

Daniel Augusto Barra de Oliveira
Cássia Araújo de Oliveira
(ORGANIZADORES)

BREVE HISTÓRIA DA CIÊNCIA SOB NOVA PERSPECTIVA

Daniel Augusto Barra de Oliveira
Cássia Araújo de Oliveira
(Organizadores)

BREVE HISTÓRIA DA CIÊNCIA SOB NOVA PERSPECTIVA



PALMAS-TO
2019

**Reitor**

Luis Eduardo Bovolato

Vice-reitora

Ana Lúcia de Medeiros

Conselho Editorial

Cynthia Mara Miranda (Presidenta)

Danival José de Souza

Idemar Vizolli

Ildon Rodrigues do Nascimento

Nilton Marques de Oliveira

Ruhena Kelber Abrão Ferreira

**Pró-Reitor de Administração e Finanças
(PROAD)**

Jaasiel Nascimento Lima

**Pró-Reitor de Assuntos Estudantis e
Comunitários (PROEST)**

Kherlley Caxias Batista Barbosa

Pró-Reitora de Extensão e Cultura (PROEX)

Maria Santana Ferreira Milhomem

**Pró-Reitora de Gestão e Desenvolvimento de
Pessoas (PROGEDEP)**

Elisabeth Aparecida Corrêa Menezes

Pró-Reitora de Graduação (PROGRAD)

Vânia Maria de Araújo Passos

**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação
(PROPESQ)**

Raphael Sanzio Pimenta

Prefeitura Universitária

João Batista Martins Teixeira

Procuradoria Jurídica

Marcelo Moraes Fonseca

Projeto Gráfico/Diagramação

Mota Produções

Imagens

<https://br.freepik.com>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Agência Brasileira do ISBN - Bibliotecária Priscila Pena Machado CRB-7/6971

106 p.

História, Ciência, Filosofia

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

SUMÁRIO

PREFÁCIO	9
INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1 – ANTIGUIDADE	13
Os Pré-Socráticos	13
Sócrates (469 a.C. ou 470 a.C).....	14
Aristóteles (384 a 322 a.C)	14
Filosofia	17
Platão (427 a 347 a.C)	17
Metafísica	18
Matemática	19
Tales de Mileto (624-546 a.C).....	19
Anaximandro (610-547 a.C)	20
Anaxímenes (588-524 a.C)	20
Heráclito (535 a 475 a.C).....	20
Pitágoras (570 a 490 a.C).....	21
Xenófanés (570 a 475 a.C).....	21
Parmênides (530 a 460 a.C)	21
Zenão (489 a 430 a.C).....	22
Melisso (470 a 430 a.C)	22
Empédocles (490 a 430 a.C)	22
Anáxagoras (500 a 428 a.C)	23
Euclides (330 a.C)	23
Ciências	23
Arquimedes (287 a 212 a.C)	23
Leucipo (Sec. V a.C) e Demócrito (460 a 370 a.C).....	24
Galeno (130 a 210 d.C).....	25
Física de Aristóteles	25

“Biologia” de Aristóteles	26
Referências	27
CAPÍTULO 2 – FILOSOFIA E CIÊNCIA.....	29
Referências.....	30
CAPÍTULO 3 – IDADE MÉDIA	31
Primeiras escolas e universidades.....	31
Química	33
Alberto Magno (1200 a 1280)	33
Geometria	33
Agricultura	33
A Idade Média achava que a Terra era plana	34
Física.....	34
Jean Buridan (1295-1358)	34
Calculadores de Merton College, de Oxford	35
Nicole d’Oresme (1323-1382)	35
Roger Bacon (Século XIII)	36
Biologia	36
Aécio de Amida (502 a 575)	36
Conhecimento técnico em geral	36
Referências.....	36
CAPÍTULO 4 – CIÊNCIAS VS RELIGIÃO.....	39
Isaac Newton (1643-1727)	41
Leibniz (1646-1716).....	41
Pascal (1623-1662).....	42
Francis Collins (1950 -...)	42
Referências.....	43
CAPÍTULO 5 – RENASCIMENTO.....	45
Filosofia.....	45
Física Renascentista	46
Nicolaus Copernicus (1473-1543)	46
Galileu Galilei (1564-1642).....	46
Carolus Clausius (1576-1612).....	47
Blaise Pascal (1623-1662).....	47
Leonardo da Vinci (1492 a 1519)	48
Paracelso (1493 a 1541)	48

Andreas Libavius (1540-1516).....	49
Robert Boyle (1627-1691).....	49
Referências	49
CAPÍTULO 6 – FILOSOFIA DAS MÔNADAS (FILOSOFIA E CIÊNCIA).....	51
Referências.....	52
CAPÍTULO 7 – IDADE MODERNA	53
Filosofia.....	53
Matemática e Física	53
Carl Friedrich Gauss (1777-1855).....	53
Isaac Newton (1643-1727).....	54
Leibniz (1646-1716).....	55
James Clerk Maxwell (1831-1839)	55
Biologia	56
Charles Darwin (1809-1892)	56
Gregor Johann Mendel (1822-1884).....	57
Pasteur (1822-1895).....	57
Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723)	57
Carlos Lineu (1707-1778)	58
Química	58
John Dalton (1766-1844).....	58
Lavoisier (1743-1794).....	58
A Alquimia	58
Referências	59
CAPÍTULO 8 – INÍCIO DO SECULO XX E XXI IDADE CONTEMPORÂNEA.....	61
Círculo de Viena.....	61
Popper (1902-1994)	62
O mecanicismo e o indeterminismo	63
Química	63
Alfred Nobel (1833-1896)	63
Fritz Haber (1868-1934).....	63
Linus Pauling (1901-1994).....	63
Niels Henrick David Bohr (1885-1922)	64
Biologia	64
James Dewey Watson (1928-)	64
Alexander Fleming (1881-1955).....	64

Física	65
Nikola Tesla (1856-1943).....	65
Marie Sklodowska Curie (1867-1934).....	65
Ernest Rutherford (1871-1937).....	65
Albert Einstein (1879-1955).....	65
Mecânica Quântica	66
Cientistas percussores da mecânica quântica	66
Max Planck (1858-1947).....	66
Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (1887-1961).....	66
Werner Karl Heisenberg (1901-1976).....	67
Max Born (1882-1970).....	67
Meados do Século XX e início do Século XXI.....	67
Projeto Genoma.....	67
Projeto Apollo.....	68
Projeto Manhattan.....	68
Modelo Padrão.....	69
Química Moderna	69
Peter Higgs (1929-....).....	69
Walter Kohn (1923-2016) e John A. Pople (1925-2004).....	70
Rupert Sheldrake (1942-....).....	70
O Prêmio Nobel.....	70
Referências	71
CAPÍTULO 9 – O REDUACIONISMO CIENTÍFICO	73
CAPÍTULO 10 – CIÊNCIA NO BRASIL	75
Dom Pedro II e a ciência no Brasil.....	75
Oswaldo Cruz (1872-1917).....	76
Carlos Chagas (1879-1934).....	76
César Lattes (1924-2005).....	76
O CNPq.....	77
A Capes.....	77
Ciência no Brasil	77
Filósofos brasileiros da ciência	78
Hilton Japiassu (1934-2015).....	78
José Bonifácio (1763-1838).....	79
Referências	79
SOBRE OS AUTORES	80

PREFÁCIO

Engendrar-se pelos caminhos frutuosos da história da ciência é descobrir o *modus operandi* do mundo que nos cerca. Existe uma ordem racional que pode ser perpassada por estruturas axiomáticas e conseqüentemente ser traduzida em leis empíricas? Essa é uma pergunta que tem percorrido a história humana sobre várias vertentes.

Traduzir a história da ciência é caminho penoso e arbitrário. Primeiramente, aqueles que se enveredarem nessa epopeia cairão indubitavelmente no conceito de ciência. Ciência é o estudo das causas como outrora escreveram os grandes filósofos da Antiguidade ou o apego irrestrito ao sensitivo positivista? O segundo ponto a ser destacado é a implacável propaganda ideológica à qual alguns historiadores submetem a história da ciência. Impelidos por critérios ideológicos, fazem da história da ciência a história de suas consciências comprometidas com vieses ideológicos.

Este livro tem o propósito primeiro de percorrer a história do pensamento sob a ótica da razão humana, demonstrando que o estudo das causas dos primeiros filósofos norteou a construção da ciência moderna. Esse caminho guiará o leitor aos elementos mais fundamentais da “ciência” despontando, por fim, nos atuais avanços tecnológicos da modernidade. Evidentemente este escrito não conseguirá abranger todos os ramos do conhecimento humano. O itinerário a ser seguido percorrerá desde a filosofia aristotélica até os avanços da ciência moderna em sentido popperiano da filosofia da ciência contemporânea, mais precisamente no racionalismo crítico de Popper. Os capítulos enfatizarão particularmente matemática, biologia, química e física, ciências fundamentais que dão suporte aos demais ramos do conhecimento. No entanto não faltarão contribuições de grandes engenheiros, médicos e demais cientistas que fizeram de sua vida luz sobre o entendimento do mundo natural.

Ademais, o livro apresentará discussões sobre temas como religião e ciência, reducionismo científico e endeusamento da ciência. O primeiro tópico versará sobre um tema cujo cerne pressupõe uma visão de certo modo preconceituosa e com forte viés ideológico. A ciência é em geral demonstrada por diversos autores como ferrenha opositora da religião, então há um capítulo para sanar essa visão míope do pseudo conflito propalado por muitos “advogados” da ciência. De certo modo, os parênteses trazidos pelo assunto anterior podem

também ser colocados para aqueles que reduzem os problemas do mundo à descoberta de partículas elementares e suas propriedades individuais. Do entendimento de uma molécula podem ser extraídos os problemas emocionais do indivíduo. Esse é um problema muito particular da “propaganda” científica de hoje. Há ainda aqueles que reduzem a realidade aos aspectos sensitivos construindo uma equação que iguala a ciência natural à realidade. De certo modo, esse aspecto remonta ao questionamento anterior acerca do reducionismo e perfaz de modo categórico certas ideologias modernas.

Enfim, esta obra advoga em favor de uma construção histórico-científica contínua ao longo da história da humanidade, indo de encontro às bibliografias que querem nos fazer crer que a ciência nasce no Renascimento com Descartes. Dessa forma, este livro tenta associar a ciência de cada época ao espírito filosófico vigente, pois a ciência sempre esteve caminhando junto com a filosofia.

No primeiro capítulo, há uma exposição dos primeiros filósofos, bem como suas contribuições para o pensamento ocidental. No segundo capítulo, revisitamos a Idade Média ressaltando as contribuições desse período esquecido da história. No Renascimento, expomos os principais nomes da história ocidental. Na Idade Moderna, caminhamos para a ciência empirista e positivista, destacando a revolução na física pelas mãos de Isaac Newton, embora esse cientista seja um pouco anterior à Revolução Francesa. Por fim, chegamos à Idade Contemporânea com as contribuições mais recentes para a ciência moderna.

O livro não conta somente a história da ciência, mas como a filosofia da época influenciou os grandes nomes da história científica. Há capítulos não históricos, com profícuas discussões filosóficas. Esses capítulos têm o propósito de acender no leitor questionamentos acerca de paradigmas tidos como verdades modernas. Esperamos sinceramente que o leitor se deleite nas páginas vindouras, abrindo sua mente para as mais surpreendentes descobertas da ciência.

O título do livro sublinha as linhas mais importantes desta obra. A palavra “breve” tem dois notórios significados. O primeiro, notadamente denotativo, se refere à delimitação do espaço temporal que a obra abarca. O exercício de criar fronteiras temporais no conhecimento humano leva à brevidade histórica. Há aqui um exercício de delimitação temporal dos acontecimentos mais importantes da história da ciência. Não queremos aqui menosprezar as demais épocas ou períodos históricos. A razão da delimitação temporal é simplesmente baseada na estruturação dos enunciados científicos que permeiam a sociedade ocidental. Há evidentemente pensadores importantes que não foram tratados nesta obra, porém pode-se dizer que eles apresentaram alinhamento ideológico ou metodológico com os que estão nela descritos. O livro não é o esgotamento do pensamento científico, mas sim um prelúdio que deve levar os olhares a navegar pela história da ciência. Em um segundo sentido, a brevidade pode se referir à filosofia dos antigos gregos reverberada no âmago dos pressupostos lógicos da nossa ciência moderna. E onde está a nova perspectiva? A novidade da obra é sublinhar o papel que as ideias filosóficas tiveram e têm na ciência. A ciência moderna não é resultado de experimentos e conjecturas lógicas, mas de pressupostos lógicos erguidos sobre a coluna grega dos grandes filósofos, diferentemente de outras obras que trazem o nascimento da ciência com o Renascimento Clássico.

Dr. Daniel Augusto Barra de Oliveira

INTRODUÇÃO

A estadia do homem no planeta Terra é relativamente recente. O universo conhecido tem 13,5 bilhões de anos. Nosso planeta tem 4,5 bilhões de anos e o *homo sapiens* em torno de 200 mil anos. Tempo diminuto diante da existência do universo, porém bastante promissor em termos de transformação da realidade.

Antes do homem, as reações bioquímicas e as transformações naturais balizavam a existência dos seres vivos e não vivos. Porém tudo mudou com o aparecimento do homem. A natureza nunca mais foi a mesma. O que outrora era regido pelas leis físico-químicas, agora se dobra ao poder manipulador do homem. Ele não se contenta em apenas subsistir diante de uma natureza equilibrada, mas a transforma com o intelecto ao traduzir as leis outrora escondidas. O intelecto humano fez do mundo um lugar diferente, um lugar propício ao desenvolvimento das mais sofisticadas técnicas e tecnologias.

