidades a partir de um trabalho inicial como esse.

Por fim gostaríamos de esclarecer, e reiterar, que desde a Modernidade há discussões acerca da prioridade metafísica entre relacionistas e defensores de um espaço absoluto. Após a teoria da relatividade essas discussões permanecem, dessa vez considerando o espaço-tempo, e com grandes nomes em ambos os lados da discussão. Por mais que tenhamos optado por uma teoria metafísica substancialista para fazer uma das reflexões, uma resposta do tipo "não haveria espaço-tempo sem matéria para o ocupar" não impossibilita a fundamentalidade do espaço-tempo, desde que a dependência continue mútua. A propriedade da hiperintensiona-

lidade da fundação tem uma grande utilidade justamente em casos como esse. Assim como o exemplo de Sócrates e sua cabeça, ambos precisam um do outro para continuar existindo e são modalmente equivalentes, porém em termos de fundamentalidade Sócrates é o fundante.

Referências bibliográficas

ORGANIZADAS DE ACORDO COM O SISTEMA AUTOR-DATA DE REFERÊNCIA.

ABBAGNANO, N. (1982). *Dicionário de Filosofia*. Trad. A. Bosi. São Paulo: Mestre Jou.

ALEXANDER, S. (1950). *Space, time, and deity: The Gifford lectures at Glasgow 1916–1918, Vol. 1*. New York: The Humanities Press.

ALLISON, H. (2008). *Custom and reason in Hume: a Kantian reading of the first book of the Treatise*. Cambridge: Cambridge University Press.

ARISTÓTELES. (1986). *Organon: Analíticos Anteriores*. Tradução e notas de P. Gomes. Lisboa: Guimarães Editores. Vol. 2. (Filosofia e Ensaios).

ARISTÓTELES. (2001). *Metafísica - Livros IV e VI*. Tradução, introdução e notas de L. Angioni. Campinas, SP: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. (Textos Didáticos, 45).

ARISTÓTELES. (2004). *Metafísica - Livros IX e X*. Tradução, introdução e notas de L. Angioni. Campinas, SP: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. (Clássicos da Filosofia: Cadernos de Tradução, 9).

ARISTÓTELES. (2005). *Metafísica - Livros VII e VIII*. Tradução, introdução e notas de L. Angioni. Campinas, SP: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. (Clássicos da Filosofia: Cadernos de Tradução, 11).

ARISTÓTELES. (2007). *Metafísica - Livros I, II e III*. Tradução, introdução e notas de L. Angioni. Campinas, SP: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. (Clássicos da Filosofia: Cadernos de Tradução, 15).

ARISTÓTELES. (2002). *Segundos Analíticos - Livro II*. Tradução, introdução e notas de L. Angioni. Campinas, SP: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. (Clássicos da Filosofia: Cadernos de Tradução, 4).

ARISTÓTELES. (2004). *Segundos Analíticos - Livro I*. Tradução, introdução e notas de L. Angioni. Campinas, SP: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. (Clássicos da Filosofia: Cadernos de Tradução, 7).

ARISTOTLE. (1971). In. BARNES, J. (Ed.) *The complete works of Aristotle (Vol.1)*. Princeton: Princeton University Press.

ARMSTRONG, D (1978b). *A Theory of Universals: Universals and Scientific Realism*. vol. 2. Cambridge: Cambridge University Press.

ARMSTRONG, D (1978a). *Nominalism and Realism: Universals and Scientific Realism*. vol. 2. Cambridge: Cambridge University Press.

BENNETT, J (1984). *A study of spinoza's ethics*. Indianapolis: Hackett Publishing Company.

BRAIDA, C. R. & FERREIRA, D. P. & OLSEN, M. C. & PADILHA, E. P. (Eds.) (2010) *Ontologia III*. Florianópolis : FILOSOFIA/EAD/UFSC.

CAPEK, M. (1961). *The philosophical impact of contemporary physics*. New York: Van Nostrand Reinhold.

CHRISTIAS, D. (2018). The resurgence of metaphysics in late analytic philosophy: A constructive critique. *philinq:philosophical inquiries*. vol. 16 (1).

CHURCHLAND, P. M. (2004). *Matéria e Consciência: Uma introdução contemporânea à filosofia da mente*. São Paulo: Editora UNESP.

COLYVAN, M. (1998). Can the Eleatic Principle be Justified. *Canadian Journal of Philosophy*. 28.3, p. 313-336.

CONNOR, E. & SIDER T. *Riddles of Existence*. Oxford University Press.

