



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**LORENA MORENO GALDINI**

**CONCEPÇÕES DE ESPAÇO: DA ANTIGUIDADE A LEIBNIZ**

**MARINGÁ-PR**

**2020**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**LORENA MORENO GALDINI**

**CONCEPÇÕES DE ESPAÇO: DA ANTIGUIDADE A LEIBNIZ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Física.

Orientador: Prof. Dr.

**MARINGÁ-PR**

**2020**

LORENA MORENO GALDINI

## **CONCEPÇÕES DE ESPAÇO: DA ANTIGUIDADE A LEIBNIZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Física.

Aprovada em:

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Daniel Gardelli - **Orientador**

Universidade Estadual de Maringá – UEM

---

Prof. Dr. Breno Ferraz de Oliveira

Universidade Estadual de Maringá – UEM

---

Prof. Dr. Maurício A. Custódio de Melo

Universidade Estadual de Maringá – UEM

A minha família, razão de minha  
existência.

A Deus.

Agradeço a meu orientador pela paciência  
e grande ensinamentos.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

Cora Coralina

## RESUMO

A teoria do espaço é essencial à física. Seu conceito e suas consequências permitem a construção de novas teorias, como a relatividade, os buracos de minhoca, e outras que podem ser criadas e desenvolvidas. Tendo isso em mente, é interessante entender o desenvolvimento deste conceito ao longo do tempo para compreender o porquê o conceito de lugar de Aristóteles perdurou por dois milênios. Embora vários filósofos não concordando com o grego, o declínio desta teoria começou no fim da Idade Média e no período chamado Renascimento, retomando, assim, algumas ideias da Antiguidade Clássica e, por consequência, retomando o atomismo, pitagorismo, platonismo e suas implicações para se criar uma nova teoria do espaço. Por fim, é apresentada uma teoria alternativa para o atomismo grego, que são as Mônadas de Leibniz e comentarei sua correspondência com Clarke.

**Palavras-Chaves:** Espaço; Aristóteles; Religião; Newton.

## **ABSTRACT**

Space theory is essential to physics. Its concept and its consequences allow the construction of new theories, such as relativity, wormholes, and others that can be created and developed. Thinking about this, it is interesting to understand the development of this concept over time to understand why Aristóteles' concept of place lasted for two millenniums, although several philosophers disagreeing with the Greek, the decline of this theory began at the end of the Middle Ages and in the period called the Renaissance, thus retaking some ideas some ideas of the Classical Antiquity and, consequently, returning the Atomism, Pythagorism, Platonism and its implications to create a new theory of space. Finally, an alternative theory is presented for Greek atomism, which are the monads of Leibniz and I will comment on its correspondence with Clarke.

Keywords: Space; Aristóteles;Religion; Newton.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Números triangulares.

Figura 2 – Números quadrados.

Figura 3 – Números retangulares.

Figura 4 - Os elementos formadores do universo.

Figura 5 – Ordenação do universo aristotélico.

Figura 6 – Relatividade do movimento.

# SUMÁRIO

## AGRADECIMENTOS

1. INTRODUÇÃO .....	12
---------------------	----

## **CAPÍTULO 1 – CONCEPÇÕES DE ESPAÇO NA ANTIGUIDADE GREGA: OS ATOMISTAS, PITÁGORAS, PLATÃO E ARISTÓTELES..... 13**

1.1 A DOCTRINA PITAGÓRICA .....	13
1.1.2 O ESPAÇO PITAGÓRICO NA VISÃO ARISTOTÉLICA.....	16
1.2 A DOCTRINA DO ATOMISMO.....	16
1.3 PLATÃO .....	17
1.3.1 AS IDEIAS COMO PRINCÍPIO GERADOR.....	18
1.3.2 A CRIAÇÃO DO MUNDO .....	18
1.3.3 O MOTIVO PELA QUAL O UNIVERSO FOI CRIADO.....	19
1.3.4 MODELO GEOCÊNTRICO DE ESFERAS HOMOCÊNTRICAS DE PLATÃO .	22
1.3.5 O ESPAÇO PLATÔNICO .....	22
1.4 ARISTÓTELES.....	25
1.4.1 METAFÍSICA RELACIONADA AO SER.....	25
1.4.2 COSMOLOGIA ARISTOTÉLICA.....	26
1.4.3 LUGAR NATURAL E MOVIMENTO .....	27
1.4.4 VAZIO.....	30

## **CAPÍTULO 2 – CONCEPÇÕES DE ESPAÇO NOS SÉCULOS XV, XVI E XVII..... 31**

2.1 PENSADORES DOS SÉCULOS XV E XVI.....	32
2.1.1 NICOLAU DE CUSA .....	32
2.1.2 NICOLAU COPÉRNICO .....	33
2.1.3 GIORDANO BRUNO .....	35
2.2 PENSADORES DOS SÉCULOS XVII.....	37
2.2.1 JOHANNES KEPLER.....	37
2.2.2 GALILEU GALILEI.....	39
2.2.3 BERNARDINO TELÉSIO .....	41
2.2.4 FRANCESCO PATRIZI.....	43
2.2.5 TOMMASO CAMPANELLA .....	43
2.2.5.1 CONCEPÇÕES JUDAICO-CRISTÃS DO ESPAÇO.....	44
2.2.5.2 O CONCEITO DE ESPAÇO SEGUNDO CAMPANELLA .....	45

2.2.6 PIERRE GASSENDI.....	46
2.2.7 RENÉ DESCARTES.....	47
2.2.8 HENRY MORE .....	49
2.2.9 ISAAC BARROW .....	53
<b>CAPÍTULO 3 – NEWTON E LEIBNIZ.....</b>	<b>55</b>
3.1 ISAAC NEWTON.....	56
3.2 GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ.....	64
<b>2. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>71</b>
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>72</b>

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, minha fonte de inspiração, pois Ele foi minha base de sustentação e sem Ele eu não teria chego até aqui.

Aos meus pais Denilson Moreno Galdini e Floripes Cardoso Galdini, por terem me ajudado e dado o apoio necessário para que eu pudesse realizar este curso e finalizá-lo.

A meu marido, Lincon Yukio Koyama, pelas conversas, apoio, preocupação e sempre me incentivando a acabar o curso.

A todos os professores que me passaram conhecimento e tiveram preocupação com o meu aprendizado, especialmente ao professor Gardelli, que em suas aulas e discussões, abriu minha mente em pontos que antes não via relevância, mas que eram de extrema importância.

Aos professores Breno Ferraz de Oliveira e Maurício A. Custódio de Melo por aceitarem o convite para minha banca examinadora.

Aos meus amigos da física, por todo o apoio e momentos de estudo, em especial a Thais, Thiago, André e Arthur.

# 1. INTRODUÇÃO

O tema escolhido pautou-se em nosso interesse pela ficção científica. Chamamos a atenção o uso constante de analogias referentes a tele transporte, buracos de minhoca, motor de dobra, mostrado em filmes, séries, livros e desenhos. O que seria o espaço é uma pergunta na qual os antigos gregos tentavam responder sem recorrer aos mitos e sim as suas experiências diárias. Se eu estou ocupando um lugar e vários outros objetos também estão, então o que é este meio que está sendo ocupado? Quais as suas características? Muitos filósofos da Antiguidade tentaram responder essa pergunta, porém, por haver inúmeros estudiosos que trataram sobre este tema, nos restringiremos apenas a pitagóricos, atomistas, Platão e Aristóteles.

A importância histórica dos conceitos de espaço é para se ter uma melhor compreensão de algumas teorias, como o da relatividade, que tem como principal consequência à curvatura do espaço-tempo. Esta foi elaborada por Albert Einstein, sendo este popularizado como sinônimo de gênio. Mesmo quem não conhece seu trabalho, provavelmente já ouviu falar deste homem e o quanto contribuiu para a ciência. Outra parte extremamente importante é a mecânica de Newton, também conhecida como Mecânica Clássica, que envolve os conceitos de espaço e tempo.

Com o objetivo de melhor compreender essas ideias e o porquê vários autores atacaram Aristóteles, apresentamos a forma como este trabalho encontra-se organizado:

No capítulo 1, apresentamos as principais ideias dos filósofos da Antiguidade Clássica: Platão, Aristóteles, Pitagóricos e Atomistas.

No capítulo 2, falaremos sobre os principais pensadores que deram início ao declínio das teorias aristotélicas, sendo a grande maioria renascentista, dividindo-os de acordo com o século em que viveram.

Finalmente, no capítulo 3, falaremos sobre as ideias de Newton e Leibniz, comentando sobre a correspondência que este trocou com Clarke.

## **Capítulo 1 – Concepções de espaço na Antiguidade grega: Os Atomistas, Pitágoras, Platão e Aristóteles**

Levou séculos para se chegar a atual teoria do conceito de espaço. Na antiga Grécia, muitos estudiosos criavam teorias de modo que explicassem as suas vivências no cotidiano, entre as quais um dos gregos que obteve mais destaque foi Aristóteles. Ele não só contribuiu para o conceito do que poderia ser o espaço, como revolucionou vários outros campos de estudo (na sua época), como por exemplo a lógica, química, política, astronomia, biologia, etc.

Aristóteles teve como mestre um dos gregos mais importantes da história: Platão. O conceito de espaço surgiu com este ateniense e ele não só exerceu influência sob seus discípulos como também, séculos depois, os renascentistas se inspiraram em suas obras e na obra de outro grego que foi de extrema importância para a história da humanidade: Pitágoras de Samos. O próprio Platão foi influenciado pela doutrina pitagórica. Esta escola, apesar de não abordar exatamente o que poderia ser o espaço, abordou outros temas de cunho teológico e matemático, que foi de extrema importância para compreender algumas definições platônicas.

Outra teoria importante é a atomística. Esta surgiu no século V antes da era cristã, que propõe que o espaço seja constituído de vazio e átomos. Uma proposição revolucionária para a época, pois todos os outros filósofos haviam concebido um universo totalmente preenchido pela matéria. Porém, não foi tão bem aceita, sendo muito criticada por Aristóteles.

### **1.1 A DOCTRINA PITAGÓRICA**

Pitágoras, mais conhecido pelo teorema que leva seu nome, foi um filósofo grego do final do século VI a.C., responsável pelo surgimento da palavra “matemática” e pela fundação da Escola Pitagórica.

Durante o século VI, houve, no mundo grego, uma revivência da vida religiosa. Dentre estes cultos, a de maior difusão foi o Orfismo (de Orfeu), originário da Trácia, que era uma religião essencialmente esotérica. Os seguidores desta doutrina acreditavam na imortalidade da alma, ou seja, enquanto o corpo se

degenerava, a alma migrava para outro corpo, quantas vezes fossem necessárias, a fim de efetivar a purificação. Dioniso guiaria este ciclo de reencarnações, podendo ajudar o homem a libertar-se dele.

Pitágoras, no entanto, seguiu uma doutrina diferente: a sua própria, na qual colocou a matemática no lugar de Dioniso, defendendo, assim, que todas as coisas são números e o processo de libertação da alma se dá devido ao culto destes.

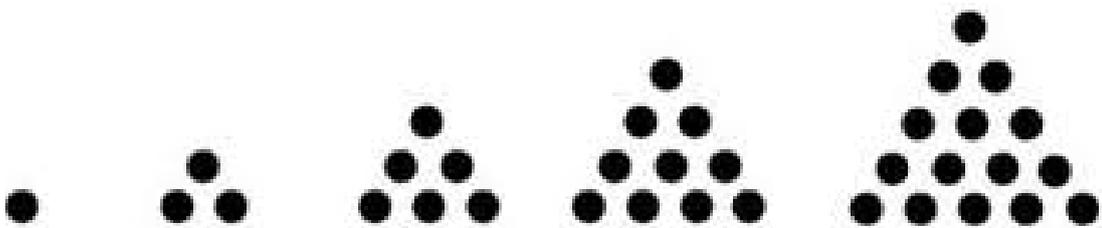
Uma das mais belas descobertas desta doutrina foi o caráter unificador entre a matemática e a música. Verificaram que a altura do som depende do comprimento da corda que o produz, e que os intervalos concordantes na escala são produzidos por motivos numéricos simples (2:1 – oitava, 3:2 – quinta, 4:3 – quarta, etc), sendo este o primeiro passo para a matematização da experiência humana. (KOESTLER, 2008, pg. 9)

Nessa escola, os números eram sagrados, pois não possuíam a natureza perecível da matéria, sendo, portanto, eternos. Logo, a contemplação e o estudo das leis matemáticas eram os meios mais eficazes de purificar a alma das paixões terrenas; constituíam-se no principal elo entre o homem e a divindade. (KOESTLER, 2008, pg. 9)

“Todas as coisas têm forma, todas as coisas são formas, e todas as formas se definem por números”. Essa frase resumia o pensamento pitagórico, na qual a forma mais elevada de filosofia diz respeito aos números, uma vez que todas as coisas são números, e o estudo destes se tornou a essência do conhecimento e porta para um nível superior de sabedoria.

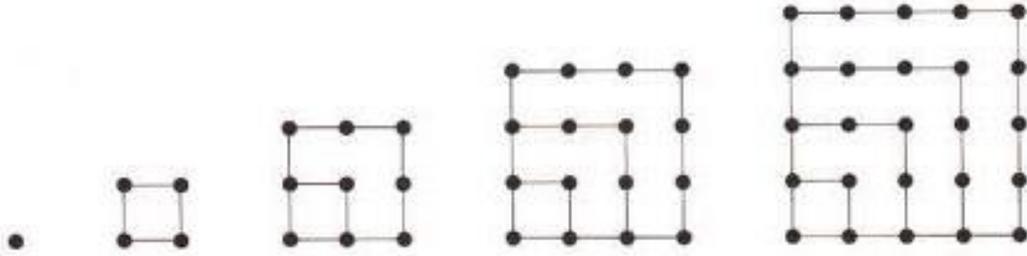
Entre essas formas numéricas, verificou-se a existência de algumas relações, sendo elas:

- A série dos “números triangulares”, que é formada pela adição dos números naturais:



**Figura 1** – Números Triangulares. Aos poucos vai adicionando números naturais. Começa pelo 1. Em seguida faz  $1+2=3$ ;  $3+3=6$ ;  $6+4=10$  e assim sucessivamente. Fonte: Própria (2019).

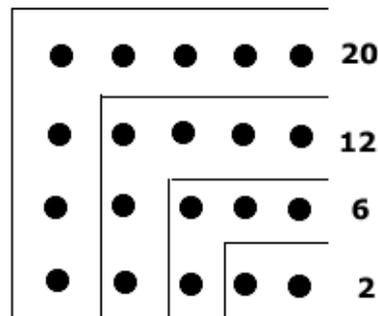
- Os números quadrados é formado pela adição dos números ímpares sucessivos:



**Figura 2** – Números quadrados. Começando pelo 1, em seguida vai se adicionando números ímpares:  $1+3=4$ ;  $4+5=9$ ;  $9+7=16$  e assim sucessivamente. Fonte: Própria (2019).

A adição dos números pares forma os “números retangulares”, em que a razão dos lados representa os intervalos musicais:

$$2 (2:1 - \text{oitava}) + 4 = 6 (3:2 - \text{quinta}) + 6 = 12 (4:3 - \text{quarta}) \dots$$



**Figura 3** – Números retangulares. É a adição dos números pares. Começa pelo 2 e em seguida faz  $2+4=6$ ;  $6+6=12$ ;  $12+8=20$  e assim sucessivamente. Fonte: Própria (2019).

Essa união da música e matemática, por ser o eixo do sistema pitagórico, fez com que Pitágoras expandisse essa ideia aos céus, associando o Sol, a Lua e os planetas a um mesmo princípio. Assim como nas cordas vibrantes, a razão entre os raios das esferas celestes também deveria guardar uma relação de pequenos números inteiros, de modo que, ao girarem, produzissem uma fantástica música universal – a música das esferas.

Quanto a Pitágoras, sabe-se que ele era muito rígido ao selecionar alguém para participar de sua Escola, pois acreditava que a matemática se apresentava como meio potencial tanto da libertação do homem como da sua própria destruição.

Daí a insistência de apenas os purificados no corpo e no espírito participarem dos segredos que envolviam esta irmandade.

### 1.1.2 O ESPAÇO PITAGÓRICO NA VISÃO ARISTOTÉLICA

De acordo com Aristóteles, os pitagóricos atribuíram aos números uma espécie de espacialidade:

Segundo ARISTÓTELES (1080b) “Também os pitagóricos diziam que o vácuo existe e penetra nos céus pela respiração sem limite. Segundo eles, os céus respiram o próprio vácuo, o qual separa e divide os objetos naturais próximos entre si. Em primeiro lugar, é o caso dos números, pois o vazio delimita a sua natureza” (apud JAMMER, 2010, p. 33)

Segundo J. BURNET (1914, pg. 51) “Os vazios espaciais eram necessários para garantir o caráter discreto dos números individuais na geometrização pitagórica do número. Nela, o espaço ainda não tem significação física, exceto na função de servir de agente que delimita corpos diferentes. Na filosofia pitagórica inicial, esse tipo de “espaço” ainda era chamado de pneuma ápeiron, e só ocasionalmente de kenon [vácuo]. O conceito de espaço ainda era confundido com o de matéria. Como disse J. Burnet: “Os pitagóricos, ou alguns deles, certamente identificavam o ‘ar’ com o vazio. Esse foi o início, porém somente o início, da concepção de espaço abstrato ou de extensão”. (apud JAMMER, 2010, p. 33)

## 1.2 A DOCTRINA DO ATOMISMO

A doutrina do atomismo foi criada para explicar a origem do cosmos, na qual teve dois precursores: Leucipo, da cidade chamada Mileto e Demócrito, de Abdera, sendo este discípulo de Leucipo, considerados pré-socráticos. Foram os primeiros gregos a admitir a existência de um espaço vazio, no qual se moviam partículas eternas e imutáveis, que chamaram de átomos. A palavra Átomos vem do grego, que significa sem divisão, ou seja, essas eram as menores partículas que constituíam a origem de tudo.