A razão humana fez o homem entender a natureza de modo a controlá-la. O homem fez dos minérios oxidados na terra os maiores prodígios tecnológicos, propiciando até mesmo viagens interplanetárias com robôs. Da manipulação da natureza conseguiu extrair moléculas que propiciaram cura para as mais variadas doenças. Enfim, criou um universo próprio cujo funcionamento pode ser controlado. Quando o homem acendeu uma fogueira, não imaginava o quão poderosa seria sua jornada pela conquista da natureza. As conquistas humanas foram contínuas. Não houve lapso temporal inócuo para posterior ascensão de um conhecimento sobre a natureza. A evolução do conhecimento científico se deu quando os descendentes absorviam e melhoraram os conhecimentos anteriores dos seus antecedentes. O homem que vagava sobre a terra à procura de alimentos descobriu a agricultura, cuja técnica lhe permitiu ter um lar fixo, o que era propício para a realização de outros afazeres como a inquirição da natureza. Foram erguidas estruturas grandiosas como as pirâmides com o conhecimento dos sistemas de roldanas. Os minerais brutos foram fundidos para a produção de armas e instrumentos mais resistentes. No passado a natureza ditava as regras de sobrevivência, agora o homem pode ditar suas próprias regras a partir do entendimento da natureza. A filosofia dos filósofos gregos propiciou novo entendimento da realidade e os pressupostos lógicos da argumentação nasceram para tornar as ideias mais racionais. As invasões

a Roma desencadearam o nascimento de um mundo que Deus havia planejado com leis que subsistem à realidade. E nessa realidade nascem as universidades, o berço do conhecimento. Então, com o desenvolvimento do método científico moderno surgem os expoentes da ciência renascentista que modelaram o mundo com a descoberta das leis empíricas. O intelecto humano vislumbrou conquistas científicas benéficas, mas também as malélicas. Dessas também se desenvolvia o conhecimento científico. E, por fim, aquele homem que no início de sua existência se deslumbrava com o arder das chamas de uma fogueira, também se deslumbrava com o arder das chamas produzidas pelas naves que o levaram a conquistar a Lua. No início era uma visão poética, porém hoje é uma realidade épica. A evolução da ciência não obedece a uma ordem cronológica, todavia está de modo indelével associada à cultura de uma época. Não há cultura cuja curiosidade não produziu avanços na ciência. Em todos os momentos da história humana houve calorosos e produtivos debates sobre o porquê dos fenômenos físicos, químicos e biológicos. Desse modo, veremos como a filosofia dos gregos trouxe a lógica para a ciência ocidental.

E a Idade Média? Desfigurada por muitos autores, foi o berço das universidades europeias modernas, onde nasceram e nascem os grandes expoentes científicos da humanidade. E o que falar do Renascimento, quando Galileu aperfeiçoou o telescópio e conseguiu observar as luas de Júpiter. No mesmo ano que Galileu morre, nasce o expoente da mecânica clássica, Isaac Newton. A ciência de Newton norteou grandes avanços científicos e ainda gerou o modo de pensar mecanicista. Foi preciso esperar o século XX para que o determinismo newtoniano fosse contestado pela teoria quântica. E quanto aos cientistas que fizeram de sua ciência armas de guerra? Da antiguidade à modernidade existem exemplos notórios deles. Embora seja uma leitura da realidade natural, a ciência não é neutra. O axioma da neutralidade da ciência impossibilita a existência histórico-social do conhecimento. Dessa forma, esse ideal de ciência neutra não está livre dos interesses e paixões das investigações que conduz o cientista.

A ciência carrega a opinião e visão de seus idealizadores. Ela já foi utilizada para justificar a perseguição de raças como no nazismo. Foi usada também para desenvolver a guerra química na Primeira Guerra Mundial. Os mesmos “heróis” que revolucionaram a agricultura com o invento dos pesticidas foram aqueles que desenvolveram o gás mostarda na Primeira Guerra Mundial. Eivados pela Guerra Fria, os Estados Unidos enviaram o homem à Lua, propiciando grande avanço tecnológico.

Enfim, a ciência é a mais completa tradução dos sentimentos do homem diante de uma natureza complexa que precisa ser entendida. A ciência é capaz de modelar épocas, mudar costumes e paradigmas, porém continua a ser uma visão humana. Às vezes uma visão brilhante, capaz de perpetuar e salvar a vida das pessoas, outras vezes capaz de construir armas de destruição em massa. Em todos os sentidos, a ciência é o estudo das causas dos antigos filósofos, mas também segue o princípio da verificação e da falseabilidade de Karl Popper e o apego ao sensível dos positivistas. Ciência é a inquietação humana capaz de traduzir e moldar a realidade.

1

ANTIGUIDADE

Em certa medida, os primeiros cientistas conhecidos foram os filósofos gregos. Para eles, a ciência era o conhecimento das coisas em termos de causas adequadas ou razões e princípios. Faz-se importante destacar o termo “ciência”, pois, em termos estritamente modernos, a ciência possui outra conotação, como veremos em capítulos ulteriores.

Os Pré-Socráticos

Os pré-socráticos introduziram um novo modo de inquirir o mundo e o lugar do ser humano nesse mundo. Eles foram os primeiros filósofos e cientistas da tradição ocidental. A explicação desses primeiros filósofos ou físicos era destituída de todo o imaginário teogônico e cosmogônico, transformando as potências sobrenaturais em fenômenos naturais. O caráter positivo dos primeiros naturalistas deu ao mundo uma organização de forma “que aparece tão súbita e tão profunda que foi considerada inexplicável em termos de causalidade histórica [...]”. (VERNANT, 1998, p. 82)

Suas obras são conhecidas devido à constante citação de seus sucessores, como Sócrates e Aristóteles. Aristóteles descreve em sua obra *Metafísica* que Tales de Mileto foi um dos primeiros a procurar pelas causas e princípios. A tradição diz que Tales previu um eclipse solar em 585 a.C, introduziu a geometria na Grécia vinda do Egito e produziu algumas maravilhas da engenharia. Anaximandro relatou ter inventado uma esfera dos céus com aplicações astronômicas e cosmológicas.

Ainda se atribui a esse pensador o primeiro mapa do mundo habitado (ALGRA, 1995). Esses pensadores tiveram tanto interesse em questões cosmológicas quanto em abstrações que procuravam entender a origem e causa dos fenômenos. Quase todos os pré-socráticos tinham algo a dizer sobre a biologia. Diógenes e Empédocles mostraram grande interesse pela estrutura do corpo. A sobreposição entre a filosofia antiga e a medicina antiga é de crescente interesse para os estudiosos do pensamento grego antigo (LONGRIGG, 1963).

Sócrates (469 a.C. ou 470 a.C)

Sócrates nunca escreveu, mas o que conhecemos sobre seus argumentos está nas obras de Platão, nas quais se podem encontrar algumas das mais importantes ideias de sua filosofia. Destaca-se nessas ideias a reflexão sobre questões políticas, éticas e estéticas. Para Sócrates, a filosofia começa na razão humana e no conhecer-se a si mesmo.

A imagem de Sócrates na filosofia platônica aparece como marco da divisão entre o mundo sensível e o inteligível. O sensível caracterizado pelas opiniões, imagens, sentidos, hábitos, tradições e interesses que são traduzidos como ilusão ou cópia do mundo das ideias. Por outro lado, o mundo inteligível é designado como a essência invisível e verdadeira das coisas sensíveis. Diante da perspectiva socrática-platônica, a purificação do pensamento que acontece pelo trabalho da reflexão seria o caminho apresentado por Sócrates para se atingir a verdade universal e necessária. “Precisaria, creio, habituar-se para poder contemplar o mundo superior. De início, as imagens dos homens e dos objetos refletidos nas águas [...]” (PLATÃO, 1976, p. 288).

Pode-se entender que a ideia de bem e de belo é associada também ao inteligível, como no trecho a seguir:

[...] Quanto à subida para o mundo superior e a contemplação de que lá existe, se vires nisso a ascensão da alma para a região inteligível, não te terás desviado de minhas esperanças, já que tanto ambicionas conhecê-las. Só Deus sabe se está de acordo com a verdade. O que eu vejo pelo menos, é o seguinte: no limite extremo da região do cognoscível está a ideia do bem, dificilmente perceptível, mas que, uma vez apreendida, impõe-se de pronto a conclusão de qual é a causa de tudo, o que é belo e direito, a geratriz, no mundo sensível, da luz e do senhor da luz, como no mundo, inteligível é dominadora, fonte imediata da verdade e da inteligência, que precisará ser contemplada por quem quiser agir com sabedoria, tanto na vida pública como na particular (PLATÃO, 1976, p. 288).

Os diálogos de Sócrates com os discípulos são conhecidos em sua maioria por Platão e Xenofonte. No método da maiêutica, que possui três fases: ironia, depuração das ideias e definição delas, o filósofo fazia com que seus interlocutores expusessem suas ideias e depois os conduzia a um entendimento diferenciado de suas ideias iniciais. Esse método também foi conhecido como o parto de ideias.

Platão ressalta que Sócrates não recebia pagamento por suas aulas, por isso não era considerado um sofista. Em Sócrates surge a divisão entre pré-socráticos e pós-socráticos. Os pré-socráticos eram filósofos naturalistas que inquiriam a natureza como fundamento de todas as coisas, enquanto os pós-socráticos questionavam os fundamentos da natureza como pressupostos últimos dos homens. O que de fato postergou o legado do grande filósofo foram seus métodos de indagação da realidade via uso da razão.

Aristóteles (384 a 322 a.C)

O que sabemos sobre a vida de Aristóteles está em fontes indiretas e posteriores de seus discípulos. Nos escritos de Hermippus de Esmirna, encontram-se as informações mais

antigas sobre Aristóteles. Uma das características mais importantes do pensamento dele é o caráter de investigação empírica que adquiriu através das práticas de medicina de seu pai. Durante vinte anos permaneceu na academia de Platão e produziu vasto arcabouço intelectual.

O grande pensador nasceu em 384 a.C (Estagira, Calcídica, Grécia Antiga) e foi o primeiro a construir um conhecimento científico universal sobre a natureza, que pode ser perscrutada pelo reto uso da razão. Eivados dessa predisposição racional vamos engendrar o caminho do conhecimento percorrido pelo filósofo.

O primeiro passo a ser seguido quando adentramos nessa modalidade de conhecimento é verificar como a definição aristotélica de ciência e a demonstração estão relacionadas entre si. A fim de mostrar essa relação, é necessária uma breve revisão de lógica da natureza ou silogismo.

Diferentemente de Platão, Aristóteles concebe o problema da aparência e da essência posto por Heráclito e Parmênides. Para o filósofo, existem coisas mutáveis e imutáveis. Por substituição da dialética platônica, Aristóteles denominou de analítica o que se entende por lógica. A analítica ou lógica se traduz como “[...] um instrumento para o exercício do pensamento e da linguagem [...]” (CHAUÍ, 2013, p. 21).

A lógica aristotélica é compreendida como procedimento para atingir um conhecimento universal e necessário. Seu ponto de partida são as leis e os princípios do pensamento. A lógica aristotélica estuda os elementos formadores de uma proposição constituída por termos ou categorias que designam o que uma coisa é. Quais são as categorias? Substância, quantidade, qualidade, relação, lugar, tempo, posse, ação, posição e paixão. Cada uma delas exprime o que e como nós pensamos e dizemos.

Silogismo é uma estrutura lógica que contém dois termos conectados na premissa com um terceiro termo. O silogismo é toda proposição que enuncia a inclusão ou exclusão do predicado no sujeito, isto é, afirma que o atributo faz ou não faz parte do sujeito.

Essa demonstração apresenta um silogismo simples, como o exemplo a seguir:

Tudo que é espiritual (termo médio) é indestrutível (termo maior).
(premissa maior)

A alma humana (termo menor) é espiritual (termo médio).
(premissa menor)

Portanto a alma humana (termo menor) é indestrutível (termo maior). (conclusão)

O silogismo apresenta várias regras e dentre elas existem os termos maior, médio e menor, sendo que o termo médio nunca faz parte da conclusão. Se as premissas são negativas, nada resulta; porém, se as duas premissas são afirmativas, a conclusão não pode ser negativa.

A causa para a indestrutibilidade da alma humana é o fato de ela ser espiritual. Demonstração é então um silogismo no qual a demonstração causal é definida. Essa relação de causalidade está no conceito de ciência. Ciência é o conhecimento das causas próprias.

Diante dessa perspectiva, Aristóteles caracteriza dois tipos de silogismo, o dialético e o científico. No silogismo dialético, as premissas são hipotéticas; no silogismo científico, as premissas são apodíticas e não exigem refutação, mas admitem demonstração. Dessa maneira, pode-se ter como exemplo de silogismo científico os axiomas e os postulados (CHAUÍ, 2013).

Há, no entanto, tipos de demonstrações:

- *Demonstratio propter quid* – é a real definição do sujeito, provendo as reais razões ou causas de porque os atributos pertencem a tal sujeito.
- *Demonstratio quia* – O termo médio representa a real causa das coisas.

É importante definir alguns conceitos provenientes desse período cuja inexistência simplesmente inviabilizaria a ciência moderna. Dois desses conceitos são particularmente importantes, a indução e a dedução. Com a indução partimos de diferentes casos para se alcançar uma definição geral e a dedução é caracterizada por uma ideia verdadeira para se assegurar conclusões novas (CHAUÍ, 2013). Nesse caso, a dedução consiste em se chegar a uma verdade particular e/ou específica a partir de outra mais geral ou abrangente. Na indução, percorremos o caminho contrário: observando casos particulares, isolados, procuramos neles um padrão ou uma lei geral que explique todos os casos isolados análogos aos observados.

Outro conceito importante é o de primeiro princípio. Um princípio é aquele a partir do qual tudo flui de alguma forma. O princípio é a fonte, o ponto de partida. Princípios implicam origem ordenada, todavia não implicam dependência. Toda causa é um princípio, mas nem todo princípio é uma causa.