CORREIA, F. & SCHNIEDER, B. (Eds.). (2012). *Metaphysical Grounding*. Cambridge: Cambridge University Press.

CORREIA, F. & SCHNIEDER, B. (2012). Grounding: an opinionated introduction. In. CORREIA, F. & SCHNIEDER, B. (Eds.) *Metaphysical Grounding*. p.1-36.

DESCARTES, R. (1985). *The philosophical writings of Descartes (Vol. I)*. Trad. J. Cottingham, R. Stoothoff e D. Murdoch. Cambridge: Cambridge University Press.

EARNAM, J. (1989). *World enough and spacetime*. Cambridge: MIT Press.

ESFELD, M. & LAM, V. (2008). Moderate structural realism about space-time. *Synthese*. 160, 27–46.

EINSTEIN, A. et al. (1923). *The Principle of Relativity*. New York: Dover.

FIELD, H. (1984). Can we dispense with space-time? *PSA 1984 Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*. Vol. 2, p. 33–90. East Lansing, MI: Philosophy of Science Association.

FIELD, H. (1989). *Realism, Mathematics, and Modality*. Oxford: Basil Blackwell.

- FIELD, H. (1992). Physicalism. In EARMAN, J. (Ed.). *Inference, explanation and other frustrations: Essays in the philosophy of science*. p.33-90.
- FINE, K. (1994). Essence and Modality. In. TOMBERLIN, J. (ed.) *Philosophical Perspectives*. 8ed. p. 1-16.
- FINE, K. (1995). XIV*—Ontological Dependence. *Proceedings of the Aristotelian Society*. Vol 1. p.269-290.
- FINE, K. (2012). What is metaphysics? In. TAHKO, T. (Ed.) *Contemporary Aristotelian Metaphysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- FINE, K. (2012). Guide to Ground. In. CORREIA, F. & SCHNIEDER, B. (Eds.) *Metaphysical Grounding*. p.37-80.
- GILL, M. L. (2020). *Aristotle on Substance: The Paradox of Unity*. Princeton: Princeton University Press.
- HAWKING, S. W. (2015). *Uma breve história do tempo*. Trad. C. A. Arantes. Rio de Janeiro: Intrínseca.
- HAWKING, S. W. (2016). *O universo numa casca de noz*. Trad. C. A. Arantes. Rio de Janeiro: Intrínseca.
- HELMHOLTZ, H. (1965). The conservation of Force (from Ueber die Erhaltung der Kraft, 1847). In. BRUSH, S. G. *Kinetic Theory*. Vol.1. ed. Oxford London.
- HOEFER, C. (1996). The metaphysics of space-time substantivalism. *Philosophy of Science*. 93, 5–27.
- HÖFFE, O. (2005). *Immanuel Kant*. Trad. Christian V. Hamm & Valério Rohden. São Paulo: Martins Fontes.
- HOFFMAN, J. & ROSENKRANTZ, G. (1997). *Substance: its nature and existence*. London: Routledge
- HUME, D. (1996). *Investigação acerca do entendimento humano*. Trad. Anoar Aiex. São Paulo: Nova Cultural. (Coleção os Pensadores.)
- IMAGUIRE, G.; ALMEIDA, C. L. S. & OLIVEIRA, M. A. (Org.) (2007). *Metafísica contemporânea*. Petrópolis: Vozes.
- IMAGUIRE, G. (2020). Fundação Ontológica. In. Imaguire, G. e Cid, R. (Org.) *Problemas de Metafísica Analítica*. 1ed. Pelotas: UFPel, v. 1, p. 59-79.
- IMAGUIRE, G. (2023). Substância e Fundamentalidade no Aristotelismo. In. Levy, L. et al (Org.) *Substância na História da Filosofia*. 1ed. Pelotas: UFPel, v. 1, p. 615-634.