No período posterior a Sócrates, o atomista mais importante foi Epicuro. Na sua concepção, o espaço é infinito e ilimitado, no qual existem infinitos átomos com distintos atributos geométricos – forma, tamanho e posição. Toda a matéria e todos

os seres são constituídos por diversos átomos, que são partículas elementares e estas se combinam de maneiras diferentes para formar seres diferentes, porém, são imperceptíveis, podendo ser conhecidos apenas por pensamento.

Mais tarde, no séc. I a.C., Lucrécio expôs a filosofia de Epicuro no poema *De rerum natura* (*Sobre a natureza das coisas*). Ele apresentou uma singular síntese de epicurismo e materialismo atomista. Ele também defendeu a existência e infinitude do espaço e dos mundos, mas manteve a finitude de nosso mundo visível e a existência de uma esfera celeste limitadora, porém inacessível a nossa percepção; sendo assim, para ele havia outros “mundos” idênticos ou análogos. Poderíamos considerar que sua concepção prefigurava a concepção moderna de universos-ilhas dispersos em um espaço infinito. Seu mundo era fechado e não ligado uns aos outros. (KOYRÉ, 2006, p. 251)

Os primeiros atomistas, Demócrito e Leucipo, defenderam que tudo o que existia era o vazio e átomos, logo, o universo seria composto por uma infinidade desse vazio e os átomos preenchiem esse espaço pouco a pouco, através da aglutinação, que é a junção dos átomos em proporções diferentes, que formariam matérias diferentes. As proporções e as características determinariam as qualidades dos objetos, como por exemplo, ao ver um objeto retangular, acreditavam que esse objeto era formado pela aglutinação de átomos retangulares e um objeto mais sólido seria formado pela aglutinação de átomos sólidos.

Toda essa concepção dos atomistas foi extremamente original e revolucionária para a época. Antes deles, ninguém havia imaginado que pudessem existir outros mundos, nem que nosso mundo – a Terra e aquilo que está em volta dela – fosse apenas uma pequena região em um universo infinito. A filosofia atomista rompeu completamente com toda a visão de mundo que era aceita na época e tira a Terra e o homem do centro do universo.

### 1.3 PLATÃO

Considerado um dos principais pensadores de sua época, Platão viveu entre 428 a.C. e 347 a.C. Escreveu vários livros, sendo uma de suas principais obras o

diálogo Timeu, que se dá entre os personagens Sócrates, Timeu, Hermócrates e Crítias.

Ao constituí-lo, ele é influenciado por vários autores, porém, o pitagorismo exerceu uma influência maior, herdando deste um caráter profundamente teológico e matemático; isso, por si só, seria suficiente para que Platão adaptasse tal modelo ao seu sistema filosófico e, portanto, atingindo o principal objetivo do diálogo: dar a conhecer o processo de constituição do mundo, ou seja, revelar aos homens aquilo que se situa na esfera do divino.

### 1.3.1 AS IDEIAS COMO PRINCÍPIO GERADOR

A explicação do mundo físico consistia em buscar um princípio gerador e, com a influência do método matemático, Platão propôs as ideias, sendo estas reais e eternas, estando imunes à corrosão do tempo, que faz perecer os objetos físicos. Por isso, foram consideradas divinas.

Perfeitas e imutáveis, as ideias constituiriam os modelos das quais as coisas materiais seriam apenas cópias imperfeitas e transitórias. Em outras palavras, o mundo em que vivemos é ilusório, uma ilusão montada para vermos através dele a realidade. O que é belo, por exemplo, só o é porque existe um belo pleno, o Belo Ideal, que explica todos os graus particulares de beleza.

A beleza platônica não é um convite a possuir algo, algum objeto, pois estes não são realmente nossos. A verdadeira beleza utiliza-os como símbolo, na qual através deles nos recordaremos de algo. Ao ver um ato belo, uma música bela, e isso lhe causar uma vaga lembrança, é como se dentro de cada um de nós tivesse um vago conhecimento sobre essa determinada coisa. Ou seja, o conhecimento no plano físico possui o significado de recordar ideias pré-existentes.

### 1.3.2 A CRIAÇÃO DO MUNDO

Em seus estudos em relação ao céu, como ponta inicial, Platão fez o seguinte questionamento: ele sempre existiu e nunca teve princípio de nascimento ou nasceu em algum momento e teve começo? O grego chegou à seguinte conclusão:

Nasceu, pois é visível, tocável e dotado de corpo, coisas sensíveis todas elas. Ora, conforme já vimos, tudo o que é sensível e pode ser apreendido pela opinião com a ajuda da sensação, está sujeito ao devir e ao nascimento. (*in PLATÃO, Timeu, 28b*)

Outro ponto que precisamos deixar claro, é saber qual dos dois modelos o arquiteto tinha em vista quando o construiu: o imutável e sempre igual a si mesmo ou o que está sujeito ao nascimento? Ora, se este mundo é belo e o seu construtor é bondoso, sem dúvida nenhuma este fixou a vista no modelo eterno; mas se [o seu construtor] é o que nem se poderá mencionar, [então fixou a vista] no modelo sujeito ao nascimento. No entanto, para todos nós é mais do que claro que ele tinha em mira o modelo eterno. Entre as coisas nascidas, não há o que seja mais belo do que o mundo, sendo seu autor a melhor das causas. Logo, se foi produzido dessa maneira, terá de ser apreendido pela razão e a inteligência, e segundo o modelo sempre idêntico a si mesmo. (*in PLATÃO, Timeu, 29 a-b*)

Quanto ao conhecimento do mundo, Platão argumenta que aquilo que é captado pelos sentidos está sempre se transformando. Assim, se tudo o que vemos no universo está sempre mudando, somente é possível ter opiniões sobre sua formação e seu funcionamento, e não um conhecimento confiável e definitivo sobre o mundo material.

### 1.3.3 O MOTIVO PELA QUAL O UNIVERSO FOI CRIADO

Deixe-me contar-lhes por que o criador deu origem ao devir e ao universo. Ele era bom, e aquele que é bondoso não pode jamais ter ciúmes de nada. Assim, estando livre de ciúmes, ele desejou que todas as coisas fossem tão semelhantes a ele próprio quanto fosse possível. Este é o princípio da criação e do universo, no sentido mais verdadeiro, pois devemos acreditar no testemunho dos sábios: Desejando que todas as coisas fossem boas e ausentes de defeitos, o Demiurgo pegou o conjunto das coisas visíveis, nunca em repouso, mas movimentando-se de modo irregular e desordenado, e fê-lo passar da desordem para a ordem, convencendo-se de que esta era superior àquela em todos os aspectos. (*in PLATÃO, Timeu, 29 e – 30 a*).

Depois de madura reflexão, o Demiurgo concluiu que das coisas visíveis por natureza, jamais poderia sair um todo privado de inteligência mais belo do que um todo inteligente. E também que em nenhum ser pode haver inteligência sem alma. Assim, ele pôs a inteligência na alma, e a alma no corpo, e construiu o universo segundo tal critério, com o propósito de levar a

cabo uma obra que fosse, por natureza, a mais bela e perfeita que se poderia imaginar, pois não era nem nunca foi possível que o melhor pudesse fazer uma coisa que não fosse a mais bela e perfeita de todas, na medida do possível. “Desse princípio de verossimilhança, pode-se concluir que o mundo, esse animal dotado de alma e de razão, foi formado pela providência divina. (in PLATÃO, *Timeu*, 30 b-c)

De acordo com todas essas reflexões, ainda resta sabermos se “estaríamos certos quando nos referimos a um céu apenas, ou será mais de acordo com a verdade falarmos de muitos céus, e até mesmo de um número infinito?”

Se ele foi construído de acordo com seu modelo, só deverá haver um, pois o que abrange todos os seres inteligíveis jamais poderá coexistir tendo um segundo ao seu lado. De outra forma, seria preciso admitir mais outro ser vivo que abrangesse os dois e do qual eles seriam partes, não sendo lícito, então, dizer que nosso mundo fora feito à semelhança daqueles, mas muito mais parecido à deste outro que os abrange. Logo, para que o mundo se assemelhe ao ser vivo e perfeito na sua unicidade, seu autor não fez nem dois nem um número infinito de mundos. Este céu é um só e único. Assim foi feito e assim sempre será. (in PLATÃO, *Timeu*, 31 a-b).

Quanto à forma do mundo, o Demiurgo concedeu-lhe a mais conveniente e natural. Ora, a forma mais conveniente ao animal que deveria conter em si mesmo todos os seres vivos, só poderia ser a que abrangesse todas as formas existentes. Por isso, ele torneou o mundo em forma de esfera, por estarem todas as suas extremidades a igual distância do centro, a mais perfeita das formas e mais semelhante a si mesma, por acreditar que o semelhante é mil vezes mais belo do que o dessemelhante. Ademais, por vários motivos, deixou a sua superfície externa lisa. De olhos não necessitava, pois do lado de fora nada ficou visível; nem de ouvidos, porque fora dele, também, nada havia para ser escutado. Do mesmo modo, ar respirável não o envolvia, não necessitando ele, igualmente, de nenhum órgão, quer fosse para receber alimentos ou para expeli-los, depois de lhes haver absorvido o suco, pois nada entrava nele ou saía dele por nenhuma parte visto nada haver além dele. (in PLATÃO, *Timeu*, 33 b-c).

Com tal arte fora concebido, que se alimentava de seus próprios dejetos e para agir e ser influenciado inteiramente por si mesmo e dentro de si mesmo, porque seu construtor pensou que seria melhor que ele fosse autossuficiente do que dependente de alguma outra coisa. Não havia necessidade de mãos para segurar algo ou para defender-se, nem de pés ou de algo que servisse para ficar parado; assim, não foi necessário adicionar-lhe esses membros sem nenhum propósito. Foi-lhe dado movimento adequado à sua forma corporal, a saber, o único dos sete que, acima de todos pertence à razão e à inteligência. Assim, ele o fez girar uniformemente no mesmo lugar e dentro de seus próprios limites, impondo-lhe um movimento circular incessante e privando-o dos outros seis para que não sofresse as influências deles. (in PLATÃO, *Timeu*, 33 d – 34 a)

E como não havia necessidade de apêndices para executar essa rotação, ele o fez desprovido de pés e pernas. Tudo isso, portanto, foi o plano do Deus que existe sempre para o Deus que devia surgir em algum tempo. De acordo com esse plano, ele o fez liso e uniforme, equidistante em todos os seus pontos de seu centro, um corpo completo e uno, com corpos perfeitos

formando suas partes. E no centro, ele colocou uma alma e fez com que ela se estendesse através do todo e além disso, envolvesse seu corpo todo por fora. E assim, ele formou um mundo redondo e girando em círculos, único e solitário, mas em virtude de sua própria excelência, capaz de fazer companhia a si mesmo, não necessitando de conhecidos ou amigos, mas bastando a si mesmo. Por tudo isso, o mundo que ele gerou era uma divindade abençoada. (in PLATÃO, *Timeu*, 34 a – 34 b)

Para Platão, o movimento era uma propriedade inerente à matéria, considerada um organismo vivo. Assim, a realidade física era dotada de movimento porque a natureza tinha uma alma vivente imortal e era imortal porque estava sempre em movimento, como os corpos celestes.

Como o universo foi criado a partir de uma matéria pré-existente que se encontrava em movimento irregular e desordenado, não era possível ao Demiurgo criar um universo exatamente igual a si mesmo, ou seja, eterno, imutável, imóvel.

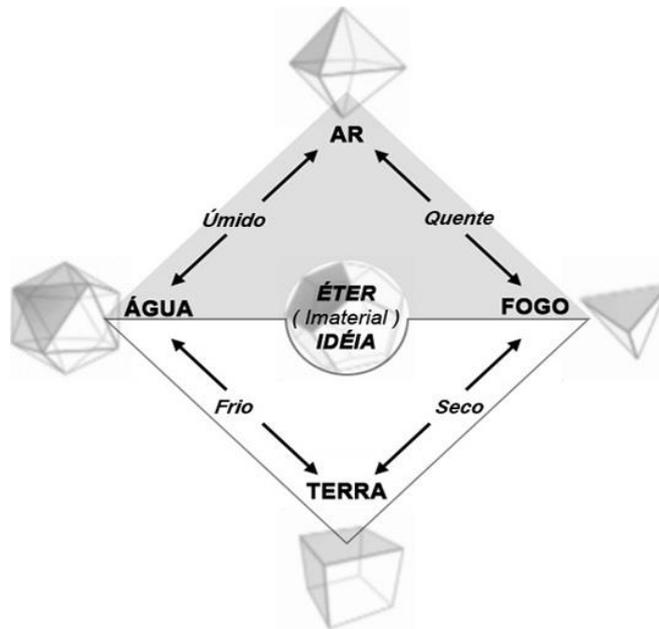
Somente as ideias podiam ser perfeitas, ou seja, trazer consigo os atributos de eternidade, imutabilidade e imobilidade.

Seguindo a tradição pitagórica, Platão assumiu que tudo foi planejado de acordo com leis matemáticas e, por isso, desenvolveu argumentos para provar que deviam existir quatro e apenas quatro elementos naturais, associando cada um desses elementos a quatro figuras geométricas tridimensionais.

Atribuamos à terra a forma cúbica, pois dos quatro elementos, este é o mais estável [...] Atribuindo, portanto, essa forma à terra, não nos afastamos da verossimilhança de nossa exposição, o que também ocorrerá se dermos à água a forma icosaédrica, a menos móvel das restantes; ao fogo a forma tetraédrica, a mais móvel; e ao ar, a forma octaédrica, a figura intermediária. (in PLATÃO, *Timeu*, 55 e – 56 b)

As partículas constituintes dos quatro elementos são formadas por triângulos ou quadrados (no caso da terra). Por isso, segundo *Timeu*, a água, o ar e o fogo poderiam se transformar uns nos outros, mas nenhum deles poderia se transformar em terra.

Como eram conhecidos cinco sólidos regulares, foi concebido um quinto elemento, que estaria associado ao dodecaedro. Este seria o éter, mas diferentemente dos outros, era imaterial.



**Figura 4** - Os elementos formadores do universo. Fonte: <http://www.xr.pro.br/MONOGRAFIAS/Elementos.html>

### 1.3.4 MODELO GEOCÊNTRICO DE ESFERAS HOMOCÊNTRICAS DE PLATÃO

O grego acreditava em um mundo geocêntrico, na qual a Terra encontrava-se imóvel no centro do universo, envolvida por 4 camadas esféricas homocêntricas, sendo a mais próxima do centro composta de água, a segunda de ar, a terceira de fogo e uma quarta onde se encontravam as estrelas. Seu argumento em defesa do geocentrismo foi o seguinte:

Em primeiro lugar – disse Sócrates – estou convencido de que se a Terra está localizada no meio do céu e possui forma esférica, não necessita do ar nem de nenhum outro apoio que a impeça de cair, uma vez que o próprio céu, que a rodeia em partes uniformes de cada lado, e seu próprio equilíbrio são suficientes para sustentá-la. Pois tudo o que se encontra em equilíbrio numa coisa que a comprime da mesma maneira em todas as direções não poderá se inclinar para um lado ou para outro e se mantém em sua posição sem pender para os lados. (*in* PLATÃO, *Fédon*)

### 1.3.5 O ESPAÇO PLATÔNICO

No diálogo *Timeu*, Platão postulou a existência de um demiurgo divino que, a partir da contemplação das Ideias eternas e perfeitas, criou o mundo sensível. O espaço é um terceiro gênero de ser, não se confundindo nem com as Ideias e nem com o mundo sensível. Sem ser o modelo a partir do qual o demiurgo criou o mundo sensível e ao mesmo tempo não pertencendo à categoria dos objetos sensíveis que compõem este mundo, o espaço é comparado por Platão a um receptáculo no qual as coisas sensíveis são inseridas e de onde tais coisas tiram seus nutrientes, posto que, no *Timeu*, o espaço platônico é metaforicamente comparado a uma nutriz:

Até agora, havíamos distinguido dois gêneros de ser. Agora, é necessário descobrir um terceiro gênero. De fato, os dois primeiros tipos de ser eram suficientes para nossa exposição anterior. O primeiro, supusemos que era espécie de Modelo, espécie inteligível e imutável; o segundo, tipo de cópia do Modelo, era sujeito ao nascimento e visível. Nós então não havíamos distinguido um terceiro tipo, posto que estes dois gêneros mostravam-se como suficientes. Mas, agora, a seqüência de nosso raciocínio nos força a conceber uma terceira espécie de ser, que é difícil e indistinta. Quais propriedades devemos supor que naturalmente [esta terceira espécie de ser] tenha? Antes de qualquer coisa, [é necessário que ela possua a seguinte propriedade]: de tudo que nasce, ela é como o receptáculo e a nutriz (*in Platão, Timeu, 48 e – 49*).

Pelo que é dito acima, depreende-se que o espaço de Platão não se identifica com o espaço puramente geométrico. Além de ser o receptáculo no qual as coisas são colocadas — e, portanto, coordenadas — o espaço platônico tem a propriedade de ser a fonte da qual as coisas tiram os seus nutrientes para existir. (GOMIDE, 2007, p. 188)

No receptáculo, todas as coisas que nele são colocadas dão-lhe um aspecto e colocam-no em movimento, diversificando-o. Entretanto, nenhuma destas coisas se identifica com o receptáculo.