Exemplo:

A unidade é o princípio da aritmética. Para ter certeza da equação $2 + 1 = 3$, nós temos que analisar em unidades as unidades nela contidas. O conhecimento da unidade não está somente implícito no nosso conhecimento, ela deve ser expressa, pelo menos, no início da aritmética. A unidade é, portanto, princípio do conhecimento de aritmética.

Imaginemos uma ciência sem primeiros princípios. Imagine um estudante em busca de certo conhecimento através de causas que inicia seus questionamentos, não com primeiros princípios, mas com princípios que são de alguma forma derivados e relativos. Se os princípios secundários dependerem de um primário e o estudante deixa de explorá-los, é possível que a conclusão desenhada à luz dos segundos princípios deva ser revisada à luz dos primeiros princípios não analisados. Nada menos do que os primeiros princípios podem garantir certezas na ciência.

Essa ciência que estuda os primeiros princípios e causas foi provavelmente denominada de metafísica por Andrônico de Rodes no século I a. C para os escritos de Aristóteles que se ocupavam com os princípios supremos, com o Ser, com a substância e com Deus. A metafísica está no campo que Aristóteles designa de ciências teóricas, aquelas que se ocupam com o necessário, independente do fazer humano. Assim,

[...] Em vários sentidos pode-se dizer que uma coisa é. Num desses sentidos, Ser significa o que uma coisa é [...] Noutra, designa uma qualidade, uma quantidade ou outro atributo desse gênero. Embora “Ser” tenha todos esses sentidos, é evidente que o que primariamente “é” é a essência de alguma coisa [...] (ARISTÓTELES, 1969, p. 147).

Como a metafísica é a ciência das causas, Aristóteles estabelece a existência de quatro causas que ele determina como material, formal, eficiente e final. As causas materiais e formais são responsáveis pela constituição de todas as coisas e as causas eficientes e finais explicam como foram geradas as coisas e qual é a finalidade delas.

Aristóteles estudou de modo categórico a abstração e conferiu-lhe diversos graus. Esses graus também foram estudados pelos escolásticos medievais, como São Tomás de Aquino, grande estudioso do estagirita por assumir “[...] uma posição absolutamente original, corajosa e revolucionária. Optou por Aristóteles e seguiu a interpretação de Averróis, sem jamais abdicar da autonomia de suas próprias ideias [...]” (COSTA, 1993, p. 19). Foram caracterizados três graus abstrativos, três graus próprios da faculdade de abstração intelectual do ser humano. Há o reino da ciência física que lida com o material ou ser móvel em que o objeto é concebido na matéria do senso comum e depende do movimento, mas não do entendimento.

Para Aristóteles, as ciências físicas estão submetidas à mudança, mas estão também na classificação das ciências teóricas. O segundo tipo de ciência é a matemática, que lida com o ser quantitativo. Aristóteles classifica a matemática como ciência teórica ou contemplativa que não é submetida à mudança e o objeto é concebido em matéria inteligível comum. Todavia, o objeto depende do movimento para existir e não do entendimento. O terceiro tipo de ciência é a metafísica, que trata o ser enquanto Ser, e tem um objeto concebido sem referência à matéria e não tem dependência no movimento para ser ou para ser entendido. Todas essas ciências independem do fazer humano, porém dependem do estudo humano. Diante dessa prévia inicial cujo propósito é induzir o leitor a mergulhar na ciência antiga, vejamos as contribuições teóricas dessa época para a ciência moderna percorrendo os graus de abstração do conhecimento (JAQUES, 1959).

Filosofia

Todas as teorias dos pré-socráticos foram fortes influências para as ideias de Platão. As ideias de Heráclito e Parmênides são muito importantes para a dialética e a metafísica platônica, por isso a importância de falar um pouco de cada pré-socrático no sentido de reafirmar que eles estão presentes no fundamento das ideias de Platão e Aristóteles.

Platão (427 a 347 a.C)

Platão é um dos mais estudados e conhecidos filósofos ocidentais. Foi estudante de Sócrates e professor de Aristóteles. A enciclopédia de Filosofia de Stanford descreve o filósofo como “Um dos escritores mais deslumbrantes da tradição literária ocidental e um dos autores mais penetrantes, abrangentes e influentes da história da Filosofia”. Foi autor de *A República*, tratado político com viés político-filosófico que fundamenta a construção da cidade perfeita, justa e governada pelo rei-filósofo. Esse tratado influenciou fortemente a cultura ocidental. No livro, é apresentada a teoria das ideias, na qual Platão afirma que as ideias prevalecem sobre os sentidos. Para Platão, o conhecimento é uma crença justificada.

Para fazer a diferença entre os mundos, Platão considerou as concepções de Heráclito e Parmênides no que se refere à constituição das coisas e do mundo. Dessa forma, Platão designou a ideia de mutabilidade e dos contrários como construção do mundo sensível e a ideia de imutabilidade e eternidade como sustentação do mundo inteligível. Assim, a dialética platônica é a conjunção dos pensamentos de Heráclito e de Parmênides e pode ser traduzida no trecho a seguir.

As ideias ou formas inteligíveis, diz Platão, são seres perfeitos e, por isso, tornam-se modelos inteligíveis ou paradigmas inteligíveis perfeitos que as coisas sensíveis materiais tentam imitar imperfeitamente. O sensível é, pois, uma imitação imperfeita do inteligível: as coisas sensíveis são imagens das ideias, são Não-seres tentando inutilmente imitar a perfeição dos seres inteligíveis (CHAUÍ, 2013, p. 178).

A dialética platônica construída do pensamento oposto dos milesianos colabora com os alicerces da ciência moderna, porque é da dicotomia das ideias que o saber científico permite a evolução da opinião para o conceito ou essência das coisas. Essa passagem significa a purificação do intelecto e a superação da contradição do mundo sensível para atingir o mundo inteligível.

SENSÍVEL	INTELIGÍVEL
Imagens	Ideia
Mutável	Imutável
Opinião	Ciência
Aparência	Essência

O sensível e o inteligível representam o dualismo ontológico traduzido no esforço dialético como o objetivo de alcançar o princípio supremo e ascendente da realidade. É preciso considerar que a realidade se apresenta como uma ordem dividida entre aparências e essências, de um lado o mundo mutável, de outro o imutável, que pertence ao verdadeiro. O idealismo platônico surge quando responde aos problemas da unidade parmenidiana e a multiplicidade heraclitiana. Nesse sentido, “Superar a ruptura, o fosso que separa o sensível e o inteligível é o objetivo agora atribuído à filosofia. Depreciado, o sensível aqui embaixo não pode interessar ao conhecimento que deve dirigir-se para a identidade pura dos inteligíveis [...]” (ROGUE, 2007, p. 93).

Metafísica

A metafísica é o conhecimento mais abstrato, segundo Aristóteles, que forneceu pressupostos lógicos até hoje utilizados pela ciência moderna. O princípio da identidade formulado por Parmênides em seus estudos de lógica é autoevidente e determina que uma proposição seja sempre igual a ela. Disso pode-se afirmar que $A=A$. O princípio da não contradição afirma que uma proposição não pode ser falsa e verdadeira ao mesmo tempo. Não se pode propor que um triângulo possua dois lados e não três, por exemplo. O princípio do terceiro excluído afirma que ou uma proposição é verdadeira ou é falsa, e não há uma terceira opção viável. Essas proposições nascidas na antiguidade são até hoje utilizadas na programação de computadores e no desenvolvimento de axiomas matemáticos. Os quatro princípios racionais: da identidade, da não contradição, do terceiro excluído e da razão suficiente são condições do pensamento humano (CHAUÍ, 2013).

Matemática

De modo surpreendente a matemática conheceu notórios expoentes do conhecimento naquela época.

Tales de Mileto (624-546 a.C)

Com Tales de Mileto fica evidente a proximidade entre a filosofia antiga e a ciência natural. “A escola jônica com a qual se inicia na Grécia a pesquisa científica e filosófica introduz no mundo grego, com Tales, elementos da ciência caldaica e egípcia. É também chamada escola de Mileto, da pátria de Tales, Anaximandro e Anaxímenes” (MONDOLFO, 1971, p. 38).

Tales nada deixou escrito, mas foi a primeira pessoa a investigar os princípios básicos como a questão da origem da substância da matéria, por isso pode ser considerado o fundador da escola de filosofia natural.

Tales se interessou por quase todas as áreas do conhecimento, como filosofia, história, ciência, matemática, engenharia, geografia e política mostrando a proximidade entre ciência e filosofia. Ele propôs teorias para explicar muitos dos eventos da natureza, a primeira substância.

Tales iniciou a filosofia porque afirmou que a água era o princípio de todas as coisas. Essa proposição indicou na história da ciência ocidental que o elemento água é de onde as coisas surgem e para onde as coisas voltam e de como as coisas são formadas. Esse princípio ou origem de tudo foi designado pelos pré-socráticos de *physis* (REALE, 1993). A *physis* é entendida como a “realidade primeira originária e fundamental” (REALE, 1993, p. 48). Assim, Tales alcançou essa conclusão porque percebeu que a vida só existe a partir do elemento água e tudo retorna à água. A água está em tudo, a água move as coisas (MONDOLFO, 1971).

Então, pode-se afirmar que

[...] Tales é o mestre criador que sem fabulação fantástica começou a ver a natureza em suas profundezas se para isso se serviu sem dúvida da ciência e do demonstrável, mas logo saltou sobre eles [...] [...] Quando Tales diz: “tudo é água” o homem estremece e se ergue do tatear e rastejar vermiformes das ciências isoladas [...] (NIETZSCHE, 2008, p. 30-31).

Ele se envolveu bastante em problemas de astronomia e ao mesmo tempo proveu muitas explicações de eventos cosmológicos tradicionalmente relacionados com entidades sobrenaturais.

Tales propôs a igualdade de ângulos na base de triângulos isósceles e a noção de que o diâmetro divide o círculo em partes iguais. O diâmetro é uma reta que toca uma circunferência em dois pontos e passa pelo centro de um círculo.

Já o triângulo isósceles é aquele cujos dois lados possuem a mesma medida. Num triângulo ABC

Anaximandro (610-547 a.C)

Pode-se dizer que seu tratado *Sobre a Natureza* foi o primeiro escrito filosófico dos gregos e do ocidente. Defendia outra natureza da qual as coisas surgiam. Para esse filósofo, seria o ápeiron o princípio de todas as coisas, que pode ser entendido tanto quantitativamente no sentido de infinitos universos, quanto qualitativamente no sentido de indeterminado e ilimitado (REALE, 1993).

Todas as coisas nascem desse princípio, se constituem dele e são pelo ápeiron, pois o infinito ou ilimitado como fundamento do mundo é em Anaximandro a representação dos infinitos cosmos que nascem, morrem e renascem, como a fusão ou a cisão dos contrários que significam a origem dos corpos celestes. Do infinito “são gerados infinitos mundos e novamente separados por dissolução no princípio onde nascem” (MONDOLFO, 1971, p. 43).

Anaxímenes (588-524 a.C)

Defendia o elemento ar como princípio de todas as coisas e concordava com Anaximandro que o princípio é infinito, com a exceção da ideia que era indeterminado. Pelo contrário, Anaxímenes entendia que o ar era determinado, porém incorpóreo e invisível e que só podia ser perceptível na medida em que se tornava frio ou quente. Para Anaxímenes, o ar sustenta a vida e circunda o cosmo. A mutabilidade do ar provém de seu movimento assim como é a causa da própria mutação das coisas. No processo de transformação do ar, encontram-se os estados de rarefação e condensação das coisas.

Heráclito (535 a 475 a.C)

Heráclito foi o filósofo que aprofundou e inovou o pensamento de Tales, Anaximandro e Anaxímenes fazendo surgir a ideia que é o aspecto universal de mutabilidade das coisas (REALE, 1993). Para Heráclito, “Nada permanece imóvel, nada permanece em estado de fixidez e estabilidade, tudo se move, tudo muda, tudo se transforma, sem cessar e sem exceção” (REALE, 1993, p. 64). A ideia de mutabilidade e instabilidade de Heráclito pode ser lembrada no fragmento referente às águas do rio que lembra a constante mudança das coisas que por ele passam.

Com efeito, Heráclito, o obscuro, teologiza ao equiparar-se enigmaticamente e através de simbologias a potência e natureza, afirmando: ‘deuses mortais, homens imortais vivendo a morte destes, morrendo a vida daqueles’ e do mesmo modo: ‘nos mesmos rios entramos e não entramos, somos e não somos’ (COSTA, 2000, p. 105).

O fogo também é outra ideia que Heráclito tem como princípio por ser considerado como modelo permanente de mudança de todas as coisas. Da mesma forma que o fogo, o Lógos como razão e inteligência que governa todas as coisas. “A morte da terra é tornar-se água e a morte da água tornar-se ar e do ar fogo e vice-versa” (COSTA, 2000, p. 129).

Pitágoras (570 a 490 a.C)

O filósofo grego pré-socrático pode ter sido uma das mais brilhantes pessoas do mundo.

Os números e os elementos dos números eram o princípio para todas as coisas para os pitagóricos (assim os denominava Aristóteles) (REALE, 1993). As leis numéricas são as que determinam a realidade, a música, a natureza e o desenvolvimento da vida. Os números se constituem de elementos limitados e ilimitados. Pode-se dizer que os pitagóricos pensavam números como massa, figuras sólidas que ocupavam lugar no espaço.

Para os pitagóricos, existia um ilimitado vazio que representava um uno, que significava a causa das coisas e dos números. Ele próprio é indeterminado, mas o que gera é determinado. A ordem das coisas é assim estabelecida pelos números e pelas leis e elementos numéricos.