- JOULE, J. P. (1850). On the Mechanical Equivalent of Heat : Communicated by Michael Faraday D.C.L, F.R.S Foreign Associate of the Academy of Science Paris &c &c &c. In. *Philosophical Transaction*. p.61-82. London: Royal Society of London.
- JOULE, J. P. (1858). On some Thermo dynamic Properties of Solids. In. *Philosophical Transaction*.
- JOULE, J. P. (1965). On Matter, Living Force and Heat (from the Manchester Courier, 1847). In. BRUSH.S.G. *Kinetic Theory*. 1 ed. Oxford London.
- KANT, I. (1989). *Crítica da Razão Pura*. Trad. Manuela Pinto dos Santos e Alexandre Fradique Mourão. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2 ed.
- KRIPKE, S. A. (1980). *Naming and necessity*.. Oxford: Blackwell.
- KOSLICKI, K. (2013). Ontological dependence: an opinionated survey In.SCHNIEDER, B.& HOETJE, M. & STEINBERG, A. (eds.) *Varieties of dependence: ontological dependence, grounding, supervenience, response-dependence*.. Munique: Philosophia Verlag, p. 31-64.
- LEIBNIZ, G. W. (1988a). *Correspondência com Clarke*. Trad. Carlos Lopes de Mattos. São Paulo: Nova Cultural. (Os Pensadores).
- LEMOS, I. L.& KRAEMER, C. S. (2021). O que é ‘metametafísica’? Uma análise das metodologias de Meinong, Carnap e Quine. *Griot: Revista de Filosofia*. vol. 21, núm.2, p. 237-255.
- LEWIS, D. (1986). *On the plurality of worlds*. p. 1-23. Oxford: Basil Blackwell.
- LORENTZ, H. A., EINSTEIN, A., MINKOWSKI, H. (2014). *Textos fundamentais da Física Moderna, vol. I: O Princípio da Relatividade*. 3ed. Colectânea de artigos com um ensaio de H. Weyl; notas de A. Sommerfeld; prefácio de O. Blumenthal, Manuel dos Reis e tradução de Mário José Saraiva. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- LOWE, E. J. (2006). *The four-category ontology*. Oxford: Oxford University Press.
- MANLEY, D. (2009). Introduction: A Guided Tour of Metametaphysics. In. CHALMERS, D.; MANLEY, D. & WASSERMAN, R. (Eds.). *Metametaphysics: New Essays on the Foundation of Ontology*. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- MARCUS, R. (2015). The Eleatic and the Indispensabilist. *Theoria*. n.30 (3), p. 415-429.
- MARKOSIAN, N. (2000). What are physical objects? *Philosophy and Phenomenological Research*. núm.61, p.375–395.

- MAUDLIN, T. (1989). The essence of space-time. *Proceedings of the 1988 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*. Vol. 2, p.82–91
- MAUDLIN, T. (1993). Buckets of water and waves of space: Why space-time is probably a substance. *Philosophy of Science*. núm. 60, p.183–203.
- MAUDLIN, T. (1996). On the Unification of Physics. *The Journal of Philosophy*. Vol. 93, núm. 3, p. 129-144.
- MAUDLIN, T. (2007). *The metaphysics within physics..* Oxford: Oxford University Press. 2007.
- MAUDLIN, T. (2012). *Philosophy of Physics: Space and Time..* Princeton: Princeton University Press.
- MAXWELL, J. C. (1861). On physical lines of force. *Philosophical Magazine and Journal of Science*. Vol. 21, Núm. 139, p. 161–175.
- MAXWELL, J. C. (1865). A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Núm. 155, p. 459–512.
- MAYER, R. (1965). The Forces of Inorganic Nature (from *Annalen der Chemie und Pharmacie* 1842). In. BRUSH, S. G. *Kinetic Theory*. Vol.1. ed. Oxford London.
- MILLER, K. (2016). How do we do metaphysics? In. PRITCHARD, D. (ed.) *What is This Thing Called Philosophy?* New York: Routledge.
- MILLER, K. (2016). Is our world structured? In. PRITCHARD, D. (ed.) *What is This Thing Called Philosophy?* New York: Routledge.
- MILLER, K. (2016). What is metaphysics? In. PRITCHARD, D. (ed.) *What is This Thing Called Philosophy?* New York: Routledge.
- NAGEL, E. (1961). The Reduction of Theories. In. *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. New York: Harcourt, Brace & World, Inc., p. 336-397.
- NERLICH, G. (1994). *The shape of space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- NEWTON, I. (2002). *Principia: Princípios matemáticos de filosofia natural*. Trad. T. Ricci, L. G. Brunet, S. T. Ghering e M. H. C. Celia. São Paulo: Edusp.
- NUSSENZVEIG, H. M. (2010). *Curso de física básica 4: ótica, relatividade e física quântica*. São Paulo: Blücher.
- PLATO (1961). In. HAMILTON, E & CAIRNS, H. (Eds.) *Collected Dialogues*. Princeton University Press.
- PRADO, L. L. (2000). *Monadologia e Espaço Relativo: o jovem Kant recepcionando Leibniz*. São Paulo: Educ.