O receptáculo de Platão apresenta-se com quatro propriedades fundamentais. Primeiramente, ele é o lugar em que as coisas nascem, morrem e são colocadas. A segunda propriedade é ser dinâmico. Isto implica que o receptáculo não é uma estrutura rígida, estática, mas tem um princípio de movimento, algo que permite que ele possa se diversificar a partir das coisas que nele são postas. O terceiro ponto a ser ressaltado, quase que um corolário da propriedade anterior, é o fato de ser geometricamente indeterminado, isto é, a figura ou o aspecto que ele apresenta são as figuras ou os aspectos que nele são moldados — quanto à sua estrutura geométrica de aparição, o receptáculo é completamente passivo, vindo a tomar a

forma ou a figura daquilo que nele é impresso. Por último, tem-se que o receptáculo é o elemento invariante das transformações que nele ocorrem; quaisquer que sejam as mudanças ocorridas nele, o único elemento que sempre se preserva é o próprio receptáculo. De fato, deve-se pressupor que há uma identidade formal que se preserva quaisquer que sejam as mudanças que nele possam acontecer. Se em um dado momento ele se mostra com um aspecto geométrico A, passando no instante seguinte ao aspecto geométrico B, devemos considerar que nesta transformação de A a B algo essencial do receptáculo se manteve. Isto que se mantém é a identidade formal ou a natureza em si do receptáculo. Somando-se a estas quatro propriedades, está o fato de ele ser eterno como as Ideias. (GOMIDE, 2007, p. 190-191)

Em sua conclusão, o primeiro momento em que se denomina claramente o receptáculo de “Espaço”, Platão enfatiza claramente a distinção entre os três gêneros de ser: as Ideias, o mundo sensível e o espaço:

[...] Devemos concordar que há, primeiramente, a Forma imutável, não gerada e indestrutível, que nem recebe nada de fora, nem se transforma em coisa alguma, invisível e imperceptível; isto que, de fato, é objeto do pensamento. Há uma segunda realidade: ela é parecida com a primeira, mas é acessível aos sentidos, nasce e está sempre em movimento, situa-se em um lugar determinado, desaparecendo em seguida; é acessível à opinião, com o auxílio dos sentidos. Enfim, há um terceiro tipo de ser, o espaço; este não pode morrer e fornece um entorno a tudo que nasce. Em si, ele mesmo não é perceptível de forma alguma pelos sentidos, mas somente por meio de um raciocínio bastardo; dificilmente pode-se tomar o espaço como um objeto de crença (*in Platão, Timeu, 52 a – 52b*).

Platão, na passagem acima, destaca que o espaço só é apreensível por meio de um raciocínio bastardo; a própria intuição sensível em nada contribui para a apreensão do conceito de espaço. Tal raciocínio bastardo, como meio intelectual de acesso ao espaço, se justifica na medida em que somente as ideias são objeto do raciocínio autêntico, legítimo. O espaço, por conta de ser um fator que estrutura e é inerente ao mundo sensível, não tem suas propriedades reveladas pelo pensamento puro —este que se direciona às Ideias—, mas por um tipo de pensamento que Cornford denominou de “abstração”: elimina-se do mundo sensível todo o seu conteúdo empírico, restando desta abstração somente a estrutura comum a toda experiência. Segundo Cornford:

[...] O Espaço não é apreendido pelos sentidos, mas por um tipo de “raciocínio bastardo” [...] O Espaço não é sensível; não podemos tocá-lo

nem vê-lo. É, então, inteligível? Não é um legítimo objeto inteligível, posto que não está no mundo das Formas [Ideias]; estas, como Platão diz, não estão no Espaço, nem são extensas, embora possamos imaginar o 'Triângulo', como uma figura extensa. O Espaço, antes de tudo, é um componente do mundo sensível; e, mesmo assim, é eterno e imperecível, e somente pode ser apreendido pelo pensamento: assim, "ele participa da inteligência de uma maneira muito embaraçosa" (51B). Platão talvez tenha em mente o processo que chamamos de "abstração" em que desprezam-se todas os conteúdos perceptíveis positivos do Devir, até que nada sobre, exceto o 'cômodo' ou o lugar em que ele acontece [...] (in Cornford, p. 193-194).

## 1.4 ARISTÓTELES

Aristóteles (384a.C – 322a.C) foi discípulo de Platão, tendo pontos de vista semelhantes do mestre em alguns pontos e em outras nem tanto. Torna-se tutor de Alexandre o Grande, este com treze anos, que foi o mais célebre Conquistador do mundo antigo, fundando também a Biblioteca de Alexandria. Aristóteles foi muito criticado na sua época e em épocas posteriores por vários pensadores, mas, apesar de alguns terem ido contra as suas ideias, ainda sim em algum ponto concordavam com ele e não deixava de ser aristotélico, logo, o estudo deste autor é de extrema relevância para compreensão das ideias renascentistas.

### 1.4.1 METAFÍSICA RELACIONADA AO SER

Quando alguém diz que está pensando, está pensando em algo, se referindo a alguma coisa. Essa coisa possui características, diferenças específicas para que não se confunda com algum outro tipo de corpo, levando a ideia de que elas são algo, logo, aí se encontra o conceito de SER. Dizemos que o objeto primordial do pensamento é o SER, em sua generalidade. (PORTO, 2009, p.2)

Uma semente de girassol, por exemplo, não pode durante o processo deixar de ser esse tipo de semente e aleatoriamente se tornar do tipo mostarda ou qualquer outro que não seja de girassol. Diremos, pois, que a semente não está atualmente totalmente desenvolvida, mas em fase de desenvolvimento, que Aristóteles denominou um modo de ser em potência. Sua evolução (movimento) será caracterizado, então, pela passagem do modo de SER em potência ao SER

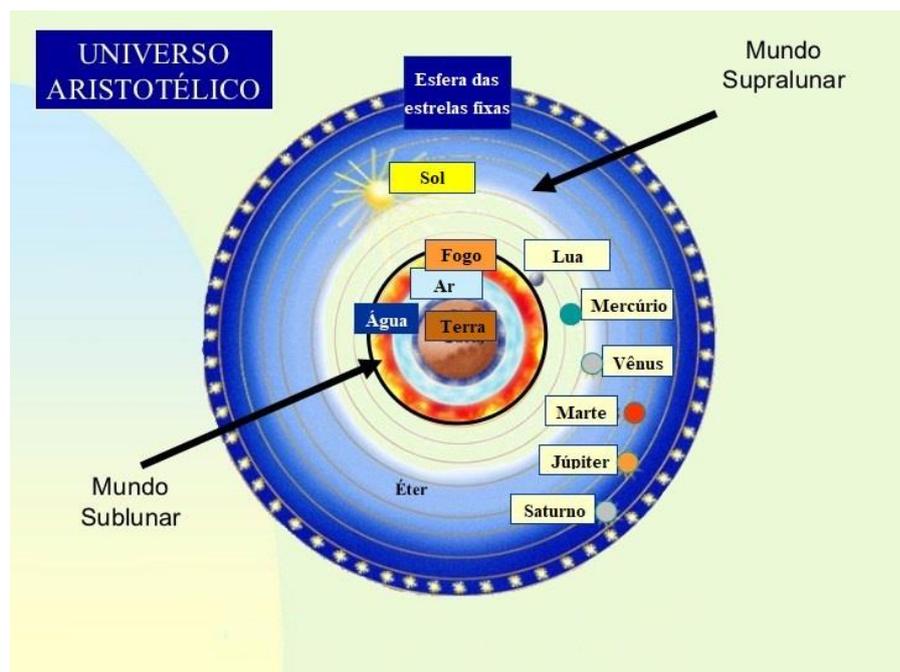
realizado, ou seja, que ele chamou de SER em ato (perfeito). Isso confere ao conceito de SER uma natureza dinâmica.

Cada SER possui determinadas características, que o faz ser diferente de outro, é desta ou daquela maneira, possui uma forma, que é também princípio determinante deste SER. Logo, para Aristóteles, todos os seres são formados pela composição de matéria e forma. (PORTO, 2009, p.2)

A matéria é indefinida e pode assumir diferentes formas, sendo também puro estado de potência e onde ela estiver presente, introduzirá um elemento de potência. (PORTO, 2009, p.2)

#### 1.4.2 COSMOLOGIA ARISTOTÉLICA

Segundo ele, o universo nunca foi gerado, é autossuficiente, não é possível perecer, não teve começo e nem terá fim visto que a matéria nunca foi gerada, portanto, ele é eterno, único e contínuo.



**Figura 5** – Ordenação do universo aristotélico. Fonte: Própria (2019)

Separa – se o mundo em duas regiões: mundo sublunar, que é a região terrestre e a região supralunar, acima da região terrestre, onde se localiza as esferas celestes. Essas duas regiões são ocupadas por materiais e leis distintas.

O centro é composto por uma pequena esfera, a Terra, que logo é fixada no centro de uma segunda esfera em rotação que leva consigo as estrelas fixas.

Na região terrestre, os elementos são apenas quatro: terra, fogo, ar e água. A ordem em que eles ocupam a Terra é do mais pesado para o mais leve, com a terra ocupando o centro, seguido da água, ar e fogo. As coisas que pertencem a essa região são feitas de um desses quatro elementos ou combinação entre eles. Na região celeste, que contém estrelas, planetas e esferas cristalinas, todas são compostas de éter, o único elemento celeste, que é puro, eterno, inalterável e incorruptível.

O fato da matéria ser fonte intrínseca de mutabilidade (potencialidade) presente na região sublunar, faz com que a matéria dos corpos celestes seja diferente por conta desse elemento de imutabilidade.

Aristóteles afirmava que os corpos celestes são imutáveis em sua natureza. Considerava apenas que sofressem um deslocamento físico, mas não alterava em nada sua essência. Tal consideração tinha sua origem na vivência dos homens e em alguns escritos de outras gerações, na qual comprovavam que eles sempre viram o céu da mesma maneira.

O universo aristotélico é, portanto, finito, hierarquicamente ordenado e ontologicamente diferenciado, segundo as qualidades dos elementos. É plenamente preenchido de matéria e limitado por uma esfera.

Cada uma das coisas, independentemente se pertence a região sublunar ou supralunar, possui um lugar próprio conforme sua natureza e somente neste lugar o ser se completa e se torna perfeito, por isso, o corpo ou coisa tende para lá chegar.

### 1.4.3 LUGAR NATURAL E MOVIMENTO

O conceito atual de movimento difere do conceito antigo de Aristóteles. O atual diz que é a variação de posição espacial de um objeto ou ponto material em relação a um referencial no decorrer do tempo. No entanto, Aristóteles atribuía este conceito com significado de mudança, representando a passagem daquilo que estava em potência para o ato. Para melhor compreensão, vamos supor que alguém jogasse um prego em uma grama e deixasse dias lá, com o clima variando entre chuva e sol. Seria constatado que o mesmo ia enferrujando, e o fato do prego enferrujar, quer dizer que ele esteve em movimento para chegar ao estado de enferrujado. Assim como o adulto é o ato da criança.

Portanto, movimento é um tipo de mudança, é uma transição que ocorre gradualmente de um ser em potência a um ser em ato.

Além do movimento, há dois outros tipos de mudança: quando um não ser vai para um ser, na qual chamamos isso de geração; e quando um ser vai para um não ser, ou seja, quando um ser se corrompe e deixa de ser, a qual chamamos de corrupção.

Aristóteles classificou três tipos de movimentos:

- Qualitativo: se refere ao quente e frio;
- Quantitativo: se refere ao crescimento e diminuição em matéria, ou aumento e diminuição de volume;
- Locomoção.

Esses três tipos ocorrem sempre em sucessivos estágios. Nem o movimento qualitativo e quantitativo poderia existir sem que houvesse a existência de um lugar. Este possui as seguintes características:

- Contém o ser contido;
- Não faz parte do ser contido;
- Não é maior e nem menor que o ser contido;
- Pode ser deixado pelo ser contido, e dele é separável.
- Não é forma, nem matéria, nem extensão tridimensional.

Se todas as coisas estivessem em seus lugares naturais, não haveria razão de lá saírem, apenas através de violência, que seria a aplicação de um esforço externo ao corpo; no entanto, logo cessasse esse esforço, o corpo voltaria logo em seguida ao seu lugar natural.

O movimento nas regiões sublunar e supralunar são, respectivamente, retilíneos e circulares. A natureza superior dos corpos celestes se deve ao fato do movimento ser circular, pois parte da tese de que o círculo pertence à classe das coisas perfeitas, e é superior a linha reta. Na obra *De Caelo*, Aristóteles afirmou que os corpos celestes, sendo feitos de éter, são naturalmente constituídos para moverem – se circularmente em virtude de sua própria natureza.

No entanto, ele também argumentou que “todas as coisas cessam de mover – se quando atingem seus lugares próprios, entretanto, para o corpo movido circularmente, o lugar de onde partiu é idêntico a aquele ao qual chegou”.

Portanto, cada lugar tem uma certa potência específica capaz de produzir efeitos distintos, tal que corpos pesados movem – se para baixo e corpos leves para cima, pois são seus lugares naturais. Com isso, poder – se – ia perguntar: Por que todos os corpos leves e pesados movem – se para seus respectivos lugares naturais?

De acordo com a dinâmica Aristotélica, todo movimento local, natural ou violento, sempre exige a ação contínua e direta de uma causa, já que “tudo que é movido deve ser movido por algo”. Um motor é necessário não apenas para iniciar o movimento, mas também para mantê-lo. Cessada a ação que ela exerce sobre o corpo em movimento, o mesmo cessa.

A potência motriz (força motora) em contato direto com o corpo móvel, é diretamente proporcional à distância percorrida pelo corpo e inversamente proporcional ao tempo gasto, atualmente, chamamos isso de velocidade.

Quando o corpo está sujeito a um movimento violento, a potência motriz externa está em contato contínuo com o corpo, contudo, quando o movimento é natural, dando como exemplo a queda livre, a causa motora está associada ao lugar natural do corpo em questão, tal que o corpo irá se mover mais rápido quanto maior for sua tendência para o seu lugar natural. Pode – se chamar isso de ‘peso’,

logo, é válida a afirmação de que corpos mais ‘pesados’ caem mais rapidamente que corpos menos ‘pesados’. No entanto, essa palavra não pode ser confundida no sentido moderno, e sim com o significado de que o ‘peso’ de um corpo aumenta quanto mais próximo está de seu lugar natural.

#### 1.4.4 VAZIO

Por um lado, sem um meio, o movimento violento não teria causa, uma vez perdido o contato entre o corpo móvel e o motor que o lançou. Por outro lado, a resistência sendo nula, as velocidades de todos os objetos em movimento, quer natural, quer violento, no vazio seriam iguais, já que os corpos menos pesados dividiriam o vazio tão facilmente quanto os mais pesados, já que não haveria um meio resistindo a eles. Além disso, as velocidades dos corpos em movimento no vazio seriam infinitas, pois a medida que a resistência diminui, a velocidade aumenta.

A definição do vazio mais aceita na Idade Média, ao se analisar a obra *De Caelo* de Aristóteles, é que esse seria um lugar sem nenhum corpo, mas capaz de recebê-lo. No entanto, já convencido de que o vazio não existia por várias razões, ele concluiu que se tratava de uma privação do ser ou uma não existência.

Há uma contradição lógica quando se afirma que recebe um corpo, mas não o possui. Portanto, um vazio é inconcebível.

## **CAPÍTULO 2 – CONCEPÇÕES DE ESPAÇO NOS SÉCULOS XV, XVI E XVII**

Por muito tempo as ideias aristotélicas dominaram o pensamento medieval não só em relação ao espaço, mas também com conceitos em diversas outras áreas de estudo. Muitos filósofos, tanto seus contemporâneos quanto outros de diversas épocas, o criticaram e chegaram a propor teorias diferentes para explicar um mesmo fenômeno.

Durante a Idade Média, período em que a igreja exerceu maior poder na história da humanidade, prevaleceu como verdadeira as suas teorias, desprezando - se quase todo conhecimento anterior e, qualquer pessoa que fosse contra as ideias dele, seria perseguido pela inquisição, podendo sofrer pena de morte.

Cumpre-nos não esquecer que as concepções infinitistas dos atomistas eram rejeitadas pelas principais tendências do pensamento filosófico e científico da Grécia – a tradição epicurista não era científica – e que, por esse motivo, embora jamais esquecidas de todos, não podiam ser aceitas pelos medievais.

As teorias aceitas na Idade Média começaram a enfraquecer em meados do século XIV com o Renascimento, que foi um importante movimento de ordem artística, cultural e científica que se deflagrou na passagem da Idade Média para a Moderna, na qual teve uma intensa revalorização da Antiguidade Clássica. No entanto, essa passagem não pode ser vista como uma radical ruptura com o mundo medieval.

Neste capítulo, falarei sobre os principais pensadores que deram início ao declínio das teorias aristotélicas, sendo a grande maioria renascentista, dividindo-os de acordo com o século em que viveram. Antes do Renascimento, porém, mesmo alguns filósofos indo contra a teoria de lugar que o grego defendia, ainda assim não exerceram influência suficiente para descartar esta. A seguir, segue-se alguns “cientistas” que resgataram ideias platônicas e pitagóricas, defenderam ou criticaram as ideias atomistas e criticaram Aristóteles.