Enquanto a maioria das pessoas na época de Pitágoras afirmava que a terra estava no centro, os pitagóricos defendiam a ideia de que o centro da esfera era composto de fogo, pois “a terra, movendo-se como um dos astros em torno do centro, produz o dia e a noite, segundo a posição em que se acha em relação ao Sol” (MONDOLFO, 1971, p. 71).

Os pitagóricos caracterizavam os números de forma especial. Cada número para eles tinha um significado. O número 7 era o que representava o justo, a sabedoria e o intelecto é baseado no número 1, e o 10 é a origem de todos os números (REALE, 2002). Algumas vezes Pitágoras é representado como um homem de ciência, outras vezes como um pregador de doutrinas místicas.

A união do gênio da matemática e do misticismo é suficientemente comum. Pitágoras fundou em Crotona uma sociedade que foi ao mesmo tempo uma comunidade religiosa e mística. Em Crotona demonstrou que o quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos catetos (PITÁGORAS, 2018).

Xenófanos (570 a 475 a.C)

Esse filósofo defendeu a terra e a água como princípios (REALE, 1993) e negou o nascimento, a mudança e o movimento no cosmo, porém não negou as coisas que nascem do cosmo a partir de mudança, além de ter afirmado o princípio da mutabilidade do Ser, em que se diferencia dos eleatas. Foi o primeiro dos eleatas a afirmar a unidade do Ser.

Para Xenófanos, o Ser-Uno governa com o poder de sua mente e não se parece com os homens, mas é o maior entre deuses e homens (MONDOLFO, 1971). O filósofo acredita que as coisas que existem são compostas de terra e água e que todas as coisas desapareceriam se a terra fosse tomada pelo mar.

Parmênides (530 a 460 a.C)

A partir desse filósofo inaugura-se uma nova forma de pensar sobre o mundo no seguinte princípio: “O Ser é e não pode não ser; o Não-ser não é e não pode ser de modo algum” (REALE, 1993, p. 107). O Ser é afirmação e o Não-Ser é negação. Parmênides acreditava que pensar é pensar o Ser, pois pensar é idêntico ao Ser. A única coisa que é pensada e definida é o Ser.

Com essa afirmação Parmênides construiu os alicerces da ontologia ocidental através da oposição entre Ser e Não-Ser que Aristóteles desenvolvera como condição do pensamento epistêmico. O Ser de Parmênides é eterno, imperecível, imóvel, infinito, acabado e incorruptível, é o Ser do cosmo e de toda a realidade.

Zenão (489 a 430 a.C)

Os argumentos de Zenão também contribuem para o aparecimento da lógica ocidental, na medida em que deslocam a oposição ontológica do Ser e Não-Ser de Parmênides para o campo do uno e do múltiplo, negando, da mesma forma que Parmênides, o mundo dos fenômenos ou a aparência das coisas, pois considera a realidade fenomênica ilusória e impossível.

Zenão apresenta quatro tipos de argumentos que afirmam a ilusão do mundo dos sentidos. São eles: o argumento da dicotomia; o argumento de Aquiles; o argumento da flecha e o argumento do estádio (REALE, 1993). Todos os argumentos utilizados por Zenão consistiram na negação da ideia do múltiplo e na afirmação do uno.

Melisso (470 a 430 a.C)

Foi um sistematizador da doutrina eleata e introduziu o Ser como afirmação do infinito, do tudo, do incorpóreo, do inalterável, do imóvel e do uno. Melisso desconsidera a pluralidade do mundo dos sentidos assim como Parmênides e Zenão, pois acredita que os sentidos corrompem, são instáveis e, portanto, não dizem a verdade.

Pelo fato de considerar a eternidade e a infinidade do Ser, o filósofo afirma que não tem princípio e nem fim e que o Ser é a plenitude. O Ser é a totalidade, por isso não é mutável, e, portanto, não admite a existência do vácuo, para ele este se constitui do Não-Ser ou nada. (MONDOLFO, 1971)

Empédocles (490 a 430 a.C)

Diferente do eleatismo, o filósofo da escola da pluralidade afirmava que havia quatro substâncias que permaneciam eternas: fogo, ar, terra, éter e água (REALE, 1993) porque são indestrutíveis e representam o fundamento de todas as coisas. Esses elementos que constituem o princípio para Empédocles são inalteráveis. Dessa forma, tudo que existe ou é por mistura ou por separação dos quatro elementos.

O filósofo também concebia que a separação e a união desses elementos era causada pelo impulso de amor e ódio dado pelas forças cósmicas. Assim como a morte e a vida são causas da separação e da união entre os elementos, o ódio e o amor como forças contrárias predominam em formas de ciclo. O amor faz nascer e o ódio destruir; nesse sentido acontece a mistura e a separação dos elementos assim pensados por Empédocles que tanto se refletem no cosmo como no indivíduo. Então,

Os quatro elementos, diria Aristóteles, permanecem imutáveis na sua natureza e sofrem simplesmente uma relativa mudança quantitativa, tornando-se poucos, quando o amor os reúne para formar uma unidade, e tornando-se muitos, quando a discórdia os desagrega [...] (REALE, 2002, p. 24).

Anáxagoras (500 a 428 a.C)

O pensamento de mistura e separação não se resume aos quatro elementos, mas são infinitos, de acordo com Anáxagoras. O pensador entendia por infinitas as sementes ou homeomerias que faziam significar a multiplicidade das sementes como o infinito e o ilimitado que regiam o princípio do universo. A mistura das sementes era a forma originária da formação das coisas (REALE, 1993).

Embora essas sementes fossem constituídas de micro partes, elas se misturavam e cresciam de forma que pudessem ser divididas e, assim, formar as coisas que existem no mundo e o próprio mundo. “[...] cada coisa individual encontra-se ao infinito nos seus constituintes [...]” (REALE, 1993, p. 146). As homeomerias constituíam a origem das coisas e essa origem era impulsionada por uma inteligência divina.

Euclides (330 a.C)

Euclides é geralmente referenciado com o pai da geometria. Ele escreveu o mais importante livro-texto de matemática de todos os tempos, *Stoicheion*, o qual representa o cume da revolução matemática na época antiga.

Euclides escreveu sobre a divisão de figuras geométricas em suas partes a partir de raios. Ele também criou a chamada geometria euclidiana cuja resultante é o espaço euclidiano, imutável, simétrico e geométrico (HEATH, 1908).

Ciências

Não só de filosofia e matemática viveram os antigos, mas também de ciências empíricas, como demonstrado pelos pensadores a seguir.

Arquimedes (287 a 212 a.C)

Foi um matemático, astrônomo, engenheiro e inventor. Na física desenvolveu os fundamentos da hidrostática, tendo descoberto a lei do empuxo e da alavanca. Usou o método da exaustão para calcular a área sob um arco de parábola com uma soma infinita. Ainda desenvolveu a espiral que leva o seu nome.

Arquimedes esteve envolvido em uma controvérsia que foi sanada pelos seus conhecimentos de hidrostática. Hierão, rei de Siracusa, estava desconfiado de sua coroa. O

rei tinha dúvidas se a joia era realmente feita de ouro. Arquimedes já havia observado que quando um corpo é mergulhado em água há um deslocamento de água. A fim de solucionar o problema do rei, Arquimedes mergulhou a mesma quantidade de ouro da coroa e verificou o deslocamento de água. Depois repetiu o experimento com um pedaço de prata. O nível da água subia mais com a prata. Por fim, Arquimedes mergulhou a coroa e verificou que o deslocamento de água era maior que aquele da peça de ouro e menor que a de prata. O matemático concluiu que a coroa era uma mistura dos dois metais e desmascarou o artesão que a tinha feito. Hoje em dia sabe-se que o ouro é mais denso que a prata e por isso ocupa menos volume (JAMES, 1984).

Leucipo (Sec. V a.C) e Demócrito (460 a 370 a.C)

Sobre Leucipo e Demócrito têm-se escassas informações, porém a Demócrito são atribuídos numerosos escritos. Leucipo e Demócrito são considerados os primeiros atomistas na tradição grega. Esses dois antigos atomistas teorizavam que os dois constituintes fundamentais e característicos do mundo natural são corpos indivisíveis. O último constituinte era tido como o nada.

Os átomos são imutáveis por natureza. Eles só podem se mover no vazio e se combinar como um conjunto de átomos. Aristóteles tentou demonstrar que a motivação para a teoria atômica de seus antecessores era responder a um questionamento metafísico sobre a possibilidade de mudança e multiplicidade do ser.

Demócrito e Leucipo, porém, postulando as figuras, delas fazem resultar a alteração e a geração, sendo a geração e a corrupção explicadas pela sua associação e separação, e a alteração pela sua posição e ordem. Uma vez que acreditavam que a verdade reside na aparência sensível, e que as aparências são contrárias e inumeráveis, conceberam as figuras como sendo inumeráveis, pelo que é devido a mudanças do composto que a mesma coisa parece contrária a uma e a outra pessoa, e é transmutada por pequeno que seja o que se lhe misture, e pode parecer completamente diversa devido à transmutação de um único constituinte — pois é com as mesmas letras que se compõe uma tragédia e uma comédia. Por conseguinte, se se supuser que qualquer corpo, qualquer que seja o seu tamanho, é totalmente divisível, serão estas as consequências. Além disso, se eu reconstituir um pedaço de madeira ou algum outro corpo que tenha dividido, ele voltará a ser igual e uno. Será claramente assim, qualquer que seja o ponto em que eu corte o pedaço de madeira. Este é, portanto, totalmente divisível em potência. O que há [na madeira], então, além da divisão? Se houver alguma afecção, como poderá [o pedaço de madeira] decompor-se em afecções e gerar-se a partir delas? Ou como podem elas estar separadas? Em consequência, se é impossível que as grandezas sejam constituídas por contatos ou por pontos, terão necessariamente de existir corpos e grandezas indivisíveis (RASHED, 2005, p. 99).

“Os átomos são a fragmentação do Ser-Uno eleata em infinitos seres unos” (REALE, 1993, p. 153). Na multiplicidade do uno se pode afirmar a unidade do Ser-Uno. O Uno como Ser é visto através dos múltiplos. Esse múltiplo do Ser-Uno seria o fundamento do mundo fenomênico.

O átomo pensado por Leucipo e Demócrito é no sentido de fundamento e origem; constitui-se como uma ideia que apenas o intelecto consegue captar, já que ele é indivisível, pois está além do mundo fenomênico e se constitui na substância do Ser e da individualidade. Os átomos originam todas as coisas e estão em eterno movimento.

Demócrito afirmava que “O corpo humano, como todas as outras coisas, é constituído de um encontro de átomos” (REALE, 1993, p. 159). Para Leucipo e Demócrito, os átomos do pensamento precisam ser privilegiados e cuidados. Denominavam os átomos de contínuo fazendo deles a possibilidade de não divisão e que se diferenciam apenas por sua forma, ordem e posição (MONDOLFO, 1971).

Galeno (130 a 210 d.C)

Galeno foi um escritor, médico e filósofo. Ele defendeu a experimentação em suas pesquisas. Suas obras foram extensivamente usadas até o início do século XVII. Nessas obras defendia a prática de dissecações em animais e análise anatômica. O médico da antiguidade foi um precursor no estudo da fisiologia. Aplicando seus conhecimentos de anatomia e fisiologia, postulou que as artérias transportavam sangue e não ar como era aceito na época. Relatou também a estrutura da caixa craniana e descreveu o sistema muscular. Galeno conseguiu associar o rim com a secreção da urina (NUTTON, 1973).

Física de Aristóteles

É a ciência que trata dos princípios gerais dos entes naturais. É o estudo do movimento e de tudo que pertence à natureza. Na tradição grega, a física tratava de tudo que existe no universo: os astros, a matéria inerte, as plantas, os animais e o homem. Para os jônios, a expressão *physie ónta* significava que as coisas provêm e se fundamentam na *physis* “princípio natural, eterno e imperecível, gerador de todos os seres, de onde tudo vem e para onde tudo vai” (CHAUÍ, 2013, p. 41). É a causa natural contínua e imperecível da existência de todos os seres e de suas transformações. Não pode ser conhecida pelos sentidos, mas apenas pelo pensamento que se fundamenta em sua própria entidade. A física é o princípio de todas as coisas.

A física trata de um conjunto de princípios gerais atinentes à totalidade das ciências, fundamentalmente do mundo corpóreo, ou seja, daqueles princípios dos quais não se pode compreender a realidade. Dessa forma, Aristóteles estudou as substâncias pertencentes ao mundo físico, tanto as terrestres como as celestes, o movimento local, assim como a mutação da geração e a corrupção. O filósofo analisa dois tipos de movimento: acidentais e substanciais. Os substanciais estão de acordo com o que Aristóteles designa por substância.

[...] de que se predica tudo mais, mas que não é predicado de nenhuma outra coisa. Por isso devemos começar por determinar a sua natureza, porquanto aquilo que constitui o fundamento primeiro de uma coisa é o que se julga ser, na mais legítima acepção, a sua substância [...] (ARISTÓTELES, 1969, p. 149).

A substância ou essência se refere àquilo que Aristóteles designa como definição e princípio das coisas como está exposto na metafísica:

[...] Ora, nós falamos de causas em quatro sentidos: no primeiro nos referimos à substância, isto é, à essência (aqui, o porquê se reduz finalmente a definição, e o último porquê é uma causa e um princípio); no segundo, é a matéria ou substrato; no terceiro, é a origem da mudança; e no quarto, a causa contrária a esta, a finalidade e o bem (pois este é a finalidade de toda a geração e de toda mudança) [...] (ARISTÓTELES, 1969, p. 41).