- PELLAT, H. (1895). *Cours de Physique Générale Thermodynamique : leçons presées à la Sourbonne*. Paris: Georges Carré et C. Naud.
- PIATTELLA, O. F. (2020). O artigo fundador da teoria da relatividade restrita: Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento. *Cadernos de Astronomia*. Vol. 1, núm.1, p. 157–176.
- PIATTELLA, O. F. (2020). Introdução à relatividade geral. *Cadernos de Astronomia*. Vol. 1, núm.1, p. 30–39.
- PRITCHARD, D. (ed.) *What is This Thing Called Philosophy?* New York: Routledge.
- QUINE, W. V. (1976). Whither Physical Objects? In. COHEN, R. S.; FEYERABEND P. K. & WARTOFSKY, M. W. *Boston Studies in the Philosophy of Science*. núm.39. p.497-504. Dordrecht: D. Reidel.
- QUINE, W. V. (1980). *Sobre o que há*. São Paulo: Abril Cultural. (Coleção Os Pensadores).
- QUINE, W. V. (1980). *De um ponto de vista lógico*. Trad. L. H. dos Santos et al. São Paulo: Abril Cultural. (Coleção Os Pensadores).
- QUINE, W. V. (1981). Things and their place in theories. In. QUINE, W. V. (Ed.) *Theories and things*. p. 1-23. Cambridge: Harvard University Press.
- RAY, C. (1993). *Tempo, Espaço e Filosofia*. Trad. T. M. Nóbrega. Campinas: Campinas.
- RUMFORD, B.C. (1800-1814). OF An Inquiry Concerning the Nature of Heat, and the mode of Vol. 1. In. *Jstor*. p. 139-148.
- SCHAFFER, J. (2009). On What Grounds What. In. CHALMERS, D.; MANLEY, D. & WASSERMAN, R. (eds.) *Metametaphysics: New Essays on the Foundation of Ontology*. Oxford: Oxford University Press.
- SCHAFFER, J. (2009). Spacetime the One Substance. *Philosophical Studies*. n.145, p. 131-148.
- SCHAFFER, J. (2010). Monism: The priority of the whole. *The Philosophical Review*. Vol. 119, Núm. 1.
- SCHAFFER, J. (2018). Monism. Edward N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <<https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/monism/>>. Acesso em: 16/10/2023.
- SIDER, T. (2001) *Four-dimensionalism: An ontology of persistence and time*. Oxford: Oxford University Press.
- SIMONS, P. (1987) *Parts. A study in ontology*. Oxford: Clarendon Press.

- SIRKEL, R. (2020). In: ROQUES, M. (ed.). *Ontological priority and grounding in Aristotle's Categories*. In *Grounding in medieval philosophy*. Leiden: Brill.
- SKLAR, L. (1974). *Space, time and spacetime*. California: University of California Press.
- SKLAR, L. (1992). *A filosofia da física*. Trad. P. Galvão, P. Mateus e D. Murscho. Colorado: Westview Press.
- SKOW, B. (2005). *Supersubstantivalism*. In *Once Upon a Spacetime*. Dissertation. New York University.
- SPINOZA, B. (1985). In: CURLEY, E. (Ed.) *The collected works of Spinoza*. Princeton: Princeton University Press.
- TAHKO, T. (2016). *An Introduction to Metametaphysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- TAHKO, T. & LOWE, E. J. (2020). In: ZALTA, E. N. (Ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. (Fall 2020 Edition).
<<https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/dependence-ontological/>>.
- TAHKO, T. (2012). (Ed.) *Contemporary Aristotelian Metaphysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- TAHKO, T. (2012). In defence of Aristotelian metaphysics. In: TAHKO, T. (Ed.) *Contemporary Aristotelian Metaphysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- THOMASSON, A. L. (1999). *Fiction and metaphysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- TONIATO, J. D. (2020). De Newton a Einstein: a geometrização da gravitação. *Cadernos de Astronomia*. Vol. 1, núm.1, p. 17–29.
- VAILATI, E. (1997). *Leibniz and Clarke: A Study of Their Correspondence*. Oxford and New York: Oxford University Press.
- WEINBERG, S. (1994). *Dreams of a Final Theory: The Search for the Fundamental Laws of Nature*. New York: Vintage Books.
- WOAN, G. (2000). *The Cambridge Handbook of Physics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ZINGANO, M. (2013). Unidade do gênero e outras unidades em Aristóteles: significação focal, relação de consecução, semelhança, analogia. *Analytica*. Vol 17, Núm. 2. p. 395-432.
- ZEYL, D. (2005). Plato's Timaeus. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. URL: <http://plato.stanford.edu/entries/plato-timaeus/>