## 2.1 PENSADORES DOS SÉCULOS XV E XVI

### 2.1.1 NICOLAU DE CUSA

Nicolau de Cusa (1401-1464) foi um dos primeiros filósofos do humanismo renascentista, datado do século XV e o último grande filósofo da moribunda Idade Média que rejeitou a concepção cosmológica medieval, e a ele se atribuiu em geral o mérito, ou o crime, de ter afirmado a infinitude do universo. (KOYRÉ, 2006, p.10)

Para ele, o centro do mundo era Deus, que é o centro da Terra e de todas as esferas. No entanto, não se pode afirmar a identificação do centro do universo com a sua circunferência, já que, para Nicolau de Cusa, o mundo não tinha centro nem circunferência. Portanto, fica claro que a Terra não é o centro do universo nem do espaço. Cusa também antecipou algumas ideias da teoria Copernicana, porém, ultrapassa o objetivo deste texto argumentar sobre como ele deduziu o movimento da Terra. Contudo, é importante assinalar que a ausência de um corpo em repouso absoluto (a Terra) eliminou as possibilidades do movimento e do espaço absoluto. Esse caráter relativo da posição e do movimento caracteriza a teoria espacial de Cusa como moderna. Outro aspecto moderno é sua rejeição da ideia de que uma hierarquia de valores regeria as diferentes regiões do espaço, que é de origem aristotélica. (JAMMER, 2010, p.112)

Ao se opor a hierarquia de valores no espaço, afirmou explicitamente: “Não se deve dizer que, sendo a Terra menor que o Sol, do qual recebe influência, ela, por isso, tem menos valor”. Para ele, a Terra certamente não era o menor corpo celeste, pois a Lua e Mercúrio eram menores; tampouco se podia extrair qualquer conclusão do fato de a Terra depender do Sol, pois, como corpo celeste, ela, em certa medida, também influenciava o Sol e sua região. (JAMMER, 2010, p.113)

Com a conclusão da relatividade da percepção do espaço (direção) e do movimento, ele afirmou que a imagem do mundo de um dado observador é determinada pelo lugar que ele ocupa no universo; e como nenhum desses lugares pode reivindicar um valor absolutamente privilegiado (como, por exemplo, o de ser o centro do universo), temos de admitir a possível existência de mundos diferentes

equivalentes, o caráter relativo (no sentido pleno da palavra) de cada uma delas e a total impossibilidade de se formar uma representação objetivamente válida no universo. (KOYRÉ, 2006, p.18)

A validade geral do princípio de que o Universo tem o mesmo aspecto em todos os pontos, exceto por irregularidades locais, é aceita na ciência moderna como uma condição à replicabilidade dos experimentos, pois o espaço e o tempo são os únicos parâmetros que, em princípio, estão fora do controle do observador e não podem ser reproduzidos conforme sua vontade. Contudo, é preciso ter em mente que a abordagem mística e especulativa com a qual Cusa sustentou essas conclusões é fundamentalmente diferente do esforço científico feito no Renascimento.

## 2.1.2 NICOLAU COPÉRNICO

A teoria aceita antes de Copérnico era de Ptolomeu (90-168), um cientista grego que viveu em Alexandria e foi discípulo desta escola. Sua obra mais conhecida é *Almagesto*, no qual o sistema cosmológico é baseado na teoria geocêntrica de Aristóteles. Tal sistema se tornou um dogma católico e vigorou desde a Antiguidade até a Revolução de Copérnico. Não havia qualquer fenômeno celeste conhecido que não pudesse ser explicado pelo método ptolomaico com toda a precisão que se poderia esperar na ausência de instrumentos mais modernos.

Por que, então, diante de fatos tão ponderáveis, Copérnico propôs a nova teoria como uma explicação verdadeira das relações entre a Terra e os corpos celestes? Primeiramente, antes de responder a esta pergunta, falarei um pouco sobre ele e sua teoria.

Nicolau Copérnico (1473-1543) foi astrônomo e matemático polonês. Estudou e utilizou as técnicas matemáticas elaboradas por Ptolomeu, no entanto, buscou inspiração antes dele, antes de Aristóteles, indo à idade áurea de Pitágoras e Platão. Cita Heráclides, Ecfanto, Hiquetas, Filolaos e Aristarco de Samos. (KOYRÉ, 2006, p.28)

Apesar de elaborar uma teoria diferente de Aristóteles em relação ao Universo e seu funcionamento, seu mundo não é isento de aspectos hierárquicos. É em virtude de sua suprema perfeição e importância – fonte da luz e da vida – que é atribuído ao Sol o lugar que ele ocupa no mundo: o lugar central que, seguindo a tradição pitagórica e invertendo assim completamente a escala aristotélica e medieval, acreditava que o mesmo é o centro do mundo. Esse novo mundo possuía dois polos de perfeição, o Sol e a esfera das estrelas fixas, com os planetas na posição intermediária. O mundo é finito, assim como de Aristóteles, além disso, em comparação com o infinito, o mundo de Copérnico não é absolutamente maior do que o da astronomia medieval; ambos são como nada. Não nos aproximamos do universo infinito aumentando as dimensões de nosso mundo. (KOYRÉ, 2006, p.29 e 33)

A rigor, ele rejeita a doutrina aristotélica segundo a qual “fora do mundo não há corpo, lugar nem espaço vazio, de fato nada existe”, porque lhe parece “realmente estranho que alguma coisa seja encerrada por nada”. Assim, mesmo que existisse somente espaço e matéria uniforme fora do mundo, ainda assim o mundo de Copérnico continuaria a ser um mundo finito, contido por uma esfera material ou orbe, a esfera das estrelas fixas – uma esfera que possui um centro, um centro ocupado pelo Sol. (KOYRÉ, 2006, p.31)

Agora, respondendo à pergunta feita anteriormente, o novo mundo que ele “criou” era mais harmoniosa na medida em que a maior parte dos fenômenos planetários podia então ser representada bastante bem por meio de uma série de círculos concêntricos em volta do Sol, sendo a nossa Lua o único intruso irregular. (KOYRÉ, 2006, p.31)

Outro ponto que deve ser levado em consideração, é que tanto os observadores da Antiguidade quanto os da Idade Média haviam notado que, em muitos aspectos, a natureza parecia ser governada pelo princípio da simplicidade. Esta noção de que a natureza se desincumbe de suas funções de maneira mais cômoda, sem trabalho excessivo, teria tendido a diminuir em algo a repulsa que a maioria dos cérebros deve ter sentido com relação a Copérnico; várias irregularidades do sistema ptolomaico foram eliminadas, e isso era algo que se devia valorizar.

Nicolau tinha muita confiança de que pelo menos os matemáticos apreciariam e aceitariam seu ponto de vista. Não é, portanto, surpreendente que, nos sessenta anos que transcorreram até que a teoria de Copérnico fosse confirmada de maneira mais empírica, praticamente todos os que se aventuraram a permanecer ao seu lado fossem matemáticos consagrados, cujo pensamento estava integralmente em linha com os avanços matemáticos da época.

### 2.1.3 GIORDANO BRUNO

Giordano Bruno (1548-1600) foi um filósofo, matemático, teólogo e religioso italiano. Segundo o professor Lovejoy em seu clássico *A grande cadeia do ser*, ele diz que: (KOYRÉ, 2006, p.37)

É Giordano Bruno que deve ser considerado o principal representante da doutrina do universo descentralizado, infinito e infinitamente povoado; ele não só a apregoou em toda a Europa ocidental com o fervor de um evangelista, como foi o primeiro a formular sistematicamente as razões pelas quais ela foi aceita pela opinião pública. A infinitude essencial do espaço jamais tinha sido afirmada de maneira tão precisa, resoluta e consciente. (in KOYRÉ, 2006, p.37)

A ideia do infinito confrontou – se com a física peripatética, em particular com a definição aristotélica de lugar. “Se o mundo é finito e se além do mundo não existe nada, onde fica o mundo?”, perguntou. A resposta aristotélica de que o mundo existia em si mesmo, embora fosse uma decorrência lógica da definição de lugar, não o satisfazia. A própria definição estava errada e só poderia levar a uma conclusão equivocada. Definir o lugar como a fronteira adjacente do corpo continente eliminava a possibilidade de existir um espaço para a esfera mais externa, o que tornava sem sentido qualquer indagação quanto ao que existia fora do mundo. (JAMMER, 2010, p.117)

O temperamento irrequieto de Bruno e sua propensão mental a uma busca constante não lhe permitiram encontrar satisfação na dialética peripatética. Rejeitando as categorias finitas desse pensamento, ele formou mentalmente uma visão de um universo infinito. (JAMMER, 2010, p.118)

O italiano apresentou a melhor discussão, e refutação, das objeções clássicas – aristotélicas e ptolomaicas – contra o movimento da Terra jamais escritas antes de Galileu, ele proclamava que “o mundo é infinito e, por conseguinte, não existe nele nenhum corpo ao qual coubesse estar no centro, sobre o centro, na periferia ou entre esses dois extremos” do mundo, mas somente estar entre outros corpos. E acrescenta: (KOYRÉ, 2006, p.38)

Estou certo de que... nunca será possível encontrar uma razão sequer meio provável para que devesse haver um limite a esse universo corporal, e, conseqüentemente, para que os astros, que estão contidos em seu espaço, devessem ser um número finito. (in KOYRÉ, 2006, p.38)

Suas ideias, que falarei a seguir, são apresentadas em seu diálogo em italiano *De l'infinito universo e mondi* e em seu poema latino *De imenso et innumerabilibus*.

Há um único espaço universal, uma única e vasta imensidão que podemos chamar livremente de o Vazio; nele existem inúmeros globos como este em que vivemos e crescemos; declaramos ser este espaço infinito, uma vez que nem a razão nem a conveniência nem a percepção sensível nem a natureza lhe conferem um limite. Pois não há razão, nem defeito dos dons da natureza, nem poder ativo ou passivo que possam impedir a existência de outros mundos através do espaço, que é idêntico, em seu caráter natural, a nosso próprio espaço, isto é, por toda parte cheio de matéria ou, pelo menos de éter. (in KOYRÉ, 2006, p.38)

O espaço de Bruno é um vazio, no entanto, em parte alguma esse vazio é realmente vazio, pois está cheia de ser. Um vácuo com nada que o enchesse seria uma limitação ao ato criativo de Deus. (KOYRÉ, 2006, p.252)

Segundo o professor Lovejoy, o italiano atribuiu grande importância ao princípio da plenitude, que governou seu pensamento e dominou sua metafísica. Ele utilizou esse princípio de modo extremamente radical, rejeitando todas as restrições com as quais os pensadores medievais procuraram limitar sua aplicabilidade, e tirando dele, todas as conseqüências que ele implica. (KOYRÉ, 2006, p.40)

Giordano anuncia a extinção das esferas que nos separavam dos vastos espaços abertos e dos tesouros inexauríveis do universo eterno, infinito e sempre em mutação. Para ele, movimento e mutação são sinais de perfeição, e não de ausência de perfeição. Um universo imutável seria um universo morto; um universo vivo tem de ser capaz de mover – se e de se modificar. (KOYRÉ, 2006, p.41)

Outro aspecto importante que ele aplicou em sua discussão do espaço e da expansão espacial do universo é o princípio da razão suficiente, que diz que tudo o que acontece tem uma razão suficiente para ser assim e não de outra forma. Como poderia o espaço “vazio” deixar de ser uniforme, ilimitado e infinito? Por consequência, a concepção aristotélica de um espaço fechado no interior do mundo é não só falsa como absurda. (KOYRÉ, 2006, p.43)

Por fim, chega – se a conclusão que para o mundo ser perfeito e digna do Criador, a obra de Deus deve, portanto, conter tudo que é possível, ou seja, inumeráveis seres individuais, inumeráveis Terras, inumeráveis astros e sóis – poderíamos, assim, dizer que Deus necessita de um espaço infinito a fim de nele colocar esse vasto mundo. (KOYRÉ, 2006, p.49)

Num contexto histórico, em 1583 Giordano Bruno viajou á Inglaterra, onde lecionou e publicou algumas de suas melhores obras, na qual sua ideia sobre espaço está na obra *De l'infinito universo e mondi*. Entre 1585 e 1592 vagueou pela Europa. Em 1592, aceitou um convite para ir a Veneza. Denunciado e preso pela Inquisição, foi levado a Roma, onde permaneceu encarcerado por sete anos, até ser excomungado e queimado em 17 de fevereiro de 1600.

## 2.2 PENSADORES DOS SÉCULOS XVII

### 2.2.1 JOHANNES KEPLER

Durante o meio século posterior a Copérnico, ninguém teve suficiente coragem para defender sua teoria, salvo no caso de alguns matemáticos eminentes, como Rético, e alguns incorrigíveis intelectuais radicais, como Bruno. No entanto, certos corolários da obra de Copérnico foram retomados pelo jovem Johannes Kepler (1571-1630), então ainda um estudante, configurando uma profícua transição do primeiro grande astrônomo moderno ao segundo. (BURTT, 1983, p.43-44)

Uma das razões expostas por Kepler para explicar a aceitação do copernicismo, é devido a atribuição que ele fez do Sol, o considerando uma

divindade e a revestia com todas as alegorias místicas necessárias à sua aceitação no ambiente teológico prevalecente, com especial referência à doutrina da Trindade; o Sol é o Deus pai, a esfera das estrelas fixas é o Deus filho e o meio etéreo interveniente, através do qual o poder do Sol é transmitido para impulsionar os planetas em suas órbitas, é o Espírito Santo. (BURTT, 1983, p.46)

Foi principalmente por considerações tais como a divinização do Sol e sua colocação correta no centro do universo que Kepler, nos anos de seu fervor adolescente e imaginação febril, foi induzido a aceitar o novo sistema. Sua mente parte da cogitação de que, se o sistema era verdadeiro, deveriam existir muitas outras harmonias matemáticas na ordem celeste, que poderiam ser descobertas e proclamadas como confirmações do copernicismo, através do estudo intenso dos dados disponíveis. Esta era uma tarefa para a matemática exata e Kepler estava justamente mergulhando nesses trabalhos profundos quando Tycho Brahe, o maior vulto da observação astronômica desde Hiparco, estava concluindo a grande obra de sua vida, a compilação de um conjunto de dados vastamente mais amplo e incomparavelmente mais preciso que o que qualquer de seus predecessores pudera levantar. Kepler associara – se a Tycho Brahe no ano anterior ao da morte deste e tivera acesso irrestrito a sua obra magnífica. (BURTT, 1983, p.46 e 47)

Desse modo, ele somou as suas superstições especulativas à ânsia de encontrar fórmulas precisas confirmadas pelos dados. A diferença entre Kepler e os que antes dele praticaram de algum modo a filosofia, como Nicolau de Cusa, que ensinara que, em última análise, todo conhecimento é matemático e que todas as coisas são unidas pela proporção, está em que Kepler insistia em aplicar com exatidão a teoria aos fatos observados. Seu pensamento era genuinamente empírico no sentido moderno do termo. A revolução de Copérnico e o mapeamento estelar de Tycho foram necessários para propiciar uma teoria matemática nova e importante, a ser desenvolvida e confirmada, e um conjunto mais amplo de dados no qual a confirmação, se possível, deveria ser obtida. (BURTT, 1983, p.47)

Kepler estava convencido de que devem existir muitas outras harmonias matemáticas passíveis de descobrimento, as quais serviriam para confirmar amplamente a verdade do sistema de Copérnico. (BURTT, 1983, p. 49)

Por se basear no empirismo, ele rejeitou a concepção da infinitude do universo, por esta ser uma doutrina puramente metafísica. Antecipando certas epistemologias de hoje, ele chegou a declarar – la despida de significação científica. Quanto às razões metafísicas pelas quais negou a infinitude do universo, derivam – se basicamente de suas convicções religiosas. (KOYRÉ, 2006, p.54)

Na sua concepção de mundo, ele não acreditava na suposição de que fora e além do mundo, ou da parte desse que é vista por nós, o espaço e as estrelas contidas nele, continuem a existir sem fim, já que para ele esse conceito era mau, posto que um número realmente infinito de corpos finitos era algo inimaginável, até mesmo contraditório. (KOYRÉ, 2006, p.77)

Quanto ao espaço vazio, que era motivo de discussão entre vários filósofos, ele afirmou que é simplesmente um “nada”. O espaço, como tal, nem existe – com efeito, como poderia existir se não é nada? – nem foi criado por Deus, que decerto criou o mundo do nada, mas não começou criando um “nada”. O espaço existe somente em função da existência de corpos; se não houvesse corpos, não haveria espaço. E se Deus destruísse o mundo, não restaria nenhum espaço vazio. Haveria simplesmente um nada, tal como não havia nada absolutamente antes de Deus criar o mundo.

Tudo isso nem é novo, nem é formulação específica de Kepler, é a doutrina tradicional da escolástica aristotélica. Em sua concepção do ser, do movimento, embora não da ciência, Kepler, em última análise, continua a ser um aristotélico.

### 2.2.2 GALILEU GALILEI

Galileu Galilei (1564-1642) foi um físico, matemático, astrônomo e filósofo florentino do século XVII, sendo personalidade fundamental na revolução científica, a quem a ciência moderna deve talvez mais do que a qualquer outro homem.

A natureza se apresenta a Galileu como um sistema simples e ordenado, no qual todos os procedimentos são absolutamente regulares e necessários. “A natureza ... não faz por muitos meios o que pode ser feito por poucos.” Age apenas através de “leis imutáveis que ela nunca transgride” e não se importa “ se suas

razões e métodos de operação são ou não compreensíveis para o homem”. (BURTT, 1983, p.61)

Logo, para entender como ela funciona, ele supôs que a matéria pudesse ser decomposta em “átomos indivisíveis, absolutamente pequenos”, através das quais possa explicar as transformações dos sólidos em líquidos e gases, e resolver problemas como os da coesão, expansão e contração. No entanto, o lugar destes em sua obra é mais acessório que fundamental. (BURTT, 1983, p.69)

Em seu livro o *Diálogo*, ele visa à destruição da concepção aristotélica do mundo em favor da de Copérnico. Uma das causas que o levou ir contra as ideias do grego, é por ter feito a seguinte análise: Aristóteles se perguntava por que os objetos se moviam e Galileu inverteu essa pergunta se questionando como eles se moviam. (BURTT, 1983, p. 72-73)

O estudo matemático de como acontece o movimento coloca inevitavelmente em evidência os conceitos de espaço e tempo. Deve ser aqui lembrado que o método qualitativo, em oposição ao método quantitativo, na física de Aristóteles e dos escolásticos, fez do espaço e do tempo categorias sem importância.