Ao contrário dos movimentos substanciais, sobre os acidentais, Aristóteles assim se expressa:

Os predicados e os termos de que podemos fazer uma afirmação, mas que são acidentais, já em relação ao sujeito, já em relação um ao outro, esses não podem ser combinados em unidade, por exemplo: o homem é músico e branco. Branco e músico não podem formar uma unidade, pois só por acidente ambos pertencem simultaneamente ao mesmo sujeito. E ainda que fosse verdadeira a afirmação de que o branco é músico, os termos músico e branco ainda não formariam uma coisa una, pois é por acidente que os termos branco e músico se combinam para formar uma unidade [...] (ARISTÓTELES, 1987, p. 150).

Aristóteles introduz ainda o conceito de potência e ato em que concebe a potência representada pela capacidade de se realizar em ato, enquanto ato é a realização da matéria. Todas as formas ou matérias das substâncias sensíveis são ato, então ato é o objetivo da potência. Acerca do Ser, pode-se dizer que está em ato ou potência (GUILLERMO, 1995).

“Biologia” de Aristóteles

Inserimos aspas no título desse tema, pois a biologia que conhecemos hoje estava inserida na “Física” de Aristóteles que, como já citado, estudava todas as realidades do universo. Em seu livro de física, Aristóteles trata de assuntos como a classificação, o movimento e a origem dos animais. No capítulo sobre origens dos animais, Aristóteles escreve sobre o modo reprodutivo de algumas espécies. Para o filósofo,

Alguns animais vêm da união de machos e fêmeas, ou seja, todos esses tipos de animais têm dois sexos [...] Os animais têm sexos para gerar descendentes [...] A Natureza voa do infinito, para o infinito é interminável ou imperfeita, e a Natureza sempre procura um fim (ARISTÓTELES, 2009, p. 52).

As investigações empíricas de Aristóteles na ilha de Lesbos suscitaram uma série de pesquisas sobre a vida marinha e outras formas de vida animal. Por conseguinte,

[...] O fato de que Aristóteles tivesse tido um aprendizado de investigação científica, principalmente como biólogo deu-lhe [...] a maravilhosa adaptação dos organismos animais e marinhos a seu meio ambiente, o caráter clássico e original dos gêneros e espécies do mundo subumano [...] (MORRAL, 1985, p. 185).

Assim, mostramos a importância da filosofia para o desenvolvimento da ciência. No próximo capítulo, buscaremos desmistificar a dicotomia que muitos dizem existir entre ciência e filosofia para o entendimento da realidade do mundo natural com um texto que convida à reflexão.

Referências

- ARISTÓTELES. **Metafísica**. Tradução de Leon Vallandro. Porto Alegre: Globo, 1969.
- _____. **Órganon**. Tradução de Piranhanda Gomes. Lisboa: Guimarães editores, 1987.
- _____. **Sobre a geração e a Corrupção**. Lisboa: Biblioteca de Autores Clássicos Edição, Imprensa Nacional-Casa da Moeda Concepção gráfica, 2009. p. 52-53.
- _____. Física. Século IV a.C. Disponível em: <http://ww1.librodot.com/>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- ALGRA, K. **Concepts of Space in Greek Thought**. In: *The Beginnings of Cosmology*. Leiden: E.J. Brill, 1999. p. 45-65.
- BERRYMAN, S. Ancient Atomism. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/atomism-ancient/>. Acesso em: 20 jan. 2019.
- CHAUÍ, M. **Iniciação à filosofia**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013.
- COSTA, J. S. **Tomás de Aquino: A razão a serviço da fé**. São Paulo: Moderna, 1993.
- COSTA, A. **Heráclito**: fragmentos contextualizados. Rio de Janeiro: Difel, 2000.
- EUCLIDES. The History of Mathematics. Disponível em: http://www.storyofmathematics.com/hellenistic_euclid.html. Acesso em: 13 ago. 2018.
- GUILLERMO, R. E. **En su Introducción a la Física**. Prólogo Física de Aristóteles. Madrid: Gredos, 1995. n. 203, p. 10.
- HEATH, T. L. **Euclid and the Traditions About Him**. In: *Euclid, Elements*. Cambridge: University Press, 1908. p. 1-6.
- JQUES, M. **The Degrees of Knowledge**. Tradução de Gerald B. Phelan. New York: Charles Scribner's Sons, 1959. p. 35-36.
- JAMES, G. **A Short History of Greek Mathematics**. [s.l]: Cambridge at University Press, 1884.
- LOWY, M. **As aventuras de Karl Marx contra o barão de Munchhausen**: marxismo e positivismo na sociologia do conhecimento. Tradução de Juarez Guimarães e Suzanne Felicie Lewy. São Paulo: Busca vida, 1987.
- MORRAL, J. B. **Aristóteles**. Tradução de Sérgio Duarte. Brasília: UNB, 1985.
- MONDOLFO, R. **O pensamento antigo**. Tradução de Lycurgo Gomes de Motta. São Paulo: Mestre you, 1971.
- NIETZSCHE, F. **A filosofia na época trágica dos gregos**. Tradução de Maria Inês Madeira de Andrade. Lisboa: Edições 70, 2008.

NUTTON, V. **The Chronology of Galen's Early Career**. Cambridge: *Classical Quarterly* 23, 1973.p. 158-171.

PLATÃO. **A República**. Tradução de Carlos Alberto Nunes. Belém: Globo, 1976.

PITÁGORAS. Internet Enciclopédia de Filosofia. Disponível em: <http://www.iep.utm.edu/pythagor/>. Acesso em: 2 out. 2018.

RASHED, M. **Aristote**. De la génération et de la corruption. Paris: Les Belles Lettres, 2005.

REALE, G. **História da filosofia antiga**. Tradução de Marcelo Perine. São Paulo: Loyola, 1993, v. 1.

_____, G. **Aristóteles Metafísica**. Tradução de Marcelo Perine. São Paulo: Loyola, 2002. v. 3.

ROGUE, C. **Comprender Platão**. Tradução de Jaime A. Clasen. Petrópolis: Vozes, 2007.

SMITH, R. Aristotle's Logic. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.). Disponível em: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/aristotle-logic>. Acesso em: 30 nov. 2018.

SPINELLI, M. **Filósofos Pré-Socráticos**. Primeiros Mestres da Filosofia e da Ciência Grega. 2. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 273-34.

TALES, D. M. Internet Enciclopédia de Filosofia. Disponível em: <http://www.iep.utm.edu/thales/>. Acesso em: 2 out. 2018.

VERNANT, J. P. **As origens do pensamento grego**. Tradução de Isis Borges B. da Fonseca. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

2

FILOSOFIA E CIÊNCIA

Alguns cientistas modernos, como Stephen Hawking, afirmaram que a filosofia morta está diante da nova ciência, capaz de modelar a realidade do universo (HAWKING; MLODINOW, 2011). Todas as perguntas suscitadas pela filosofia estariam sanadas pela estrutura da ciência moderna. A primeira indagação acerca dessa afirmação é: qual é o conceito de ciência? Trata-se de um conceito estritamente filosófico. Adentrar no domínio do sensível como medida da ciência eliminaria muitas das teorias modernas daqueles propagadores do fim da filosofia. Teorias como a das supercordas e multiversos não são tangíveis pelo sensível e não se encaixam na verificação e falseabilidade de Karl Popper, portanto não seriam consideradas ciência no estrito conceito moderno (GEORGE; SILK, 2014). O próprio Karl Popper, ao definir o que é ciência, reduz todas as teorias à falseabilidade, como se todas as teorias fossem hipotético-dedutivas. Afinal, como a filosofia e a ciência caminharam e caminham ao longo da história da humanidade?

A física aristotélica era uma atividade teórica qualitativa que visava ao conhecimento da essência das coisas e tratava de buscar as causas dos fenômenos. Por outro lado, tínhamos a filosofia da natureza que se ocupava do domínio sensível. A matemática, para Aristóteles, era uma disciplina abstrata. Os pitagóricos sustentavam que a matemática era a mãe de todas as ciências, como hoje fazem os cientistas modernos. Platão enfrentava o problema afirmando que não existia realidade material em um único ponto que não possuísse dimensões. Aristóteles aceitava que o objeto da matemática não correspondia à matéria sensível (CARLOS, 2013). Esse é exatamente o embate descrito na Nature (GEORGE; SILK, 2014) acerca das teorias das cordas e dos multiversos, teorias da física-matemática que pretendem estender à realidade matemática a realidade sensível. A física-matemática aplica a matemática para descrever as medições que traduzem os dados empíricos. Todavia não alcançará jamais uma representação exata de seu objeto pela razão descrita a seguir.

O corpo estudado está definido geometricamente, seus lados são verdadeiras linhas sem espessura, seus pontos não têm dimensões; as diferentes longitudes e ângulos que determinam sua figura são conhecidos com exatidão, a cada ponto deste corpo corresponde uma temperatura e a temperatura de cada ponto não pode ser confundida com nenhum outro número. Em oposição a este fato teórico situemos o fato prático traduzido por ele. Aqui já não vemos nada da precisão que acabamos de estabelecer. O corpo já não é um sólido geométrico, é bloco concreto. Por mais afiadas que sejam as suas bordas, nenhuma é interseção de duas superfícies; elas se parecem mais ou menos arredondadas ou dentadas [...] (DUHEM, 1991, p. 133).

Quanto mais perfeitos são os instrumentos de medição e mais estreitos os limites, mais eles se fazem tão estreitos que se desvanecem”, em acordo com a resposta de Aristóteles a Zenão (CARLOS, 2013, p. 27).

Então voltemos ao início do questionamento sobre como caminham a ciência e a filosofia. Koyrë mostra que os “cientistas-filósofos” medievais foram os iniciadores do método experimental, inclusive das ideias de verificação e falseabilidade das teorias. Mas para isso tiveram que seguir o modelo fixado pelos gregos que se deve principalmente a Aristóteles quando trata do problema da ciência em suas *segundas analíticas* (KOYRË, 2011, p. 59).

“Todo método científico implica uma base metafísica” (KOYRË, 2011, p. 62). Nesse sentido, podemos dizer que a filosofia é o aspecto que determina a estrutura da ciência, as revoluções científicas são teóricas e o resultado delas não se limita aos dados da experiência, mas a um pensamento sobre esses dados. A tecnologia científica é um fenômeno das realizações práticas e teóricas. “A invenção do telescópio é resultado do desenvolvimento da teoria” (KOYRË, 2011, p. 69).

Referências

CARLOS, A. C. **Física e Realidade**, Reflexões Metafísicas Sobre a Ciência Natural. Tradução de D. M de Paola. [s.l.]: Vide Editorial, 2013.

DUHEM, P. **The Aim and Structure of Physical Theory**. Princenton: Princenton Library, 1991. p.133-134.

GEORGE E.; JOE S. Scientific method: Defend the integrity of physics. Nature. 2014. Disponível em: <https://www.nature.com/news/scientific-method-defend-the-integrity-of-physics-1.16535>. Acesso em: 20 set. 2018.

HAWKING, S.; MLODINOW, L. **O Grande Projeto**. Estados Unidos: Novas Fronteiras, 2011.

KOYRË, A. **Estudos de história do pensamento científico**. Tradução de Márcio Ramalho. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2011.

3

IDADE MÉDIA

“Deus dispôs tudo com medida, quantidade e peso”

(Sabedoria 11,21).

A Idade Média é o período histórico mais difamado da história da ciência. São categóricas as insinuações sobre a obscuridade científica nesse período da humanidade, denotado muitas vezes como idade das trevas. Para muitos autores, a ciência começa no Renascimento. É como se houvesse um período de escuridão que se iniciou com a queda de Roma e a invasão dos bárbaros no século V. Todavia essa mentalidade tem mudado substancialmente nos últimos anos, principalmente pelo fato de os pressupostos do método científico terem sido desenvolvidos de modo peremptório nesse período histórico. As universidades, que são os centros dos estudos mais elevados, nasceram e se desenvolveram na Idade Média. A conciliação entre a fé e a razão é vivenciada no dia a dia das universidades. A Igreja Católica se torna a principal mantenedora do marco civilizatório após a queda de Roma (JUNIOR, 2008).

Primeiras escolas e universidades

Carlos Magno, considerado como o mais importante rei dos francos, assumiu o trono em 768 e encarregou o monge inglês Alcuíno de elaborar uma reforma na educação europeia, guardando os conhecimentos clássicos após as invasões bárbaras.

Desse modo, a Igreja ficaria responsável tanto pelas escolas monacais quanto pelas escolas catedrais. A maioria das universidades nos séculos XII e XIII surgiu precisamente de escolas ligadas às catedrais e funcionavam sob jurisdição eclesiástica.

O ensino medieval inicial era baseado nas artes liberais, uma metodologia de ensino da Idade Média cujo conceito foi herdado da antiguidade clássica. Dessa forma, não é possível subestimar o plano de estudos construído pelos jesuítas para o desenvolvimento do *Ratio Studiorum*, que resgata os autores da Antiguidade Clássica e a importante divisão das áreas de conhecimento feita pela Companhia de Jesus que demarcou a educação medieval (FRANCA, 1952). Referiam-se aos ofícios, disciplinas acadêmicas praticadas por homens livres. As disciplinas eram compostas por:

- *Trivium*: lógica, gramática e retórica.
- *Quadrivium*: aritmética, música, geometria e astronomia. Podemos perceber que

O estudante das Artes começava a vida escolar aos quatorze anos, participava de um regime de estudo flexível com grande liberdade individual e vencida em primeiro os três caminhos do *trivium*, mais tarde descritos por Pedro Abelardo (1079-1142) como os três componentes da linguagem. Para Hugo de São Vítor (1096-1141), no “*Didascálicon*”, a Gramática é a ciência de falar sem erro. A Dialética é a disputa aguda que distingue o verdadeiro do falso. A Retórica é a disciplina para persuadir sobre tudo o que for conveniente. De fato, uma vez vencido o desafio da mente, o *trivium*, o estudante medieval, lá pelos vinte anos passava ao *quadrivium*, o mundo das coisas, se pudesse e quisesse, para a educação liberal superior, que, na época, se resumia a Teologia, Direito Canônico e Medicina, as faculdades das universidades do século XIII. As profissões de ordem artesanal, como construção civil, não eram liberais, mas associadas às corporações de ofício, como a dos mestres construtores (MIRIAM, 2015, p. 15).