Na metafísica de Galileu, o espaço e o tempo tornaram – se categorias fundamentais. Em sua concepção, o mundo real é um mundo de movimentos matematicamente mensuráveis nestes. Concluiu – se então que “A filosofia está escrita nesse grande livro permanentemente aberto diante de nossos olhos – refiro-me ao universo – mas que não podemos compreender sem primeiro conhecer a língua e dominar os símbolos em que está escrito”, sendo que a linguagem é a matemática e seus símbolos são figuras geométricas.

No debate sobre a finitude ou infinitude do universo, o grande florentino não toma posição. Parece não ter se resolvido, ou mesmo que, embora se incline para a infinitude, considera a questão insolúvel. (KOYRÉ, 2006, p.86)

Em seus escritos, poderíamos chegar a desprezar a negação categórica da infinitude do espaço - que tinha que passar pela censura da igreja. Logo, Galileu nos diz que é

...absolutamente impossível que haja um espaço infinito acima das estrelas fixas, pois não existe tal lugar no mundo; e se houvesse, a estrela ali situada seria imperceptível para nós. (*in* KOYRÉ, 2006, p.88)

Entretanto, na *Carta a Ingoli* ele escreveu:

Não sabes que ainda é incerto (e creio que assim será sempre para a ciência humana) se o universo é finito ou, pelo contrário, infinito? E admitindo – se que seja verdadeiramente infinito, como serias capaz de dizer que a magnitude da esfera estelar seria proporcional à do *orbis Magnum*, se este, com relação ao universo, fosse menor que um grão de milhete em relação a ela? (*in* KOYRÉ, 2006, p.88)

Em seu livro *Diálogo*, Galileu utilizou três personagens: Salviati, Simplicio e Sagredo. Ele fez com que Salviati dissesse a Simplicio – da mesma forma que ele havia dito a Ingoli – :

Nem eu, nem tu, nem qualquer outro homem jamais provou que o homem é finito e dotado de uma forma, ou, pelo contrário, infinito e indeterminado. (*in* KOYRÉ, 2006, p.88)

Não podemos nos esquecer o testemunho da *Carta a Liceti*, na qual, retornando ao problema da finitude e da infinitude do mundo, ele escreveu:

Razões numerosas e sutis são alegadas em favor de cada uma dessas teses, mas nenhuma delas, em meu juízo, levam a uma conclusão necessária, de forma tal que continuo em dúvida quanto à qual das duas respostas é a verdadeira. Há somente um argumento, meu, que me leva a pender mais para o infinito e indeterminado do que para o determinado: creio que minha capacidade de compreender poderia mais propriamente ser referida à incompreensível infinitude, do que à finitude, na qual não se acha nenhum princípio de incompreensibilidade. Mas essa é uma daquelas questões felizmente inexplicáveis à razão humana, e semelhante talvez à predestinação, ao livre-arbítrio e outras tais nas quais somente a Escritura Sagrada e a revelação divina podem dar resposta às nossas perguntas reverentes. (*in* KOYRÉ, 2006, p.88-89)

Devido ao destino de Bruno, a condenação de Copérnico em 1616 e sua própria condenação em 1633, isso fez com que seus pronunciamentos fossem feito com prudência.

## 2.2.3 BERNARDINO TELÉSIO

Bernardino Telésio (1509-1588) nasceu em Cosenza, Itália. Ele discordou das teorias aristotélicas e acusou o filósofo grego de ser contraditório com as suas próprias teorias e com as verdades da Sagrada Escritura. Seu pensamento representava uma sistematização do naturalismo da Renascença, ou seja, uma tentativa de explicar a natureza mediante seus princípios universais.

Segundo o italiano, o mundo é constituído de matéria e força. A matéria é homogênea e preenche o espaço (que existe antes da matéria). A força anima, penetra, move e transforma continuamente toda a matéria. Contudo, apesar de sua visão materialista, acreditava haver no homem uma alma que transcende a natureza e o mundo material, criada e infundida por Deus.

As ideias de Telésio se baseavam em algumas concepções materialistas e estoicas da Antiguidade, o que o levou a atribuir a funções espirituais certo grau de corporeidade. Isso talvez explicasse o porquê dele designar uma realidade independente ao espaço e ao tempo, situando – os no mesmo nível que a matéria concreta. Com isso, o espaço ganhou uma existência independente, paralela à matéria, sendo o grande receptáculo de qualquer ente. Quando um corpo deixava seu lugar ou era expulso dele, o lugar em si não saía nem era expelido, mas permanecia o mesmo, tornando – se o receptáculo de outro corpo e jamais se tornando idêntico a nenhuma delas. (JAMMER, 2010, p. 114-115)

Ele argumentou então que o espaço é incorpóreo e está apto a receber matéria. Sua estrutura é completamente homogênea, não possuindo diferenciações qualitativas, de modo que a existência de lugares naturais era impossível. Todas as partes do espaço exibiam a mesma aptidão para receber qualquer tipo de matéria e o movimento dos corpos não era causado por diferenças qualitativas inerentes ao espaço em si, mas resultava de forças físicas. (JAMMER, 2010, p.115)

Em relação ao vazio, o italiano atacou o argumento aristotélico que se opunha à possibilidade do espaço vazio, defendendo que este poderia sim existir, já que tinha a capacidade de conter corpos e existia mesmo que os corpos não existissem.

## 2.2.4 FRANCESCO PATRIZI

As considerações trazidas por Telésio mostraram claramente o novo espírito da filosofia natural italiana do século XVI. Estava em jogo nada menos que a formulação de uma nova física. Porém, para que essas ideias pudessem ser assimiladas e, com base nelas, se desenvolvesse uma nova mecânica, era preciso remover outro obstáculo. A doutrina tradicional da substância e do acidente\*, grande baluarte do pensamento escolástico, tinha de ser posta de lado. Não bastava rever os fundamentos físicos da teoria do espaço: era preciso fornecer – lhe também uma nova base metafísica. Francesco Patrizi (1529-1597) encarregou – se dessa tarefa. (JAMMER, 2010, p.116)

\*substância, também conhecido como essência, é a parte imutável do ser, enquanto acidentes são características mutáveis do ser, ou seja, é irrelevante para compreender o que nele é essencial.

Para ele, o espaço não era substância, nem acidente, nem corpóreo ou incorpóreo, pois nenhum desses conceitos aplicava – se a ele, já que eram apenas maneiras de caracterizar as coisas no espaço. Este possuía uma existência independente e devia existir antes de todas as coisas, sendo que todas estas poderiam ser colocadas nele; mas se o mesmo for retirado, todas as coisas eram suprimidas. Além disso, as próprias qualidades dependiam de o espaço existir. Assim fica claro que não se podia enquadrar os conceitos de substância e acidente para o espaço. Assim, Patrizi emancipou o conceito de espaço da doutrina aristotélica, um resultado importante.

Para o renascentista, o estudo do espaço devia anteceder o estudo da matéria, pois além de condicionar este e suas qualidades, sua investigação seria um pré-requisito indispensável de toda a ciência natural.

## 2.2.5 TOMMASO CAMPANELLA

Tommaso Campanella (1568-1639) foi com Telésio e Giordano Bruno, um dos maiores representantes do pensamento da Renascença italiana. Para entender suas ideias, é necessário primeiramente abordar algumas concepções judaico-cristãs de espaço, do qual ele sofreu grande influência deste e de Telésio, para que ao se compreender essas concepções, suas teorias sejam de mais fácil compreensão.

### 2.2.5.1 CONCEPÇÕES JUDAICO-CRISTÃS DO ESPAÇO

Não há dúvida de que uma tradição religiosa claramente reconhecível e contínua exerceu uma influência poderosa nas teorias físicas do espaço, desde o século I até o século XVIII.

Dessa influência surgiu a afirmação de que o espaço é atributo de Deus ou é até idêntico a Deus. Para Newton, o espaço absoluto era o sensorio de Deus; para More, era a extensão divina. Quais as fontes dessas doutrinas? De onde elas se originaram? É interessante compreender a origem desses pensamentos e apontar os possíveis caminhos pelos quais esse saber oriental migrou para o pensamento ocidental. (JAMMER, 2010, p.54)

O judaísmo palestino do século I D.C. usava o termo “lugar” [*makom*] como um dos nomes de Deus; é o mais antigo indício de uma ligação entre o espaço e Deus. “Na filosofia grega, o uso do termo ‘lugar’ como denominação de Deus não ocorre”.

Na teologia judaica, a substituição do nome de Deus por “lugar” era um procedimento comum. Originalmente, o termo “lugar” era usado apenas como abreviatura de “lugar santo” [*makom kadosh*], o lugar da *Shekinah* [presença divina]. Aliás, o termo árabe *makām* designava o lugar de um santo ou de um túmulo sagrado. O fato das concepções teológicas do judaísmo se tornarem mais abstratas e universais, a conotação original do termo lugar caiu no esquecimento; então, a palavra tornou – se uma denominação de Deus, mas sem a implicação de qualquer limitação espacial. (JAMMER, 2010, p.55)

Com o tempo, associou – se Deus e espaço como uma expressão de ubiquidade, ou seja, está em vários lugares ao mesmo tempo. Esse uso disseminou – se na filosofia alexandrina, foi incorporada na Septuaginta e adotada no mundo do pensamento pré-maometano. Na literatura judaica posterior, o termo “espaço” ou “lugar” como nome de Deus se tornou tão frequente que foi necessária uma explicação. Assim, a gematria explicou que o nome de Deus e a palavra “lugar” levavam ao mesmo número: somando os quadrados dos números correspondentes às letras do santo nome chegava – se a soma dos números correspondentes às letras da palavra “lugar”. (JAMMER, 2010, p.57)

A designação de Deus por lugar e a concepção mística de Deus como o espaço do Universo encontravam – se com frequência na literatura pós-talmúdica e pós-midrásica. O *Zohar* confirma esse uso, dizendo que Deus é chamado de espaço por ser esse o espaço d’Ele mesmo. *Zohar* é uma coletânea de tratados, textos e excertos escritos em períodos diversos, mas com um objetivo comum: revelar a verdade oculta no Pentateuco. Essa é uma coletânea do antigo saber e tradição oral judaicos que exerceu enorme influência não somente no pensamento judaico, mas também na Itália, no período do Renascimento, que tornou – se um solo fecundo para os ensinamentos esotéricos judaicos e a disseminação de ideias cabalísticas. Na segunda metade do século XV, quando eruditos gregos deslocaram – se para o Ocidente após a queda de Constantinopla, em 1453, havia entre eles eruditos judeus que encontraram refúgio na Itália, propagando, assim, as teorias contidas nessas coletâneas. Com a propagação destes textos na Itália, no fim do século XVI, deu-se um novo impulso à disseminação das ideologias cabalísticas. O número de estudiosos interessados nesse saber rabínico aumentou ano após ano. (JAMMER, 2010, p. 58-59)

#### 2.2.5.2 O CONCEITO DE ESPAÇO SEGUNDO CAMPANELLA

Campanella sofreu influência do pensamento místico alemão de meados do século XVI, podendo – se constatar isso comparando suas obras astrológicas e metafísicas, principalmente, com os textos de Paracelso e de Agrippa de Nettesheim. (JAMMER, 2010, p.59-60)

Paracelso e Agrippa estudaram ardorosamente a cabala judaica. Assim, não é de se admirar que os modos de pensar de Campanella apresentassem marcantes tendências cabalísticas. Este afirmou que o espaço está em Deus, mas Deus não é limitado pelo espaço. Em sua concepção, o espaço transforma – se em uma entidade absoluta, quase espiritual, caracterizada por atributos divinos. (JAMMER, 2010, p.60)

O italiano chegou à conclusão, influenciado por Telésio, que o espaço era completamente homogêneo e indiferenciado, inamovível e incorpóreo, penetrado pela matéria e penetrador da matéria, sendo apta a receber qualquer corpo. “Acima” e “abaixo”, “direita” e “esquerda” eram apenas criações do intelecto, com o objetivo de facilitar a orientação, mas não que existiam diferenciações reais de direção no espaço. (JAMMER, 2010, p. 61)

A obra de Telésio, Patrizi e Campanella mostrou que cabe atribuir à filosofia natural italiana o mérito por ter emancipado o conceito de espaço do esquema escolástico da substância e do acidente. Na física dos primórdios do século XVII, o espaço tornou – se o substrato necessário de todos os processos físicos. Converteu – se em um conceito emancipado, despojado de diferenciações ou forças intrínsecas.

## 2.2.6 PIERRE GASSENDI

Pierre Gassendi (1592-1655) foi um filósofo, cientista e matemático francês. Defendeu as ideias atomistas e é antiaristotélico. Sua filosofia se pauta pela crítica ao aristotelismo, e esse fato o guia na elaboração dos conceitos de espaço e tempo.

Ele apresentou a seus contemporâneos às mais antigas fontes do atomismo, sendo obrigado a enfrentar o problema do espaço e do vazio. Defendeu a realidade do vácuo, o qual, em sua concepção, tornou – se idêntico ao espaço. O espaço e o tempo, se fizer uma medição pela escala da realidade corpórea concreta, eles têm uma existência real como precondições da cinemática ou da física em geral, não dependendo dos corpos estarem contidos neles e não sendo acidentes destes. Ele diz explicitamente: “Espaços imensos existiram antes que Deus criasse o

mundo”. Embora os átomos fossem criados por Deus, o espaço já existia, sendo incriado e independente. Para Gassendi, o espaço era um dado necessário, infinito, imóvel e incorpóreo de três dimensões, independente de qualquer substância. (JAMMER, 2010, p.122-123)

Um fato curioso e importante, é que Campanella e Gassendi tenham se encontrado pessoalmente. Que a concepção campanelliana de um espaço homogêneo e infinito deve ter influenciado Gassendi, é algo que se vê em detalhe em seu texto *Epistolae tres de motu impresso a motore translato*. No atomismo de Demócrito e Epicuro ele encontrou o vazio indiferenciado no qual os átomos se moviam. A independência, a autonomia e a prioridade do espaço, todas vigorosamente propostas por Gassendi, foram uma concessão oportuna às exigências da nova física. Os fenômenos físicos puderam então ser explicados a partir da hipótese de um espaço-infinito, parcialmente cheio e parcialmente vazio. Daí a concepção gassendiana do espaço ter-se tornado a base tanto das teorias atomistas do século XVII, com sua matéria descontínua que preenchia o espaço contínuo, em pequena escala, quanto da mecânica celeste, em larga escala. (JAMMER, 2010, p.123)

### 2.2.7 RENÉ DESCARTES

René Descartes (1596-1650) foi um filósofo, físico e matemático francês. Por vezes chamado de o pai da matemática moderna, é considerado um dos pensadores mais influentes da história do pensamento ocidental. Nasceu no final do século XVI, sendo considerado um renascentista, influenciando seus contemporâneos e várias gerações de filósofos posteriores.

Muitos renascentistas incluem Deus em suas teorias, e Descartes não foi diferente, porém, seu pensamento difere dos demais sobre esse. Para o francês, em contraposição a maioria dos deuses anteriores, Deus não era simbolizado pelas coisas que criou e não se expressava nelas. Não existia nenhuma analogia entre Deus e o mundo, com exceção da alma. (KOYRÉ, 2006, p.90)

O mundo de Descartes é um mundo matemático uniforme. Não havia nada neste senão matéria e movimento; ou, sendo a matéria idêntica ao espaço ou extensão, não havia nada senão extensão e movimento. Essa famosa identificação cartesiana de extensão e matéria implicava a negação do vazio, sendo rejeitado pelo francês de maneira mais radical do que pelo próprio Aristóteles. (KOYRÉ, 2006, p.90-91)

Ele argumentou que a existência do vazio era fisicamente e essencialmente impossível. Aqueles que afirmavam sua existência – Demócrito, Lucrecio e seus seguidores – são vítimas de falsa imaginação e possuíam pensamento confuso. Não percebiam que o nada não pode ter propriedades e, portanto, dimensões. Como exemplo, vamos supor que o espaço vazio está separando dois corpos, logo, possui uma distância, mas, segundo Descartes, essa distância não era um comprimento, uma largura ou uma profundidade de “nada”, mas de alguma coisa, isto é, substância ou matéria, sendo esta “sutil”, a qual não era percebida pelos sentidos – por essa razão que as pessoas que estavam acostumadas a imaginar, em vez de pensar, falavam em espaço vazio. (KOYRÉ, 2006, p.91)

Segundo o francês, o espaço físico está em toda parte cheio de éter. Matéria e espaço são coisas idênticas. Este ponto de vista é relatado na seguinte passagem:

O espaço e o corpo que está compreendido nesse espaço, não são diferentes senão em nosso pensamento. Pois, com efeito, a mesma extensão em comprimento, largura e profundidade, que constitui o espaço, constitui também o corpo; e a diferença que existe entre eles não consiste senão em atribuímos ao corpo uma extensão particular, que concebemos mudar de lugar, com ele, a cada vez que é transportado... (in KOYRÉ, 2006, p.92)

A segunda consequência importante da identificação entre a extensão e a matéria consiste na rejeição não só da finitude e da limitação do espaço, mas também na do mundo material real. Atribuir-lhe fronteiras torna-se não só falso como absurdo, e até contraditório. Temos de reconhecer, portanto, que o mundo real é infinito, ou, antes – uma vez que Descartes recusa-se a usar este termo com relação ao mundo –, indefinido. (KOYRÉ, 2006, p.93)

Outro fato importante é sua visão sobre o que é o mundo, argumentando que não é uma multiplicidade desconexa de tais todos, inteiramente separados uns

dos outros, e sim uma unidade na qual há um número infinito de sistemas subordinados e interconectados. Em outras palavras, o universo deve ser concebido como um *plenum* dotado de extensão no qual o movimento de suas diversas partes é comunicado às demais pelo impacto imediato. (KOYRÉ, 2006, p. 94)

A infinitude do mundo está estabelecida de maneira indiscutível. No entanto, ele usa o termo infinito somente a Deus, e quanto ao mundo, usa apenas indefinido.