O estudo do mundo natural estava ligado à filosofia natural. Roger Bacon passa a valorizar a experimentação como meio de entender a realidade. Ele pode ser considerado um dos precursores da ciência moderna, em que a descrição e a verificação do experimento são a base do entendimento da realidade (CROMBIE, 1953). William de Ockham, ou Guilherme de Ockham, que representou o terceiro período da escolástica entre os séculos XIV ao XV e que marcou a decadência da filosofia medieval, por exemplo, entendia a filosofia como uma tentativa de descrição das coisas que podem produzir um conhecimento real. Dentre as contribuições de Ockham, podemos destacar o conhecido método da Navalha de Ockham, que é assim descrito: “Se há várias explicações igualmente válidas para um fato, então devemos escolher a mais simples. Isso deveria levar a um declínio em debates infrutíferos e mover a Filosofia Natural em direção ao que hoje é considerado Ciência” (BOEHNER, 1990).

Para o homem medieval, não havia a distinção atual entre ciência e filosofia. A filosofia era a fonte do conhecimento racional capaz de perscrutar a realidade tangível do mundo sensível e insensível. Por essa razão, o estudo da filosofia é em si mesmo justo e elogiável, por causa da veracidade que os filósofos buscam e acabam por descobri-la em Deus (AQUINO, 1265). É interessante notar que o ato de inquirir a realidade não afetava de modo algum a excelência divina, fato este demonstrado por Tomás de Aquino na sua *Suma Teológica* como descrito a seguir.

São Tomás reconhece que a natureza, objeto próprio da filosofia, pode contribuir para a compreensão da revelação divina. Deste modo, a fé não teme a razão, mas solicita-a e confia nela. Como a graça supõe a natureza e leva-a à perfeição, assim também a fé supõe e aperfeiçoa a razão (TOMÁS, 2006, p. 30).

A relação entre fé e razão era tão evidente que o filósofo escolástico demonstra as vias de conhecimento de Deus através de provas racionais.

No mesmo sentido, caminhou a interpretação da Ética de Aristóteles por São Tomás de Aquino, em que a felicidade, o ideal humano, é elevada à ordem do sobrenatural e está necessariamente em Deus. São Tomás de Aquino defende o caminho da razão como a melhor maneira de preencher o ideal humano de felicidade. Por essa razão, podemos dizer que

[...] A felicidade consiste na posse e fruição do bem. Ora, a posse do bem se dá pelo conhecimento, cabendo à vontade a fruição do mesmo. Assim, também, no âmbito da revelação, são mantidos os princípios especulativos da filosofia aristotélica segundo os quais a inteligência é a faculdade humana superior e mais perfeita, devendo a felicidade estar diretamente relacionada com a sua atividade (COSTA, 1993, p. 69).

Química

Antes do ano 1.000, já se produzia o álcool destilado do vinho, que era geralmente preparado nos mosteiros pelos monges. Nos séculos XII e XIII, já tinham sido descobertos alguns elementos químicos como amoníaco, ácido nítrico, ácido sulfúrico e alúmen. Vejamos alguns autores medievais que se enveredaram pelo caminho da química.

Alberto Magno (1200 a 1280)

Um dos grandes estudiosos medievais na área da química foi Alberto Magno. Esse frade dominicano medieval escreveu um tratado de mineralogia, *De Mineralibus*, em que discutia o poder das pedras. Também foi autor de livros sobre química, como o *Theatrum Chemicum*, que na verdade era um ensaio sobre alquimia. Devido ao seu legado científico, ficou conhecido como *Doctor Universalis* pelos seus contemporâneos (WEISHEIPL, 1980).

Geometria

No *Caderno de Anotações*, de Villard de Honnecourt, há escritos sobre a geometria vivenciada na Idade Média. Há trechos com um desenho representando uma cabeça de homem cercada por uma retícula invocando a simetria. “O comprimento do rosto é determinado da seguinte maneira: um terço é a distância entre a parte de baixo do queixo e a parte inferior das narinas”. O segundo terço da mesma dimensão, vai desde a parte inferior do nariz até uma linha que passa entre as duas sobrancelhas. “O terceiro terço vai desde as sobrancelhas até à raiz dos cabelos e compreende a testa” (BECHMAN, 2001, p. 45).

Agricultura

A expansão agrícola dos séculos XI e XII conheceu o alvorecer de um conjunto de práticas camponesas que atingiu os campos franceses desde a época neolítica até a revolução agrícola dos tempos modernos. O cultivo da vinha na França, na Áustria e na região do Reno e Mosela se deve muitíssimo aos monges. Até o século XIX e quase até nossos dias muitas propriedades rurais foram exploradas segundo os princípios estabelecidos pelos monges medievais (GERD, 1966, p. 143).

A Idade Média achava que a Terra era plana

Rudolf Simek (Heaven and Earth in the Middle Ages: The Physical World Before Columbus) contradiz com muita propriedade e documentação a ideia de que, na Idade Média, com base na Bíblia, se imaginava que a Terra fosse plana. O livro de astronomia mais conhecido nas universidades medievais era o *Liber de Sphaera (Tratado sobre a Esfera)*, escrito pelo inglês Jean de Sacrobosco na primeira metade do século XIII. O autor descreve as bases da geometria e da astronomia, demonstrando com provas evidentes que a Terra e os demais corpos celestes eram esféricos.

Que a Terra também é redonda assim parece. Os signos não surgem e se põem igualmente para todos os homens que estão em todos os lugares. Além disso, se a terra fosse plana do norte para o sul, as estrelas que fossem visíveis para alguém, sempre visíveis seriam para elas, para onde quer que fosse (ANDRADE, 2006, p. 8).

As correntes anticlericais do Século das Luzes propiciaram a propagação dessas interpretações anticientíficas que visavam a desmerecer uma Idade Média influenciada pela Igreja, pouco adepta às questões das ciências naturais e com uma visão de mundo demasiadamente restrita.

Física

Para os antigos gregos, o estado natural dos corpos era o repouso. Por isso o movimento pedia uma explicação e foi o que Aristóteles fez. Segundo a teoria do filósofo, a terra, a água e o ar tendiam naturalmente para o centro da terra. Quando um objeto era lançado ele tendia ao solo devido a sua natureza. Por isso é natural que o filósofo não encontrasse explicação para lançamento de projéteis. Então, os medievais desenvolveram o conceito de inércia (ZUPKO, 2008).

Jean Buridan (1295-1358)

Jean Buridan foi sacerdote e professor da Sorbonne no século XIV. Buridan contestava o universo eterno de Aristóteles e conseqüentemente acreditava que os movimentos do cosmo haviam iniciado de alguma forma. Deus outrora iniciara o movimento do universo e dessa forma os planetas permanecem se movimentando por não haver nenhuma força contrária ao seu movimento. Esse foi o princípio do conceito de inércia a ser usado mais tarde por Isaac Newton. Jean Buridan teve a audácia de afirmar que

Os movimentos dos céus estão submetidos às mesmas leis dos movimentos das coisas cá de baixo, a causa que mantém as revoluções das esferas celestes é a mesma que mantém a rotação do rebole do ferreiro; há uma mecânica única pela qual se regem todas as coisas criadas, a esfera do Sol e o pião que o menino põe em rotação. Jamais houve, talvez, no domínio da ciência física, revolução tão profunda, tão fecunda quanto esta (DUHEM, 1300, p. 328).

Em particular, Buridan desenvolveu a teoria do ímpeto, que explicava o movimento de projéteis e foi o primeiro passo em direção ao moderno conceito de inércia. Buridan antecipou Isaac Newton quando escreveu que

Depois de deixar o braço do arremessador, o projétil seria movido por um ímpeto dado a ele pelo arremessador e continuaria a ser movido enquanto esse ímpeto permanecesse mais forte que a resistência. Esse movimento seria de duração infinita caso não fosse diminuído e corrompido por uma força contrária resistindo a ele, ou por algo inclinando o objeto para um movimento contrário (ZUPKO, 2008, p. 73).

Calculatores de Merton College, de Oxford

Os denominados *Calculatores* de Merton College de Oxford foram um grupo de matemáticos que atuaram na universidade de Oxford. Os matemáticos realizaram seus trabalhos na metade do século XIV. Os nomes de destaque eram: Thomas Bradwardine, William Heytesbury, Richard Swineshead, e John Dumbleton. A grande conquista deles foi a elaboração do conceito de velocidade média que determina que um corpo em movimento uniformemente acelerado percorre, num determinado intervalo de tempo, o mesmo espaço que seria percorrido por um corpo que se deslocasse com velocidade constante e igual à velocidade média do primeiro. Mais tarde esse teorema seria a base da lei da queda de corpos de Galileu.

O físico e historiador da ciência, Clifford Truesdell, assinala que as principais teorias da cinemática atribuídas a Galileu foram antes desenvolvidas pelos matemáticos de Oxford, conforme sua tese a seguir.

As fontes agora publicadas provam para nós, acima de qualquer dúvida, que as principais propriedades cinemáticas dos movimentos uniformemente acelerados, ainda atribuídas a Galileu pelos textos de física, foram descobertas e provadas por acadêmicos do Merton College (CLIFFORD, 1968, p. 30).

Nicole d'Oresme (1323-1382)

Nicole d'Oresme foi um bispo católico que trabalhou em diversas áreas do conhecimento. O clérigo demonstrou que as razões propostas pela física aristotélica contra o movimento do planeta Terra não eram válidas e invocou o argumento da simplicidade (da navalha de Ockham) em favor da teoria de que é a Terra que se move e não os corpos celestiais. Oresme foi quem primeiro estudou a mudança de direção da luz através da refração atmosférica, embora até hoje esse feito seja atribuído a Robert Hooke (ORESME, 1968).

Roger Bacon (Século XIII)

Foi um franciscano que trabalhou com ótica e matemática e é considerado o pai do método científico. Bacon escreveu tratados sobre filosofia da ciência enfatizando o uso de métodos e observações. No seu *Opus Majus* observou que “Sem experimentos nada pode ser conhecido”. Um argumento prova teoricamente, mas não dá certeza sobre o experimento (ROGER, 1900).

Biologia

Aécio de Amida (502 a 575)

Aécio de Amida foi um escritor e médico do período bizantino. Ele herdou os conhecimentos da escola de Alexandria. Os escritos de Aécio continham citações das obras de Galeno e Oribásio.

No início da Idade Média, o médico Aécio de Amida, da corte do imperador bizantino Justiniano, escreveu uma vasta enciclopédia em que se encontram descritas as primeiras tentativas de estudos neurológicos e importantes estudos de oftalmologia, ginecologia e cirurgia oncológica (AÉCIO, 2018).

Conhecimento técnico em geral

O manual *Schedula diversarum artium* (século XI), do monge Teófilo Presbítero, descreve notórias invenções na área de desenvolvimento de tintas, pintura, fundição de metais, produção de cristal, vitrais, construção de órgãos, trabalhos em marfim com pedras preciosas e pérolas.

A Idade Média foi um período marcado pela conciliação entre fé e razão. A razão produziu grandes pensadores e cientistas como foi mostrado neste capítulo. Porém há uma corrente ideológica que constantemente mostra a divergência entre ciência e fé. O próximo capítulo convida o leitor a uma breve discussão sobre esse assunto (GERD, 1966).

Referências

AÉCIO, A. **Contractae ex veteribus**. Delhi-Índia: Published by Pranava Books, 2018.

BECHMANN, R. **Los dibujos técnicos del Cuaderno de Villard de Honnecourt**. In: Quiroga, Yago Barja de (dir). Villard de Honnecourt Cuaderno Siglo XIII. Madrid: Ediciones Akal, 2001. p. 45-58.

BOEHNER, P. (ed. & trans.), 1990. **William of Ockham: Philosophical Writings**, revised edition, Indianapolis, Ind.: Hackett; original edition. London: Thomas Nelson, 1957.

- CLAGETT, M. **Nicole Oresme and the medieval geometry of qualities and motions: a treatise on the uniformity and difformity of intensities known as Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum.** [s.l]:University of Wisconsin Press, 1968.
- CLIFFORD, T. **Essays in The History of Mechanics.** New York: Springer-Verlag, 1968. p. 30.
- COSTA, J. S. **Tomás de Aquino: A razão a serviço da fé.** São Paulo: Moderna, 1993.
- CROMBIE, A. C. **Robert Grosseteste and the origins of experimental science,** Julius K. Weinberg - Modern Schoolman 31 (4):325-327, 1953.
- DUHEM, P. **Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Aristote.** tomo VII. Romania: [s.n], 1958. p. 328-340.
- FRANCA, L. E. S. **O método pedagógico dos jesuítas.** Rio de Janeiro: Agir, 1952.
- FRIEDRICH, H. **Historia de la Civilización Occidental.** Barcelona: Labor, 1966. p. 183.
- GERD, B. *In: Historia de la Civilización Occidental.* Barcelona: Labor, 1966. p. 143.
- HERRAD, I. **O Hortus deliciarum.** França: Les éditions JCD, 1160.
- JUNIOR, T. E. W. **Como a Igreja Católica Construiu a Civilização Ocidental.** São Paulo: Quadrante, 2008. p. 12.
- MIRIAM, J. **O trivium.** 2. ed. Estados Unidos: É Realizações, 2015.
- MAGNUS, A. **De Mineralibus** Século XIII. Suíça: Birkhäuser, 1983.
- ROGER, B. **Opus Majus.** New York: Publish To the University Of Oxford, 1900.
- SACROBOSCO, J. **Tratado da Esfera.** Tradução de Roberto de Andrade Martins. Campinas: Universidade estadual de Campinas, 2006.
- SHAKIL, Y. R.; RODRIGUES, A. L. M. **O Álbum de Desenhos de Villard de Honnecourt: uma articulação entre o Desenho de Observação e o Desenho Arquitectónico CIAUD,** Portugal:Universidade de Lisboa, 2015.
- THEOPHILUS, S. D. A. **Tratado da Esfera.** Tradução de Roberto de Andrade Martins. Campinas: Universidade estadual de Campinas, 2006.
- TOMÁS, A. **Cum enim ...gratia non tollat naturam, sed perficiat.** Suma Teológica. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. v. 1, 26 de out, p. 30.
- WEISHEIPL, J. A. **Albertus Magnus and the Sciences.** 1. ed. Roma: Pontifical Institute of Mediaeval Studies, 1980.
- ZUPKO, J. John Buridan, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2008 Edition), Edward N. Zalta (ed.), QM XII.9: 73ra. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/buridan/>. Acesso em: 20 dez. 2008.

4

CIÊNCIA VS RELIGIÃO

Existe uma forte corrente ideológica que vê um completo antagonismo entre ciência e religião. Os ferrenhos defensores dessa ideia costumam dizer que a religião foi uma explicação dos fenômenos naturais criada pelos povos antigos. Exaltam, também, um tipo de dissensão entre a fé e o método científico. A fé, dizem eles, se baseia na crença, enquanto o método científico se baseia na razão. Porém, é importante recordar que essa visão antagônica entre fé e ciência é essencialmente filosófica, que historicamente se mostrou conciliadora por alguns representantes da Igreja e ao mesmo tempo inconcebível por outros. Esse conflito entre verdades reveladas e verdades alcançadas preocupa a filosofia desde o surgimento do cristianismo.

Os que julgavam fé e razão irreconciliáveis e a fé superior à razão; os que julgavam fé e razão conciliáveis, mas subordinavam a razão à fé e os que julgavam razão e fé irreconciliáveis, mas afirmavam que cada uma delas tem seu campo próprio de conhecimento e não devem se misturar (CHAUI, 2013, p. 52).

Trata-se de uma proposição ideológica que ganhou adeptos no mundo moderno através do iluminismo e do positivismo. No iluminismo, a razão é concebida como a grande salvadora da humanidade que pode levar a sociedade ao progresso e ao aperfeiçoamento; em contraposição, a religião possui um aspecto de retrocesso para o esclarecimento humano.

O positivismo¹ via no sensível a medida da verdade. A ciência deveria ser essencialmente tangível pelo sensível. Vale destacar aqui que os defensores dessa posição filosófica não submetem suas ideias ao rigor de suas próprias colocações. Suas colocações ideológicas não podem ser submetidas ao crivo do sensível, portanto não seriam científicas. De outro lado, o iluminismo se viu como o novo porta-voz da humanidade criando verdadeiras lendas sobre a Idade Média, chegando até mesmo a caracterizá-la como idade das trevas. Analisamos do ponto de vista racional as pseudo dissensões propaladas por essas linhas de pensamento ideológico. O primeiro ponto de vista a ser discutido é a oposição entre fé e ciência. Matematizando o problema, poderíamos construir uma curva de correlação em que as variáveis poderiam ser cientistas e religião. O resultado preciso dessa correlação deveria demonstrar que indivíduos que trabalham com ciência não têm religião, ou seja, uma correlação de ordem zero. Esse

1 Essa corrente de pensamento que se iniciou com Augusto Comte defendia três estágios para a evolução da humanidade. As etapas teológica e metafísica constituíam o caminho para se alcançar o estado científico ou positivo.

fato se torna uma evidente contradição quando temos nomes como Copérnico (sacerdote católico), Roger Bacon, Alberto Magno, Nicolas Steno (pai da geografia moderna), Pasteur (teoria microbiológica da doença), Mendel (padre que desenvolveu os princípios da genética), Lemaitre (padre que desenvolveu a teoria do Big Bang) e Francis Collins (protestante líder do Projeto Genoma), Descartes (um dos precursores do pensamento moderno, educado pela escola jesuítica), Diderot (era um iluminista, mas também é produto da educação jesuítica). Uma curva que incluísse os grandes colaboradores da ciência e da religião não teria uma correlação igual à zero. A generalização do problema fé e ciência se constituiria em um grande erro matemático.

Todavia, não deixam de ser verdadeiras as visões religiosas que querem tolher a ciência com seus pressupostos filosóficos. Uma leitura clara desse tipo de viés ideológico são as religiões que se baseiam na leitura literal da bíblia, supondo que é fonte também de axiomas científicos. Interpretando de forma literal, alguns pressupõem que o mundo tem seis mil anos, que não existiram os dinossauros e que a evolução das espécies é impossível. As teorias que explicam essas realidades são baseadas em observações e podem ser utilizadas para prover previsibilidade a certos fenômenos naturais. Se há previsibilidade, há certa razoabilidade na teoria e, conseqüentemente, há também credibilidade associada. A idade da Terra pode ser calculada, por exemplo, a partir da medida de elementos radioativos que têm sua massa diminuída no decorrer dos anos. No caso dos dinossauros, há evidências de fósseis constantemente desenterrados por paleontólogos. Por fim, a evolução pode ser verificada a partir de mutações genéticas (CARLIN, 2011).

Os defensores da completa oposição entre ciência e fé dizem que a religião é baseada em dogmas e a ciência não. Porém, a ciência é tão dogmática quanto a religião, pois se traduz também em uma espécie de mito. A mitologização da ciência se dá a partir do momento em que ela, assim como o mito, se torna aspecto de manipulação da vida, ordem de pensamento unitário e axiomas autoritariamente escolhidos que servem para definir ou estabelecer regras gerais para ordenar o mundo. Para ilustrar essa afirmação, demonstram-se os dogmas do conhecimento científico pelo trecho a seguir.

[...] Pois o esclarecimento é totalitário como qualquer outro sistema. Sua inverdade não está naquilo que seus inimigos românticos sempre lhe censuraram: o método analítico, o retorno aos elementos, à decomposição pela reflexão, mas sim no fato de que para ele o processo está decidido de antemão. Quando, no procedimento matemático, o desconhecido se torna a incógnita de uma equação, ele se vê caracterizado por isso mesmo como algo de há muito conhecido, antes mesmo que se introduza qualquer valor. A natureza é, antes e depois da teoria quântica, o que deve ser apreendido matematicamente. Até mesmo aquilo que não se deixa compreender, a indissolubilidade e a irracionalidade, é cercado por teoremas matemáticos. Através da identificação antecipatória do mundo totalmente matematizado com a verdade, o esclarecimento acredita está a salvo do retorno do mítico [...] (ADORNO; HORKHEIMER, 1985, p. 37).

De fato, na religião, há um movimento em relação às realidades imutáveis propagadas pelo sagrado. Mas na ciência também há esse tipo de movimento. A ciência também tem seus “dogmas”. Nem todos os fenômenos estudados pelo escopo da ciência são completamente tangíveis pelo sensível. Não há como viajar no tempo e calcular a idade da Terra ou do universo. A fim de calcular a idade da Terra podemos estudar o decaimento radioativo de

alguns elementos químicos, mais precisamente a meia-vida. Nesse caso se assume que o decaimento radioativo segue uma ordem que pode ser quantizada por uma equação matemática. Repare que está se assumindo uma ordem no decaimento radioativo, pois a massa do isótopo sempre cairá da mesma forma, por isso é quantificável. Se a premissa da ordem não existisse, seria inviável a quantização e conseqüentemente impossível a determinação a idade da Terra. A ciência assume de certa forma que o mundo é ordenado e, conseqüentemente, quantificável. Alguns afirmam, entretanto, que o mundo é caótico. Se o mundo é caótico, como o sujeito observador faz essa distinção? Para haver a distinção, deve haver o ordenado para que se possa referenciar o caótico. Se o mundo fosse todo homogêneo, não haveria espaço para referenciais.

Há uma visão conciliadora entre a ciência e a religião. Uma visão religiosa na qual a busca pelo moral e o ético podem prover favores significativos à ciência tornando-a acima de tudo mais humana. Deus como causa primeira, segundo São Tomás de Aquino, pode ser uma resposta à ordem dogmatizada pela ciência moderna. Alguns perguntariam então: Qual o propósito de uma análise entre fé e ciência em um livro de história da ciência? A resposta mais categórica é a de que o viés antirreligioso propalado por correntes ideológicas faz da história da ciência um conflito entre fé e razão. O que este livro se propõe é desmistificar essa realidade propalada por livros com o propósito de contar a história da ciência.

Vejamos a opinião de alguns notáveis cientistas sobre a religião.

Isaac Newton (1643-1727)

Embora as notórias contribuições de Isaac Newton estejam ligadas às leis do movimento e da atração dos corpos, o cientista foi um estudante profícuo da religião. Não só da religião, mas também da alquimia, que em seus fundamentos tinha pressupostos no misticismo. Newton ligava a religião e a ciência de muitas maneiras, acreditando que todo conhecimento de Deus revelado no *Livro da Natureza* estava em harmonia com o que se desdobrava no *Livro das Escrituras*. Newton pensava que a ciência não tinha nada a dizer sobre o conteúdo dogmático da religião e que a Escritura não deveria ser citada em uma comunicação da Royal Society (MANUEL, 1974), mas essas eram pequenas separações em comparação com sua fé de que a obra de Deus estava por trás dos dois “livros”.

Leibniz (1646-1716)

Como muitos de seus conhecidos contemporâneos (Descartes, Spinoza, Malebranche), Leibniz desenvolveu argumentos para a existência de Deus. Dois desses são apresentados na versão condensada de *Monadologia*, como o argumento da prova a priori e a posteriori (conhecidos como argumentos ontológicos e cosmológicos). Para Leibniz, as mônadas são forças representativas que significam o próprio universo e a diferença entre elas está na diversidade das atividades que exercem. As mônadas são divididas em aquelas que são sensação e as que são pensamento puro. Os cientistas citados se empenharam bastante em responder o problema do mal no mundo.

Pascal (1623-1662)

Pascal é mais conhecido por seus trabalhos em hidrostática e probabilidade, porém também se enveredou na filosofia com intuito de provar a existência de Deus. Há variados tipos de argumentos para a existência de Deus. Existem aqueles pautados nos argumentos ontológicos e cosmológicos e a Teoria da Decisão de Pascal em que há probabilidades de existência e inexistência de Deus. De modo simplificado, pode-se reduzir o argumento à seguinte aposta:

Uma vida pautada na existência de Deus de nada sofreria se o trágico destino da mesma se reduzisse ao materialismo do túmulo, findando em uma mera decomposição orgânica. Por outro lado, se a existência de Deus for verdadeira, o fim vindouro daqueles que não viveram os valores da religião seria o derradeiro inferno (ALAN, 1998).

Francis Collins (1950 -...)

Foi o cientista que liderou a equipe que decodificou o genoma humano. O trecho a seguir faz parte de uma nova onda apologética subsidiada na hipótese cosmológica. Nesse sentido:

É claro que a visão do mundo científico não é totalmente suficiente para responder a todas as questões interessantes acerca da origem do universo e não há nada essencialmente em conflito entre a ideia de um Deus criador e o que a Ciência revelou. Na verdade, a hipótese de Deus solucionar algumas questões de profundidade sobre o que veio antes do Big Bang e por que o universo parece tão exatamente acertado para que estejamos aqui (COLLINS, 2007, p. 87).

Referências

- ADORNO, T. L. W.; HORKHEIMER. M. **Dialética do esclarecimento**. Tradução de Guido Antônio de Almeida. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1985.
- ALAN, H. «Pascal's wager» (em inglês), 1998. Stanford Encyclopedia of Philosophy. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/pascal-wager/>. Acesso em: 23 out. 2018.
- BARR, S. M. **Modern Physics and Ancient Faith**. Notre Dame: University of Notre Dame, 2006.
- CARLIN, J. L. **Mutations Are the Raw Materials of Evolution**. [s.l]: Nature Education Knowledge 3(10):10, 2011.
- COLLINS, F. **A linguagem de Deus**. Tradução de Giorgio Cappeli. São Paulo: Gente, 2007. p. 87.
- HANNAM, J. **God's Philosophers: How the Medieval World Laid the Foundations of Modern Science**. London: Icon, 2009.
- JUNIOR, T. E. W. **How the Catholic Church Built Western Civilization**. Washington, DC: Regnery Pub, 2005.
- LEIBNIZ, G. W. Stanford Encyclopedia of Philosophy Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/leibniz/#Phi>. Acesso em: 20 dez. 2017.
- NEWTON, I. Rationalizing Christianity, or Not? Disponível em: <http://web.media.mit.edu/~picard/personal/Newton.php>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- SCHONBORN, C. C. **Chance or Purpose?: Creation, Evolution, and a Rational Faith**. San Francisco: Ignatius, 2007.

5

RENASCIMENTO

O período renascentista foi um período humanista. O ideal medieval teocêntrico é contrastado com o ideal humanista. Foram notórias as conquistas científicas desse período. Aparecem os grandes gênios da pintura ao mesmo tempo em que fervilham inovações científicas na Europa. O movimento começa na Itália e depois se espalha pelo restante da Europa. É nesse período que, apontando seu telescópio para o espaço, Galileu Galilei descobre os satélites de Júpiter. O corpo humano ganha detalhamento nas mãos de Leonardo da Vinci. A ciência tem grande avanço nesse período.