## 2.2.8 HENRY MORE

Henry More (1614-1687) foi um dos primeiros partidários de Descartes na Inglaterra. Ele trocou com o filósofo francês uma série de cartas extremamente interessantes, que lançam uma luz muito intensa sobre as posições respectivas dos dois pensadores. (KOYRÉ, 2006, p.99)

A principal motivação por trás do interesse de More pelo problema do espaço, assim como a motivação de toda a sua filosofia, era encontrar uma demonstração convincente da realidade indubitável de Deus, do espírito e da alma. Para compreender a interação mútua entre o mundo do espírito e o mundo da matéria, é necessário encontrar um terreno comum aos dois. Esse terreno comum é o espaço: a extensão caracteriza tanto o mundo do espírito quanto o da matéria. (Jammer, 2010, p.67)

Com respeito a extensão, surge a seguinte indagação: Como é possível a uma alma puramente espiritual, isto é, uma coisa que, segundo Descartes, não tem qualquer extensão, estar unida a um corpo puramente material, ou seja, uma coisa que é feita pura e simplesmente de extensão? Não é melhor supor que a alma, embora imaterial, seja também extensa, que tudo, até Deus, seja extenso? (KOYRÉ, 2006, p.99)

A razão pela qual More acredita que Deus tenha extensão, é a de que ele é onipresente e preenche intimamente todo o universo e cada uma de suas partes; pois como poderia ele comunicar movimento à matéria, como o fez, e ainda o faz, se

não tivesse contato imediato com a matéria? Portanto, Deus tem extensão e expansão, segundo sua maneira.

No que diz respeito a matéria, ela é infinita, porque “ a atividade criativa divina, incessante em todos os pontos, criou a matéria em todos os lugares, sem deixar vazio o mais minúsculo dos espaços”, não admitindo, portanto, a ideia de um vácuo na natureza. A matéria possui como característica a impenetrabilidade, nisto oposta ao espírito. Este último, ainda que extenso, é livremente penetrável e não pode ser tocado. Assim, espírito e corpo podem coexistir no mesmo lugar, e dois espíritos ou mais podem ter a mesma e única localização por poderem ser penetrados mutuamente, ao passo que para os corpos isso é impossível.

Uma importante característica do espaço é, segundo More: não móvel e não é afetado pela presença ou ausência de matéria nele; a matéria é móvel no espaço, e, em razão de sua impenetrabilidade, ocupa espaço. Assim, é impensável matéria sem espaço. Portanto, se não se pode conceber a ausência de espaço, ele deve ter uma existência real, subjacente a todas as substâncias dotadas de extensão no universo e possuidor de uma série de qualidades extraordinárias. (KOYRÉ, 2006, p.113)

O inglês atacou a doutrina cartesiana da relatividade do movimento, sustentando que um espaço absoluto, homogêneo e imutável é um pressuposto do movimento e de sua mensurabilidade. Caso contrário, estaríamos diante de uma autocontradição. Tomem-se, por exemplo, três corpos, AB, CD e EF, na posição M, e deixem-se modificar suas relações de tal modo que pareçam estar em N. Nessas condições, AB move-se para a direita com relação a EF e para a esquerda com relação a CD, ou seja, move-se em direções opostas ao mesmo tempo. A única maneira de fugir a essa contradição é afirmar a existência de um espaço absoluto, no qual AB permanece em repouso. (BURTT, 1983, p.115)



**Figura 6** – Relatividade do movimento. Fonte: Própria (2019)

O espaço absoluto deve ter existência real, por ter extensão infinita, contudo, por distinguir-se de maneira absoluta da matéria, ele não tem quaisquer características corpóreas além da extensão. Portanto, ele deve ser uma substância espiritual. Ele apresentou nada menos de vinte atributos que podiam ser aplicados igualmente a Deus e ao espaço: ambos são “únicos, simples, imóveis, eternos, perfeitos, independentes, existentes por si sós, subsistentes por si sós, incorruptíveis, necessários, imensos, não-criados, não-circunscritos, incompreensíveis, onipresentes, não-corpóreos, penetrantes e envolventes com relação a todas as coisas, seres essenciais, seres reais, realidade pura”. As coisas que estão no espaço de maneira alguma participam dessas propriedades; pelo contrário: são temporais e mutáveis, e são criadas por Deus no espaço eterno e em um certo momento do tempo eterno. (BURTT, 1983, p.116)

Essa lista de atributos e nomes, que é o tema recorrente nos escritos cabalísticos, mostra a que ponto More foi influenciado pelo misticismo judaico.

A noção de espírito desempenhou papel importante em sua interpretação da natureza, por isso, é interessante fazer um breve comentário sobre suas características. Algumas de suas propriedades são: penetrabilidade, indivisibilidade e a faculdade de se contrair ou dilatar, ou seja, estender-se a um espaço maior ou menor; não se pode romper ou separar um pedaço de um espírito, sendo esta característica própria de um corpo. (KOYRÉ, 2006, p.114-115)

A maior precisão por ele obtida na determinação do conceito de espírito levou necessariamente a uma discriminação mais rigorosa entre sua extensão e o

espaço em que, como todas as outras coisas, é onde ele se encontra. Ele acrescentou também um novo conceito nas suas teorias, o espírito da natureza, sendo este, nas palavras do próprio autor: “*Uma substância incorpórea, desprovida de sentidos ou consciência, que penetra toda a matéria do universo, determina a direção das partes da matéria, assim como seus movimentos, produzindo no mundo os Fenômenos que não podem ser reduzidos a simples poder mecânico*”. A partir de agora, o espaço ou a pura extensão imaterial será distinguido do “espírito da natureza” que o penetra e enche, que age sobre a matéria e produz os efeitos não mecânicos, uma entidade que na escala de perfeição dos seres espirituais ocupa o grau mais ínfimo. (KOYRÉ, 2006, p. 118)

Sem a ação de um princípio não mecânico, toda a matéria do universo se dividiria e se dispersaria; não haveria sequer corpos, pois não haveria nada que garantisse a coesão das partículas que os compõem. Tudo isso é obra do espírito da natureza, que age como instrumento, inconsciente, da vontade divina, que penetra todo o universo e se estende em seu espaço infinito. (KOYRÉ, 2006, p.120)

O que seria o espaço então? More argumentou que ele é imaterial e deve ser concebido como infinito e considerado um espírito. No entanto, o espaço é um espírito de uma espécie muito especial e única, e More não tem certeza quanto à sua natureza exata, porém ele o identificou com a própria extensão divina. (KOYRÉ, 2006, p.120)

Em sua obra *Antidote against Atheism*, escrita antes de 1662, ele sugeriu três visões possíveis do espaço claramente incerto a respeito de qual adotar. Uma é a de que o espaço é a imensidão ou onipresença da essência divina; a segunda é a de que ele é, simplesmente, a possibilidade da matéria, sendo a distância, não uma propriedade real ou física, mas sim a mera negação da união tátil, etc.; e a terceira a de que o espaço não é outra coisa senão o próprio Deus. Em sua última obra importante, *Enchiridion Metaphysicum*, publicada em 1671, More já estava em condições de informar sobre sua escolha final entre essas possibilidades. Para o inglês, o espaço é Deus, simplesmente na medida em que este é onipresente e seu caráter espiritual é essencial. O espaço é divino. Toda continuidade no universo é fundamentalmente espiritual.

Suspendemos o juízo sobre quão detalhadamente More ou qualquer outro pensador da época foram efetivamente influenciados pela cabala, mas afirmamos – como fica demonstrado no caso do conceito de espaço – que algumas ideias gerais de origem cabalística impregnaram o clima intelectual do período. (JAMMER, 2010, p.74)

### 2.2.9 ISAAC BARROW

Isaac Barrow (1630-1677) foi um matemático e teólogo inglês do século XVII. Barrow sustenta que tudo o que existe deve ser entendido como dotado de extensão. (BURTT, 1983, p.119)

Segundo ele, o espaço não possui uma existência real independente de Deus, sendo que, ao investigar e descobrir a relação entre os dois, poderemos então atribuir existência real ao primeiro. Deus pode criar mundos além deste mundo e, por conseguinte, Deus deve estender-se além da matéria e é justamente essa superabundância da presença e dos poderes divinos que concebemos como espaço. À parte essa referência religiosa, portanto, o espaço não pode ser descrito como algo que tenha existência real; ele não é “nada mais que pura e simples potencialidade”. (BURTT, 1983, p.121)

Eis aí uma interessante combinação de ideias a respeito do espaço, com as quais More também se entretinha simultaneamente; com efeito, como ambos residiam em Cambridge, é provável que seus pensamentos sofressem influências recíprocas. Entretanto, More não demonstrava grande interesse pelo tempo, enquanto que Barrow tinha por ele tanto interesse quanto pelo espaço, por haver chegado à concepção de que as grandezas geométricas são geradas pelo movimento e por estar fervorosamente empenhado na tentativa de desenvolver um cálculo geométrico com base nessa concepção. (BURTT, 1983, p.122)

Tanto no caso do espaço quanto no do tempo, Barrow admite a validade do enfoque religioso de More; considerados como existências reais e absolutas, eles não são nada mais que a onipresença e a duração eterna de Deus. Porém, o tempo

e o espaço não são coisas que existam realmente, mas simplesmente expressam potencialidades de grandeza e duração. (BURTT, 1983, p.124)

Com isso, o espaço e o tempo, graças a Barrow e outros cientistas, estavam ganhando novos significados, substituindo gradativamente as antigas ideias de substâncias, essências, e coisas semelhantes do escolasticismo. O espaço e o tempo adquiriram novos significados e assumiram importância fundamental no pensamento humano. Que se deveria fazer com eles do ponto de vista filosófico? Descartes, como metafísico corajoso que era, tinha uma resposta pronta no que se refere ao espaço – ele o tomou como a própria substância do universo material, acumulando no universo imaterial do pensamento tudo o que não podia ser integralmente tratado pela geometria. (BURTT, 1983, p.125)

À medida que os homens tentavam, gradualmente, tornar mais precisas as noções e inter-relações entre a força, a aceleração, o momento, a velocidade, etc., era natural que eles se sentissem compelidos a pronunciar um enunciado exato daquilo que entendiam por tempo. À medida que aumentava sua confiança neste ponto, o tempo veio progressivamente a aparecer como uma continuidade tão natural e auto justificável quanto o espaço, tão independente quanto este, no essencial, da percepção e do conhecimento do homem e como algo que deveria ser tratado, do ponto de vista metafísico, segundo os mesmos princípios. Este estágio do desenvolvimento de uma filosofia do tempo foi alcançado com clareza pela primeira vez com Barrow. O mundo da natureza tornara-se definitivamente um reino de corpos que se movem mecanicamente no tempo e no espaço. (KOYRÉ, 2010, p. 34-38)

## CAPÍTULO 3 – NEWTON E LEIBNIZ

As ideias de Newton e Leibniz foram essenciais para o progresso do conceito de espaço.

A concepção newtoniana do espaço absoluto baseou-se em uma síntese de dois elementos heterogêneos. De um lado, o espaço foi emancipado do esquema escolástico da substância e do acidente, um esquema finalmente abandonado pelos filósofos naturais italianos do Renascimento. De outro, certas ideias, que parecem remontar ao judaísmo palestino do século I d.C., identificavam o espaço com um atributo de Deus. Elas foram adotadas pela filosofia mística judaica e, com a disseminação dos ensinamentos cabalísticos na Europa Ocidental, encontraram um solo particularmente fértil na Inglaterra seiscentista. Sob a influência de Henry More, um entusiástico estudioso da cabala, Newton julgou necessário e conveniente incluir essas ideias teológicas em sua teoria do espaço.

Leibniz, entretanto, era contra a ideia de espaço absoluto, sendo sua teoria bem fundamentada em termos intuitivos mas sustentada por argumentos insuficientes. Desde sua profunda análise dos conceitos de espaço e tempo, considerou-se com frequência que a ideia de tempo precedia a de espaço na construção de sistemas filosóficos. Considerava-se que a direção do fluxo do tempo era determinada pelas relações de causalidade que ligavam os fenômenos. O espaço, portanto, era apenas a ordem dos dados coexistentes: “*Spatium est ordo coexistendi*”, disse Leibniz em sua *Initia rerum metaphysica*, uma análise surpreendentemente moderna dos nossos conceitos de espaço e tempo. Através das cartas trocadas com Samuel Clarke, pode-se observar com uma melhor clareza o ponto de vista de cada autor. Porém, apesar de Leibniz apresentar uma boa teoria do espaço, a teoria predominante foi a newtoniana.

### 3.1 ISAAC NEWTON

Isaac Newton (1642-1727) foi um astrônomo, alquimista, filósofo natural, teólogo, e cientista inglês que viveu no meio do século XVII e início do século XVIII. Para compreender plenamente a ideia newtoniana de espaço é necessário ter em mente o pano de fundo conceitual de seu sistema físico. Espaço, tempo, força e massa são os conceitos fundamentais de sua física. Para ele, “força” é uma entidade rigorosamente dada, um ser físico real. Quanto à “massa”, Newton a concebia como o atributo mais essencial da matéria. Portanto, ele se opunha a Descartes, que identificava a matéria com a extensão e considerava a extensão a principal característica da matéria. Talvez tenha sido uma questão de preferência decidir qual das duas – a massa ou a extensão – deveria receber prioridade, pois todo corpo real tem ambas e é inconcebível sem qualquer das duas. A abstração de Newton revelou-se mais fecunda. (JAMMER, 2010, p.134)

Visto que a mecânica lida com o movimento, o espaço, como correlato do ponto de massa - tal como o vácuo era o correlato do átomo -, tinha de ser introduzido logo no início do sistema. Assim, não é à toa que, no começo dos *Principia*, encontramos o famoso Escólio, que trata do conceito de espaço. (JAMMER, 2010, p.134)

Não defino tempo, espaço, lugar e movimento, pois são bem conhecidos de todos. Devo apenas observar que as pessoas comuns não concebem essas quantidades com base em nenhuma outra ideia senão a relação que elas têm com os objetos sensíveis. Daí surgem certos preconceitos. Para eliminá-los será conveniente distingui-las em absolutas e relativas, reais e aparentes, matemáticas e comuns [...]. (in JAMMER, 2010, p.135)

O espaço absoluto, em sua própria natureza sem relação com qualquer coisa externa, mantém-se sempre semelhante e imóvel. O espaço relativo é uma dimensão móvel ou medida dos espaços absolutos, que nossos sentidos determinam por sua posição em relação aos corpos, e que é comumente tomado pelo espaço imóvel; assim, a dimensão de um espaço subterrâneo, aéreo ou celeste é determinada por sua posição com respeito à Terra. O espaço absoluto e o relativo são iguais na forma e na grandeza, mas nem sempre se mantêm numericamente os mesmos. (in JAMMER, 2010, p.135)

porque o espaço relativo, que está, por assim dizer, ligado ao corpo, se move com esse corpo através do espaço absoluto. (KOYRÉ, 2006, p.144)

Pois se a Terra, por exemplo, se move, um espaço de nosso ar, que relativamente e por referência á Terra sempre permanece o mesmo, ora será parte do espaço absoluto no qual o ar passa, ora será uma outra parte deste, e assim, falando-se em termos absolutos, estará perpetuamente em movimento. (*in* KOYRÉ, 2006, p.144)

Ao acreditar que tempo, espaço, lugar e movimento eram conceitos bem conhecidos por todos, Newton, como vemos, não se sentiu convocado a fornecer uma definição rigorosa e precisa desses termos. Todavia, como essas noções só surgiam ligadas a objetos sensíveis, certos preconceitos aderiam a elas. Para superá-los, Newton julgou necessário estabelecer distinções entre o absoluto e o relativo, o verdadeiro e o aparente, o matemático e o comum. Visto que o espaço era homogêneo e indiferenciado, suas partes eram imperceptíveis e indistinguíveis para nossos sentidos, de modo que era preciso substituí-las por medidas sensíveis. (JAMMER, 2010, p.135)

Como as partes do espaço não podem ser vistas nem distinguidas entre si por nossos sentidos, usamos medidas sensíveis delas. Assim, pelas posições e distâncias das coisas em relação a qualquer corpo considerado imóvel, definimos todos os lugares e em seguida, com respeito a esses lugares, estimamos todos os movimentos, considerando que os corpos se transferem de alguns desses lugares para outros. Assim, em vez de lugares e movimentos absolutos, usamos os relativos. (*in* JAMMER, 2010, p.135-136)

Na física moderna, os sistemas de coordenadas não passam de uma ficção útil. Mas não era assim para Newton. Dada a concepção newtoniana realista dos objetos matemáticos, é fácil compreender por que esses espaços relativos formavam “medidas sensíveis”. Não só o corpo que servia de referência era acessível aos nossos sentidos, como o “espaço relativo” dependia dele. Mas essa acessibilidade à percepção sensorial produzia uma noção que só tinha validade provisória e à qual faltava generalidade. Era bem possível que não houvesse nenhum corpo em repouso, ao qual os lugares e movimentos dos outros corpos pudessem ser referidos; em suma, todos aqueles espaços relativos talvez fossem sistemas de coordenadas em movimento. Mas movendo-se em quê? Para responder a essa pergunta, Newton abandonou o âmbito da experiência, ao menos provisoriamente. Com palavras que se tornaram famosas – “Nas investigações filosóficas, devemos nos abstrair de nossos sentidos” – introduziu o espaço absoluto e imutável, do qual o espaço relativo era apenas uma medida. O grau último de exatidão, a verdade

suprema só poderia ser alcançado em referência a esse espaço absoluto. Por isso ele foi chamado de “espaço verdadeiro”. (JAMMER, 2010, p.136)

Primeiramente, é interessante analisar o conceito de lugar segundo Newton para continuar a análise do movimento e espaço. O lugar é uma parte do espaço que um corpo toma, e é, de acordo com o espaço, ou absoluto, ou relativo... E como o movimento é um processo em que os corpos mudam de lugar, não o levando consigo, mas deixando-o para outros corpos, a distinção entre espaços absolutos e relativos implica necessariamente distinção entre movimento absoluto e relativo:

O movimento absoluto é a translação de um corpo de um lugar absoluto para outro, e o movimento relativo a translação de um lugar relativo para outro. Em uma embarcação a vela, o lugar relativo de um corpo é a parte do navio em que o corpo está, ou a parte da concavidade que o corpo ocupa e que, portanto, se move junto com a embarcação; e o repouso relativo é a manutenção do corpo na mesma parte do navio ou de sua cavidade. Mas o repouso real, absoluto, é a manutenção do corpo na mesma parte do espaço imóvel em que se movem o navio em si, sua cavidade e tudo o que ela contém. Logo, se a Terra estiver realmente em repouso, o corpo que está em repouso relativo no navio se moverá, em termos reais e absolutos, com a mesma velocidade do navio em relação à Terra. Mas se a Terra também se mover, o movimento verdadeiro e absoluto do corpo aumentará, em parte pelo movimento verdadeiro da Terra no espaço imóvel, em parte pelo movimento relativo do navio em relação à Terra; se o corpo também se mover relativamente no navio, seu movimento verdadeiro aumentará, em parte pelo movimento verdadeiro da Terra no espaço imóvel, em parte pelos movimentos relativos tanto do navio em relação à Terra quanto do corpo em relação ao navio. Desses movimentos relativos decorrerá o movimento do corpo em relação à Terra. (in JAMMER, 2010, p.137)

Para Newton, o espaço absoluto era uma necessidade lógica e ontológica. Era um pré-requisito para a validade da primeira lei do movimento: “Todo corpo preserva o estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja compelido a modificar esse estado por forças imprimidas sobre ele. ” O movimento retilíneo uniforme exigia um sistema de referência diferente do de qualquer espaço relativo arbitrário. Além disso, o estado de repouso pressupunha tal espaço absoluto. (JAMMER, 2010, p.137)

Uma vez que a primeira lei do movimento era para Newton uma questão de experiência imediata, e visto que a validade dessa lei dependia de um sistema de referência absoluto, o espaço absoluto tornou-se indispensável à mecânica newtoniana. (JAMMER, 2010, p.138)

Quanto à estrutura interna do espaço, Newton a descreve em termos que lembram vivamente a análise feita por Henry More:

Tal como a ordem das partes do tempo é imutável, também o é a ordem das partes do espaço. Suponhamos que essas partes saiam de seus lugares; elas sairão (se nos é permitida a expressão) de si mesmas. Pois os tempos e os espaços são, por assim dizer, os lugares de si mesmos e de todas as outras coisas. Tudo está no tempo, quanto à ordem de sucessão, e tudo está no espaço, quanto à ordem de situação. Esses lugares são, portanto, os lugares absolutos, e somente a translação desses lugares faz os movimentos absolutos. (*in* KOYRÉ, 2006, p.146)

Newton estava convencido de que, em termos dinâmicos, embora não cinemáticos, o espaço absoluto podia ser determinado pela existência de forças centrífugas em um movimento de rotação. Embora ele não tenha chegado explicitamente à conclusão de que as forças centrífugas determinavam o movimento absoluto, o qual, por sua vez, determinava o espaço absoluto, fica claro que era essa a sua intenção, que foi reconhecida como tal por seus comentaristas. Se o espaço era uma realidade física, como sem dúvida presumia Newton, e se o movimento acelerado fornecia um critério para identifica-lo, pareceria uma grave inconsequência afirmar que o movimento de translação uniforme, por não fornecer tal critério, era diferente de todos os outros tipos de movimentos; além disso, o espaço pareceria possuir uma estrutura dual, absoluta para o movimento acelerado e relativa para a translação uniforme. A suposição cosmológica de Newton protegeu-o dessa objeção, que foi levantada por Leibniz em sua correspondência com Huygens. (JAMMER, 2010, p.140)

De acordo com Newton, como vimos, a primeira lei do movimento pressupunha a existência necessária do espaço absoluto, mas não proporcionava nenhum meio pelo qual isso pudesse ser verificado experimentalmente. Daí o passo seguinte de Newton. Como o espaço e o tempo absolutos “não se oferecem de nenhum modo à observação de nossos sentidos”, tornava-se necessário investigar a dinâmica do movimento. É que o movimento, em especial o movimento acelerado, era o recurso e o meio pelo qual o espaço podia ser explorado. Conforme se referissem ao espaço relativo ou ao espaço absoluto, os movimentos eram relativos ou absolutos; logo, se fosse possível identificar o movimento absoluto, a identificação do espaço absoluto se seguiria. Ora, de acordo com Newton, o

movimento absoluto podia ser distinguido do movimento relativo por suas propriedades, causas e efeitos. (JAMMER, 2010, p.141)

As causas pelas quais os movimentos verdadeiros se distinguem dos relativos são as forças imprimidas nos corpos para lhes dar movimento. O movimento verdadeiro não é gerado nem alterado, mas imprimido por alguma força no corpo deslocado; contudo, o movimento relativo pode ser gerado ou alterado sem que nenhuma força se imprima no corpo. Basta que uma força seja imprimida em outros corpos com os quais o primeiro seja comparado para que, em eles cedendo lugar, possa alterar-se a relação em que consistiam o repouso ou o movimento relativos desse outro corpo. [...]

Os efeitos que distinguem o movimento absoluto e o relativo são as forças que afastam os corpos do eixo de movimento circular. Não existem tais forças em um movimento circular puramente relativo, mas, em um movimento circular verdadeiro e absoluto, elas são maiores ou menores, conforme a quantidade do movimento. [...]

Em corpos particulares, com efeito, é extremamente difícil descobrir e distinguir os movimentos verdadeiros e os movimentos aparentes, pois as partes do espaço imóvel em que esses movimentos são executados de modo algum se oferecem à observação de nossos sentidos. Mas a situação não é totalmente sem esperança, pois temos alguns argumentos para nos guiar, em parte provenientes dos movimentos aparentes, que são as diferenças dos movimentos verdadeiros, em parte provenientes das forças que são as causas e efeitos dos movimentos verdadeiros. (in JAMMER, 2010, p.141)

A descoberta por Newton do caráter absoluto da rotação representa uma confirmação decisiva de sua concepção do espaço, garantindo assim seu papel e seu lugar como um conceito fundamental da ciência.

Com respeito a matéria, Newton adota as concepções atomísticas de seus contemporâneos, argumentando que possui uma estrutura essencialmente granular. Compõe-se de partículas pequenas, sólidas, e, portanto,

se todas as partes sólidas de todos os corpos são da mesma densidade, e não podem ser rarefeitas sem poros, temos de admitir um espaço vazio, ou vácuo. (in KOYRÉ, 2006, p.153)

Quanto as propriedades essenciais que Newton lhe atribui são quase as mesmas listadas por Henry More, pelos velhos atomistas e pelos modernos partidários da filosofia corpuscular: extensão, dureza, impenetrabilidade, mobilidade. (KOYRÉ, 2006, p.153)

Logo, Newton recebeu de Patrizi, Campanella e Gassendi o conceito de um espaço infinito homogêneo e isotrópico e, além disso, convenceu-se de que havia provado a realidade desse conceito pela experimentação física. Julgou haver demonstrado que o espaço tinha existência própria e é independente dos corpos que contém. Por conseguinte, fazia sentido declarar, a seu ver, que qualquer corpo definido ocupava apenas tal parte do espaço e não outra; o significado dessa afirmação não pressupunha uma relação com nenhum outro corpo no Universo. Newton não se deu conta de que seu procedimento violava os princípios do método que ele mesmo defendia. Visto que ele foi um contemporâneo mais jovem de Henry More, com quem travou conhecimento pessoalmente na juventude e de cujos ensinamentos, por meio de Isaac Barrow, recebeu enorme influência, não é de admirar que Newton tenha encontrado apoio para sua teoria do espaço na doutrina desse pensador. Os trabalhos importantes de More tinham sido publicados uns sete anos antes do aparecimento dos *Principia*. Nos últimos anos de sua vida, as reflexões de Newton foram dominadas por considerações religiosas. A comparação entre a primeira edição e as edições posteriores do *Principia* mostra que a identificação do espaço absoluto com Deus, ou com um de seus atributos, só passou para o primeiro plano de seu pensamento no fim da vida, ou seja, no começo do século XVIII. (JAMMER, 2010, p.146)

O fato de que ele tinha ideias teológicas e religiosas ao escrever os *Principia* evidencia-se em uma carta sua a Richard Bentley, de 10 de dezembro de 1692, na qual confessou:

Quando escrevi meu tratado sobre o nosso sistema, atentei para princípios que pudessem funcionar junto a homens pensantes a favor da crença em uma Divindade, e nada me alegra mais do que constatar que ele é útil para esse fim. (*in* JAMMER, 2010, p.148)

Só em 1713, porém, Newton preparou o Escólio Geral do Livro III, que foi publicado na segunda edição que veio à luz no mesmo ano. É nesse Escólio que encontramos de maneira explícita as ideias newtonianas sobre a relação entre sua teoria do espaço absoluto e a teologia. Não há dúvida de que o crescente interesse de Newton por questões teológicas e espirituais, em idade mais avançada, foi um dos motivos da preparação do Escólio. Outra razão foi a solicitação de Cotes de que

ele prevenisse o reaparecimento de críticas que se referiam à sua teoria do espaço como um saber que conduz ao ateísmo. (JAMMER, 2010, p.148)

Cotes com certeza tinha em mente que Berkeley atacaria a teoria newtoniana, embora não o tenha mencionado nominalmente. Este havia publicado, em 1710, seu *Tratado sobre os princípios do conhecimento humano*, no qual critica em bases teológicas o conceito newtoniano de espaço absoluto como uma ideia perniciosa e absurda. De acordo com Berkeley, o espaço tinha de ser concebido apenas como relativo: “Caso contrário, existe algo além de Deus que é eterno, incriado, infinito, indivisível e imutável.” (JAMMER, 2010, p.148)

Por isso não surpreende que Newton tenha dado rédeas largas ao entusiasmo religioso no Escólio Geral:

É a autoridade soberana de um ser espiritual que constitui um Deus: uma autoridade verdadeira, suprema ou imaginária constitui um Deus verdadeiro, supremo ou imaginário. Por Sua verdadeira autoridade soberana, deduz-se que o verdadeiro Deus é um ser vivo, inteligente e poderoso; por Suas outras perfeições, deduz-se que é supremo ou sumamente perfeito. É eterno e infinito, onipotente e onisciente; ou seja, Sua duração vai da eternidade a eternidade; Sua presença, da infinitude à infinitude; Ele governa todas as coisas e conhece todas as coisas que existem ou podem ser criadas. Ele não é a eternidade e a infinitude, mas é eterno e infinito; não é a duração ou o espaço, mas perdura e está presente. Ele perdura para sempre e está presente em toda parte; e por existir sempre e em toda parte, constitui a duração e o espaço. (in JAMMER, 2010, p.149)

Nesse texto, pela primeira vez, Newton identifica o espaço e o tempo com atributos divinos. Deus não é a eternidade e a infinitude, mas é eterno e infinito. Eterno e onipresente, constitui a duração e o espaço.

Em outro texto, Newton fala da

[...] sabedoria e inteligência de um Agente poderoso e eternamente vivo que, estando em todos os lugares, é mais capaz, por Sua vontade, de mover os corpos [...] em Seu sensorio uniforme e ilimitado, e de com isso formar e reconstituir as partes do Universo, do que nós somos capazes, por nossa vontade, de mover as partes de nosso próprio corpo. (in JAMMER, 2010, p.150)

Essa identificação da onipresença do espaço com a onipresença divina levou a uma série de dificuldades. Leibniz, com seu intelecto sagaz, explorou-a magnificamente na polêmica com Clarke. É que, de acordo com a concepção newtoniana, a divisibilidade do espaço – posto que os espaços relativos eram partes

do espaço absoluto – parecia implicar a divisibilidade de Deus. A resposta de Clarke à argumentação de Leibniz pode ser assim resumida: o espaço absoluto era uno; era infinito e essencialmente indivisível. A suposição de que podia ser dividido levava a uma contradição, uma vez que qualquer divisão, segundo Clarke, exigiria um espaço intermediário. Portanto, a infinitude e a onipresença divinas não implicavam qualquer divisibilidade da substância de Deus. Clarke concluiu que essa dificuldade só surgia porque a ideia de divisibilidade estava ligada, de maneira injustificada, a uma imagem visual. (JAMMER, 2010, p.150)

Outro ponto de interesse nessa controvérsia é o termo *sensório*, que aparece na citação acima:

[... acaso] não se evidencia pelos fenômenos que existe um Ser incorpóreo, vivo, inteligente e onipresente, que, no espaço infinito, como se fosse em seu *sensório*, vê intimamente as coisas em si e as percebe com minúcia, e as compreende inteiramente pela presença imediata delas em si mesmo? (*in* JAMMER, 2010, p.150-151)

Na carta inicial da controvérsia, que só terminaria com a morte de Leibniz em 1716, este afirmou:

Diz Sir Isaac Newton que o espaço é um órgão do qual Deus se serve para perceber as coisas. Mas, se Deus necessita de um órgão qualquer para perceber as coisas, decorre daí que elas não dependem inteiramente d'Ele nem foram produzidas por Ele. (*in* JAMMER, 2010, p.151)

Teria Newton realmente identificado o espaço com um órgão de Deus ou será que essa expressão havia sido apenas um lamentável erro acidental ao escrever? A mensagem de Clarke a Leibniz forneceu a resposta:

Sir Isaac Newton não diz que o espaço é o órgão que Deus usa para perceber as coisas, nem que Ele necessita de qualquer meio para perceber as coisas; diz, ao contrário, que, sendo onipresente, Ele percebe todas as coisas por Sua presença imediata nelas, em todo o espaço em que elas estejam, sem a intervenção ou a assistência de qualquer órgão ou meio. Para tornar isso mais inteligível, ele o ilustra com um símile: que, assim como a mente do Homem, por sua presença imediata nas imagens das coisas, formadas no cérebro por meio do órgão da sensação, vê essas imagens como se fossem as coisas em si, também Deus vê todas as coisas por Sua presença imediata nelas, posto que está realmente presente nas coisas em si, em todas as coisas do Universo, tal como a mente do Homem está presente em todas as imagens das coisas formadas em seu cérebro. [...] Essa semelhança é tudo a que ele pretende referir-se, ao supor que o espaço infinito é (por assim dizer) o *sensório* do Ser onipresente. (*in* JAMMER, 2010, p.151)

Por conseguinte, parece claro que Newton usou o termo “sensório” como uma comparação e não identificou o espaço com um órgão divino.

A mecânica de Newton, tal como exposta nos Principia, foi uma defesa magistral de sua teoria do espaço e do movimento absolutos. No fim do Escólio do Livro I, ele escreveu:

O modo como obteremos os movimentos verdadeiros a partir de suas causas, efeitos e diferenças aparentes, bem como o inverso, será mais detidamente explicado no tratado que se segue, pois foi para este fim que o compus. (*in* JAMMER, 2010, p.152-153)

Demonstrar a existência do movimento verdadeiro e do espaço absoluto: era esse o projeto do Principia. Todas as realizações e descobertas de Newton no campo da física estavam, a seu ver, subordinadas à concepção filosófica do espaço absoluto. O extraordinário sucesso da mecânica newtoniana na física e na astronomia, durante os dois séculos posteriores à publicação do Principia, pareceu afastar as dúvidas sobre a solidez de suas implicações filosóficas. Este livro foi um grande marco não por suas conclusões filosóficas, mas pela riqueza de seu conteúdo puramente físico, respaldado pela experimentação, portanto verificável, e também pela sistematização desse rico material. (JAMMER, 2010, p.153)

### 3.2 GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) foi um polímata, filósofo, cientista, matemático, diplomata e bibliotecário alemão que viveu na segunda metade do século XVII e início do século XVIII. Tratarei do conceito de espaço segundo este autor, enfatizando sua crítica a concepção newtoniana e fazendo um breve comentário sobre as correspondências que ele trocou com Samuel Clarke (1675-1729).

Leibniz, em uma carta a princesa de Gales, escrita em novembro de 1715, diz:

Sir Isaac Newton diz que o Espaço é um órgão de que Deus se serve para perceber as coisas. Mas se Deus tem necessidade de algum Órgão para perceber as coisas, segue-se que elas não dependem inteiramente Dele, nem foram produzidas por Ele.

Sir Isaac Newton e seus seguidores têm também uma opinião muito estranha com relação a obra de Deus. Segundo a doutrina deles, Deus Todo-Poderoso tem necessidade de vez por outra, dar corda em seu relógio: senão, deixará de funcionar. Ele não teve, ao que parece, suficiente tirocínio para dar-lhe movimento perpétuo. Ora, o mecanismo da máquina de Deus, é tão imperfeito, segundo esses cavalheiros, que ele precisa limpá-lo de vez em quando por um concurso extraordinário, e até mesmo consertá-lo tal como um relojoeiro corrige seu trabalho; por conseguinte, Ele deve ser um péssimo oficial, porquanto com frequência se vê obrigado a reparar sua Obra e fazê-la Direito. Segundo minha opinião, a mesma força e vigor subsistem sempre no Mundo, e apenas passa de uma parte da matéria para outra, conforme as Leis da Natureza e a Magnífica Ordem preestabelecida.

Uma acusação do gênero da que foi formulada por Leibniz não poderia, é claro, ser deixada sem refutação. No entanto, como estava abaixo da dignidade e da posição de Sir Isaac fazê-lo ele mesmo, a tarefa coube a Samuel Clarke, fiel discípulo e amigo de Newton. Daí resultou uma longa correspondência, extremamente interessante, que só terminou com a morte de Leibniz (KOYRÉ, 2006, p.209).

Retomando a crítica àquele aspecto do pensamento newtoniano segundo o qual o universo requereria a constante atuação de Deus para a manutenção de sua ordem e, em particular, a concepção de que, para tanto, o espaço seria como um sensorio, necessário para que a onipresença divina fosse garantida, Clarke escreve a Leibniz:

Sir Isaac Newton não diz que o espaço é o órgão que Deus usa para perceber as coisas, nem que Ele necessita de qualquer meio para perceber as coisas; diz, ao contrário, que, sendo onipresente, ele percebe todas as coisas por Sua presença imediata nelas, em todo o espaço em que elas estejam, sem a intervenção ou a assistência de qualquer órgão ou meio. Para tornar isso mais inteligível, ele o ilustra com um símile: que, assim como a mente do Homem, por sua presença imediata nas imagens das coisas, formadas no cérebro por meio do órgão da sensação, vê essas imagens como se fossem as coisas em si, também Deus vê todas as coisas por Sua presença imediata nelas, posto que está realmente presente nas coisas em si, em todas as coisas do Universo, tal como a mente do Homem está presente em todas as imagens das coisas formadas em seu cérebro. [...] Essa semelhança é tudo a que ele pretende referir-se, ao supor que o espaço infinito é (por assim dizer) o sensorio do Ser onipresente.

Por conseguinte, parece claro que Newton usou o termo “sensorio” como uma comparação e não identificou o espaço com um órgão divino.

Para entender melhor as objeções de Leibniz, elas se basearam essencialmente em dois princípios metafísicos: o princípio de perfeição, segundo o

qual a natureza é concebida de tal maneira a exibir o grau máximo de perfeição, resultado da sabedoria divina, e o princípio da harmonia preestabelecida. Com efeito, ele escreveu:

Eu não afirmo que o mundo material é uma máquina, ou relógio, que evolui sem a interposição de Deus [...] Mas eu mantenho que ele é um relógio que funciona sem a necessidade de ser corrigido por Ele: de outra forma, nós devemos dizer que Deus reconsideraria sua própria decisão. Não, Deus previu tudo, ele proveu um remédio para todas as coisas antecipadamente; existe em suas criações uma harmonia, uma beleza, já preestabelecida.

Uma teoria à qual Newton defendia e que Leibniz rejeitava era do atomismo, no qual este atacou essa ideia com base em razões teológicas:

O autor [Clarke] continua e diz que, de acordo com [...] a filosofia de Sir Isaac Newton, a matéria é a parte menos considerável do universo. A razão é porque ele admite o espaço vazio, além da matéria, e porque [...] a matéria preenche apenas uma parte muito pequena do espaço. [Entretanto] quanto mais matéria existe, mais Deus tem oportunidade de exercer sua sabedoria e poder. Que é uma das razões [...] por que eu mantenho que não existe vácuo de forma alguma.

Um fato interessante e que merece ser citado, é que Leibniz também atacou More em relação ao espaço vazio, argumentando que:

Se o espaço (fantasiado pelo autor), esvaziado de todos os corpos, não fica completamente vazio, fica cheio de quê? Será cheio de espíritos extensos, talvez, ou de substâncias imateriais capazes de se estender e de se contrair, que se movam dentro dele e penetrem umas nas outras sem qualquer inconveniente, tal como as sombras de dois corpos penetram uma na outra na superfície de uma parede? Creio ver aí o reavivamento das estranhas ficções do dr. Henry More e de alguns outros que fantasiaram que esses espíritos podem tornar-se impenetráveis quando bem entendem. Há até quem tenha imaginado que o Homem, no estado de inocência, também tinha o dom da penetração, e que se tornou sólido, opaco e impenetrável em decorrência de sua queda. Não será abrir mão de nossas ideias das coisas fazer com que Deus possua partes, fazer com que os espíritos possuam extensão.

Com respeito ao espaço absoluto, Leibniz atacou essa teoria argumentando que se esta realmente existe, ou seja, é um espaço real, isso implicaria, necessariamente eternidade e infinidade espacial:

Esses cavalheiros sustentam, portanto, que o espaço é um ser real e absoluto. Mas isso os envolve em grandes dificuldades, porque tal ser deve, necessariamente, ser eterno e infinito. Daí alguns terem acreditado que ele fosse o próprio Deus ou um de seus atributos, a imensidade. Mas, dado que o espaço consiste de partes, ele não é algo que possa pertencer a Deus.

A eternidade, entendida segundo o senso comum, é infinidade “no tempo”. Portanto, ser “espaço” absoluto implicaria, segundo essa passagem, possuir tanto os atributos de infinidade espacial, quanto de infinidade temporal.

Nessa passagem da carta, subsiste ainda a possibilidade de que o espaço absoluto fosse não o próprio Deus, mas um atributo de Deus: a imensidade. Porém, no contexto da discussão, imensidade tem o exato significado de não-mensurabilidade. Contudo, como o “espaço” tem como aspecto constitutivo o fato de possuir partes, ele é mensurável. Aqui, não é possível que o termo “espaço” se refira a outro conceito que não o de extensão. Sendo extensão, e, portanto, mensurável, o espaço absoluto não poderia ser atributo de Deus.

É importante ter uma compreensão do pensamento de Leibniz sobre o porquê dele não aderir às ideias newtonianas sobre o espaço. O alemão criou uma nova teoria que chamou-as de mônadas e, em aspectos gerais, esta diz que:

Mônada é uma substância simples que entra nos compostos. Simples quer dizer sem partes; as mônadas são consideradas átomos da natureza, isto é, elementos simples que compõem todas as coisas. Cada mônada é, no entanto, distinguível das outras, possuindo qualidades que variam unicamente por princípio interno, visto que, nenhuma causa exterior pode influir no seu interior. Não havendo partes em uma mônada, ela possui um detalhe múltiplo, isto é, envolve uma multiplicidade na unidade e expressa o universo sob um determinado ponto de vista. A necessidade de uma mônada se diferir de outra, é porque na Natureza nunca há dois seres perfeitamente idênticos.

Com isso, compreende-se pq seu espaço é heterogêneo, pois esta é sustentada pela total individualidade das Mônadas.

Vejamos como emerge à concepção leibniziana de idealidade (aparência) das relações espaciais (e temporais), cuja sistematização Leibniz passou a fazer a partir da quinta missiva. Leibniz começou por mostrar como as partes do espaço podem ser imaginadas idênticas:

As partes do tempo e do lugar, consideradas em si mesmas, são coisas ideais; e, portanto, elas assemelham-se perfeitamente umas às outras, como duas unidades abstratas. Mas isso não é assim com duas unidades concretas, ou com dois tempos reais, ou com dois espaços preenchidos, isto é, realmente atuais.

A própria noção de espaço emerge como uma abstração, primeiramente ao ser definido o conceito de lugar como espaço relativo – grosso modo, “conjunto de

coordenadas”, definidas a partir de um “sistema de referência” – e, em seguida, o conceito de espaço como a soma de todos os lugares:

Eu mostrarei aqui como os homens vêm a formar para si mesmos a noção de espaço. Eles consideram que muitas coisas coexistem e eles observam nelas uma certa ordem de coexistência, de acordo com a qual a relação de uma coisa com a outra é mais ou menos simples. Esta ordem é a sua situação ou distância. [...] E supondo-se, ou fingindo, que entre aqueles coexistentes existe um número suficiente deles que não tenham sofrido quaisquer mudanças; então nós podemos dizer que os coexistentes que têm uma tal relação com aqueles existentes fixos, como outros tiveram com eles antes, têm agora o mesmo lugar que aqueles outros tiveram.

E aquilo que compreende todos aqueles lugares, é chamado espaço. O que mostra que, com o objetivo de ter uma ideia de lugar, e conseqüentemente de espaço, é suficiente considerar essas relações e as regras de suas mudanças, sem necessidade de fantasiar qualquer realidade absoluta fora das coisas cuja situação nós consideramos.

Esta carta diz que não faz sentido fazer uso de designações espaço-temporais, tais como “esquerda e direita” ou “antes e depois”, pois tais designações não têm qualquer significado para além de meras aparências. Assim, pode-se compreender o pensamento leibniziano segundo o qual espaço – e, por extensão, tempo – não é mais que um sistema de ordenações elaborado a partir de pontos de vista, os quais constituem um aspecto particular do universo. Essa concepção é denominada, dentro da filosofia leibniziana, perspectivismo. Se transigirmos em utilizar uma linguagem moderna, é imediato observar que os conceitos de espaço e de tempo estão sendo definidos, nas citações acima, com base na noção de sistema de coordenadas, cujo emprego, no âmbito da física, consiste na condição necessária para se realizar descrições de objetos.

Quanto a concepção newtoniana de movimento absoluto, Leibniz escreve:

[...] A ficção de um universo material finito movendo-se para frente em um espaço vazio infinito não pode ser admitida [...] Porque, além de não haver nenhum espaço real fora do universo material, tal ação careceria de qualquer desígnio: seria agir sem realizar qualquer coisa [...]. Não aconteceria qualquer mudança que pudesse ser observada por quem quer que fosse. Essa são imaginações de filósofos que possuem noções incompletas, fazendo do espaço uma realidade absoluta. Meros matemáticos, que somente se resumem aos conceitos da imaginação, estão aptos a forjar tais noções; mas elas são destruídas por razões.

Nessa passagem, vê-se que o universo de Leibniz possuía a propriedade de extensão real e um sistema de relações atuais como lhe sendo constitutivos,

sendo possível restaurar, ainda que em caráter eminentemente hipotético, pelo menos um sentido segundo o qual tal física real seria possível.

Para o alemão, a descrição matemática – embora não corresponda a nada de real por si mesma – seria, no sentido estabelecido acima, uma forma particular de apontar para os objetos da realidade. E, seguindo por essa mesma linha de pensamento, permaneceria aberta também a possibilidade de acesso empírico, dada a estreita conexão entre matemática e experiência. Em um trecho de notável compromisso empírico, é o próprio Leibniz que estabelece que:

O autor [Clarke] replicaria agora que a realidade do movimento não depende de ele ser observado [...] Eu respondo, o movimento não depende realmente de ser observado, mas ele depende da possibilidade de ser observado. Não existe movimento quando não existe mudança que possa ser observada. E, quando não existe mudança que possa ser observada, não existe mudança de forma alguma.

O movimento absoluto, para Leibniz, seria uma propriedade adicional da realidade que, além de extensa, também apresentar-se-ia como dinâmica. Essa concepção pode ser depreendida em sua quinta missiva, onde Leibniz afirmou:

[...] O que é móvel deve ser capaz de mudar sua situação com respeito a alguma coisa mais e estar em um novo estado discernível do primeiro: de outra forma a mudança não é mais que ficção. Um [corpo] finito móvel deve, portanto, fazer parte de um outro [corpo] finito, tal que qualquer mudança que aconteça possa ser observada.

Uma das consequências dessa concepção de movimento é que ele guarda um caráter eminentemente global, pois não é mais o caso de se referir a movimentos reais apenas se reportando a uma parte do sistema. Essa é a essência do relativismo leibniziano: movimento é sempre uma mudança nas relações de distância entre todas as partes de um sistema global constituído por corpos.

No que se refere às concepções de espaço, entretanto, a consequência mais importante é a de tornar o espaço relacional um sistema de relações dinâmicas que, embora seja adventício, não corresponde a uma construção ideal e sim a uma parte genuína da realidade.

Leibniz é particularmente enfático quando procura estabelecer uma diferença entre espaço e matéria:

Eu não digo que matéria e espaço são a mesma coisa. Eu somente digo que não existe espaço onde não existe matéria; e que espaço em si mesmo não é uma realidade absoluta. Espaço e matéria diferem, assim como tempo e movimento. Entretanto, estas coisas, embora distintas, são inseparáveis.

Finalizo, assim, as trocas de correspondências entre Leibniz e Clarke.

As críticas do alemão ao conceito newtoniano de espaço absoluto não impediram que ele fosse aceito. Com a aceitação gradativa do sistema newtoniano e à medida que as teorias cartesianas rivais caíam em desgraça, o conceito de espaço absoluto, de Newton, se impôs como um pré-requisito fundamental da pesquisa em física.

## 2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresentamos no Capítulo 1 os principais conceitos de espaço da Antiguidade Clássica, antes de Aristóteles. O ponto mais importante era o conceito da matemática, criado por Pitágoras, que influenciou vários pensadores e é reconhecida até hoje como a linguagem universal da natureza. Com o objetivo de compreender melhor o porquê de vários autores irem contra a ideia Aristotélica de lugar e retomarem as ideias Pitagórica e Platônica, foi necessário abordar primeiramente as visões de mundo destes autores e também, mas não menos importante, sobre a origem do conceito de átomo, pois há aqueles que defendiam e repudiavam, porém, hoje se sabe que os átomos existem, sendo de extrema importância a abordagem desse tema no conceito de espaço. Toda esta abordagem foi realizada com o objetivo de entender as ideias renascentistas, já que apesar de muitos “cientistas” irem contra as ideias Aristotélicas, ao elaborar novos conceitos, muitos buscaram inspiração antes deste, sendo Platão e Pitágoras os principais autores e para alguns, o atomismo tendo uma enorme importância.

Temos que Aristóteles foi o grego de maior influência, pois suas teorias foram referência para os árabes e a Igreja Católica conseguiu conciliar seus escritos com a Bíblia, para assim poder ter um maior controle sobre aqueles que aceitavam o pensamento Aristotélico, ditando, assim, o que deveria ser estudado e a partir de então não aceitando outra teoria. No Capítulo 2 é apresentado a visão de vários autores, entrando em controvérsia com este grego, dando início ao declínio da teoria de lugar, no período chamado Renascimento, onde teve o resgate das ideias Platônicas, Pitagóricas e a discussão sobre a validade do atomismo.

Por fim, no Capítulo 3, falamos sobre um dos personagens mais importantes da história da ciência, Isaac Newton, e como ele conseguiu conciliar o espaço e o tempo, que foi apresentado em seu livro *Princípios Matemático da Filosofia Natural*, que trouxe ideias de seus antecessores, se baseando neles e por fim, elaborou as suas próprias teorias. Essas ideias foram exploradas na correspondência que Leibniz trocou com Clarke, na qual pode se concluir que uma nova visão foi instaurada a partir da década de 18, na qual o atomismo começou a ser aceito, e outras vertentes que não sejam aristotélicas, foram aceitas e não mais consideradas heréticas.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. A. Burtt, *As Bases Metafísicas da Ciência*. Editora Unb, 1983.
- [2] M. Jammer, *Conceitos de Espaço – A História das Teorias do Espaço na Física*. Editora Puc Rio, 2010.
- [3] L. R. Evangelista, *Perspectivas em História da Física*. Editora Ciência Moderna, 2011.
- [4] A. Koyré, *Do Mundo Fechado ao Universo Infinito*. Editora Forense Universitária, 2006.
- [5] I. L. Batista, *A Concepção Física de Espaço e o Ensino da Mecânica*. Universidade de São Paulo, 1993.
- [6] F. R. R. Évora, *Discussão Acerca do Papel Físico do Lugar Natural na Teoria Aristotélica do Movimento*, Universidade Estadual de Campinas, 2006.
- [7] F. R. R. Évora, *Natureza e Movimento: Um Estudo da Física e da Cosmologia Aristotélica*, Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- [8] A. Campos e É. C. Ricardo, *A complexidade do Movimento Local na Física Aristotélica*, Universidade de São Paulo, 2012.
- [9] A. M. M. Polito e C. M. M. Polito, *Natureza do Espaço em Leibniz e a Correspondência Leibniz-Clarke*, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.
- [10] C. M. Porto, *A Física de Aristóteles: Uma Construção Ingênuas?*, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2010.
- [11] A. Koestler, *O Homem e o Universo*, Editora Ibrasa, 2008.
- [12] “Série Reedição: Conceitos de Platão”. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=sNotryWJ-io&t=1628s>, último acesso em 02/04/2019.
- [13] Os Pensadores, *Newton- Leibniz*, Editora Nova Cultural, 1996.
- [14] Os Pensadores, *Pré-Socráticos*, Editora Abril Cultural, 1978.
- [15] W. Gomide, *Um diálogo entre Platão e Einstein*, Puc Rio, 2007.