Filosofia

Dentre os expoentes filosóficos da época podemos destacar René Descartes, um dos idealizadores do mecanicismo. O mecanicismo reduz o homem a um tipo de máquina regida por leis físicas e matemáticas. As leis da natureza, para Descartes, são estabelecidas por Deus, que imprimiu as noções de leis em nossas almas, e é por essas leis que toda matéria está sujeita à mudança. Deus criou a matéria que logo foi desenvolvida naturalmente na medida em que criou o céu, a Terra, os planetas, os cometas, o Sol e as estrelas. Nesse sentido, Deus estabeleceu o caos junto com a matéria e depois as leis da natureza para que esta seguisse o curso comum de desenvolvimento. Deus formou o corpo do homem sem colocar a alma racional; no primeiro momento Deus formou o animal-máquina e depois o uniu a uma alma racional (DESCARTES, 1991).

Da mesma forma, o corpo humano é entendido como uma máquina feita por Deus e que qualquer coisa inventada pelos homens não seria perfeita. Para Descartes, a inteligência artificial é inferior à criada por Deus, pois faltaria a alma racional. “[...] Considerará esse corpo como máquina que, tendo sido feita pelas mãos de Deus, é incomparavelmente melhor ordenada e contém movimentos mais admiráveis do que qualquer das que possam ser inventadas pelos homens [...]” (DESCARTES, 1991, p. 60).

Os primeiros princípios ou primeiras causas de tudo que existe provém de Deus e alguns existem naturalmente em nossa alma racional. O efeito dessas causas se dá no conhecimento de coisas como o céu, os astros, a terra, a água, o fogo, os minerais, que para o filósofo são as mais simples de conhecer. Essas coisas podem ser explicadas pelos princípios ou por outras maneiras diferentes.

Física Renascentista

Nicolaus Copernicus (1473-1543)

Foi um sacerdote agostiniano que revolucionou o modelo de universo vigente na época. No modelo de Copérnico, a Terra foi trocada pelo Sol como o centro do universo. Além de seus tratados de astronomia, foi um grande matemático, físico e diplomata, e ainda tinha um grau de doutoramento em Direito Canônico. Em 1553, o secretário do Papa Clemente VII explicou o sistema heliocêntrico de Copérnico ao papa e a dois cardeais. O papa ficou tão satisfeito que deu ao seu secretário um valioso presente (LINTOM, 2004).

Galileu Galilei (1564-1642)

Não há como estudar a história da ciência sem estudar o cientista Galileu. O físico, astrônomo e filósofo italiano esteve envolvido com o estudo do pêndulo e do movimento uniforme acelerado. No entanto a contribuição mais significativa desse cientista foi o telescópio refrator. Estabelecendo melhorias significativas no telescópio, Galileu conseguiu observar as manchas solares, as fases de Vênus e as luas de Júpiter que levam o nome de satélites galileanos. Todavia verifica-se no pensamento corrente uma tendência ideológica de associar Galileu à revolta entre a ciência e religião. Em 1982, foi realizado um simpósio a respeito do caso de Galileu na Universidade Católica de Washington, relatado pelo repórter Philip J. Hills no jornal "Washington Post", em artigo transcrito pelo "Latin América Daily Post" de 5/10/1982, que nos ajuda a entender melhor a opinião dos cientistas sobre o caso Galileu. O simpósio foi denominado "Reinterpretando Galileu". Entre outros astrônomos, participaram Owen Gingerich, astrônomo de Harvard, o Padre William Wallace, dominicano da Universidade Católica e o polonês Joseph Zycinski. Nesse simpósio, os intelectuais fizeram várias afirmações contrárias à crença popular, entre elas:

– *“Galileu não foi acusado nem condenado por heresia. Galileu não foi torturado, nem lhe foram mostrados os instrumentos de tortura.”*

– *“O ponto de debate no processo não foi estritamente de ignorância religiosa versus verdade científica: a verdade científica em si mesmo, naquela época, era obscura e equívoca.”*

– *“E, depois de Galileu concordar em dizer que não acreditava na terra em movimento e no sol parado, provavelmente não pronunciou, como diz a lenda, as provocadoras palavras: ‘E, contudo, ela se move!’.”*

– *“Não havia simplesmente prova de que o modelo heliocêntrico de Galileu e de Copérnico fosse melhor do que o modelo popular geocêntrico demonstrado por Tycho Brahe. E o sistema da Brahe tinha a vantagem de não se opor à Escritura nem à doutrina da Igreja.”*

Os intelectuais ali reunidos, revendo o famoso caso Galileu do século XVII, destacaram o fato de que a tese heliocêntrica de Galileu não podia apresentar em seu favor razões convincentes na época. Galileu julgava que o fluxo das marés seria a prova da revolução da Terra em torno do Sol, quando na verdade se sabe que as marés se devem à força da

gravidade da Lua. Sem argumentos sólidos, a tese de Galileu só podia parecer errônea aos teólogos do século XVII, para quem o geocentrismo tinha não somente base científica, mas também autoridade inculcada pelas páginas bíblicas (cf. Js 10,12s). Encorajado pela entrada em funções, em 1623, do novo Papa Urbano VIII, seu amigo e um espírito mais progressivo e mais interessado nas ciências do que o seu predecessor, publicou nesse mesmo ano *Il Saggiatore*, dedicado ao novo papa para combater a física aristotélica e estabelecer a matemática como fundamento das ciências exatas (OWEN, 2003).

Galileu pretendia mostrar a crítica ao princípio de autoridade como critério de verdade na filosofia natural que há muito tempo tinha sido adotada pelos intelectuais que se baseiam nas ideias de Aristóteles. Galileu afirma: “Parece-me perceber em Sarsi sólida crença que, para filosofar, seja necessário apoiar-se nas opiniões de algum célebre autor, de tal forma que o nosso raciocínio, quando não concordasse com as demonstrações do outro, tivesse que permanecer estéril e infecundo [...]” (GALILEI, 1991, p. 21).

A ciência galileiana busca o fundamento de um novo modelo físico-matemático nos experimentos e na verificação dos fenômenos naturais, estabelecendo, assim, novos métodos para o conhecimento científico em detrimento do modelo tradicional aristotélico. Para Galileu, a busca da verdade só é possível pelo método matemático, ou seja, pela mudança do modelo qualitativo para o quantitativo. Assim, para Galileu,

A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos (isto é, o Universo), que não se pode compreender antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível entender humanamente as palavras; sem ele nós vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto [...] (GALILEI, 1991, p. 21).

Carolus Clausius (1576-1612)

Em se tratando de biologia, podemos destacar Carolus Clausius, botânico e médico flamengo do século XVI, e Gregório Horstius, médico, anatomista e professor universitário. Gregorius Horstius realizou em Gießen, conforme o costume da anatomia moderna da época, as primeiras exposições em público. Então, em 1615, ele teve permissão do *landgrave* (coveiro) para realizar uma dissecação em um corpo do sexo feminino de uma assassina de crianças da cidade de Nidda. O resultado desse trabalho foi publicado na obra *Anatomia Pública*. Para essas sessões, eram convidados por meio de cartazes de propaganda todos os amantes do autoconhecimento (EDMOND, 2007).

Blaise Pascal (1623-1662)

Esse notório cientista estudou de forma mais profunda o método axiomático da geometria, especificamente a questão de como as pessoas são convencidas dos axiomas sobre os quais conclusões posteriores se baseiam. Pascal concordou com Montaigne que, através de métodos humanos, é impossível alcançar certeza e conclusões nesses axiomas. Ele afirmou

que esses princípios só podem ser apreendidos através da intuição, e que esse fato ressaltou a necessidade de submissão a Deus na busca de verdades. Pascal continuou a influenciar a matemática ao longo de sua vida. Seu *Traité du triangle arithmétique* (Tratado sobre o Triângulo Aritmético), de 1653, descreveu uma apresentação tabular conveniente para os coeficientes binomiais, agora chamado Triângulo de Pascal. Foi ainda um gênio da matemática, da física experimental e do cálculo. Pascal viveu em um século de ideias conturbadas em meio ao surgimento de filosofias como o empirismo de Francis Bacon e o racionalismo de René Descartes.

Pascal trabalhou com a física de fluídos relacionando os conceitos de sua teoria ao estudo da pressão dos gases. A abreviatura Pa (Pascal) é até hoje utilizada como unidade de pressão. Desenvolveu também o princípio de “Pascal” na hidrostática.

Em um líquido em repouso ou equilíbrio, as variações de pressão transmitem-se igualmente e sem perdas para todos os pontos da massa líquida.

Já nos salões de Paris, Pascal desenvolveu a teoria das probabilidades. A ideia da probabilidade era prever as possibilidades de um jogador obter a face de um dado. O conceito de probabilidade é extensivamente usado hoje para fazer previsões que vão da genética à teoria quântica. Seus trabalhos em análise combinatória culminaram ainda no conhecido Triângulo de Pascal. Pascal dedicou sua vida não só à ciência, mas à religião e à filosofia. Na iminência de ideias ateístas propaladas em parte pelo empirismo e racionalismo, Pascal se mostrou profundo defensor das ideias cristãs, tornando-se um apologista (PRUDHOMME, 1909). “O conhecimento de Deus e do homem, mais precisamente, a tentativa de compreender a natureza humana através de sua procedência divina, e a tentativa de compreender algo de Deus por via de sua imagem impressa no coração do homem” (PASCAL, 2019, p. 9).

Leonardo da Vinci (1492 a 1519)

Descrever Leonardo da Vinci é uma tarefa árdua. Suas contribuições se estendem da arte à anatomia, passam pela matemática e se estendem à balística. O extraordinário trabalho do grande homem da renascença inclui a descrição de imagens anatômicas impossíveis de serem descritas na época. Leonardo foi ainda profícuo inventor, fascinado por sistemas de voo os quais descreve com notória exatidão em seus manuais. Alguns de seus inventos até hoje são estudados pela ciência moderna. Sua notória habilidade em arte tornou-o um grande divulgador da ciência (DAVID, 1998).

Paracelso (1493 a 1541)

Foi um filósofo natural renascentista e médico. Paracelso se enveredou pela alquimia e medicina, trazendo contribuições para a área de toxicologia. Para o filósofo naturalista, o corpo humano era composto de sal, enxofre e mercúrio e as doenças eram causadas pela ausência de alguns desses compostos. Para tratar as doenças, usou remédios à base de ópio, ferro e enxofre. Suas práticas médicas não eram bem vistas na época. Sua obra *Paramirum* (1530-1531) foi de grande destaque, pois indicava a observação clínica dos pacientes como parte do tratamento de doenças. É de Paracelso a célebre frase: “Só a dose faz o veneno”. Afirmava que

“A medicina se fundamenta na natureza, a natureza é a medicina, e somente naquela devem os homens buscá-la. A natureza é o mestre do médico, já que ela é mais antiga do que ele e ela existe dentro e fora do homem” (DEBUS, 1993, p. 3).

Andreas Libavius (1540-1516)

Foi químico, físico e alquimista, pioneiro na escrita de livros na área de química analítica. Entre suas descobertas se destacam os métodos para a preparação do sulfato de amônio, sulfeto de antimônio e ácido clorídrico. Embora Andreas tivesse em conta certos pensamentos alquimistas, como aqueles sobre a transubstanciação de metais menos valiosos em ouro, combateu as práticas secretas dos alquimistas de sua época (BENBOW, 2009).

Robert Boyle (1627-1691)

Na química podemos também destacar Robert Boyle. No livro *The Sceptical Chymist*, são apresentadas as hipóteses de Boyle de que a matéria consiste de átomos e grupos de átomos em movimento e que cada fenômeno resultava de colisões de partículas em movimento. Estudou a relação entre as propriedades dos gases, contribuindo para a moderna físico-química. Suas ideias sobre a relação entre pressão e volume são exaustivamente estudadas pelos estudantes dos cursos modernos de físico-química (ROBERT, 1661).

Neste capítulo, vimos que o Renascimento é um período de transição histórica na ciência. As filosofias da época trouxeram o homem para o centro das discussões que conduzem a uma nova forma de olhar o mundo. O material passa a questionar o espiritual. Dessa forma, alguns cientistas ulteriores vão discutir a possível conciliação entre a realidade material e o espiritual. O próximo capítulo fala sobre as mônadas de Leibniz, que são um convite ao leitor para a discussão entre ideia material de átomo e sua ligação com o espiritual.

Referências

BENBOW, P. K. **Theory and Action in the Works of Andreas Libavius and Other Alchemists.** *Annals of Science.* 66 (1), p. 135-139, 2009.

BROWN, D. A. **Leonardo Da Vinci: Origins of a Genius.** New Haven: Yale University Press, 1998. p. 7.

DEBUS, A. G. **Paracelsus and the medical revolution of the Renaissance—A 500th Anniversary Celebration from the National Library of Medicine.** US National Library of Medicine. [s.l]:University of Chicago, p. 3, 1993.

DESCARTES, R. **Meditações.** Tradução de Guinsburg e Bento Prado Junior. 5. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1991.

EGMOND, F.; HOFTZER, P. G.; VISSER, R. P. W. **Carolus Clusius: towards a cultural history of a Renaissance naturalist.**[s.l]:Academia Real Holandesa de Ciência, 2007.

GALILEI, G. **O Ensaíador.** São Paulo:Nova Cultural, 2004.

_____, G. **O Ensaíador.** Tradução de Helda Barraco. 5. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1991.

GREGORIUS, H . **De Anatomia vitali et mortua.** Gießen: [s.n], 1612.

LEONARDO da Vinci named as science's greatest genius» (em inglês). BBC Focus Magazine. Disponível em: <https://www.sciencefocus.com/science/leonardo-da-vinci-named-as-sciences-greatest-genius/> Acesso em: 14 jan. 2017.

LINTON, C. M. **From Eudoxus to Einstein: A History of Mathematical Astronomy.** Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

OWEN, G. **The Galileo Sunspot Controversy: Proof and Persuasion.** Journal for the History of Astronomy. v. 34, issue: 1, p. 77-78, 2003.

PASCAL, B. Pensamentos, 1669, Edição eletrônica: Ed Ridendo Castigat Mores. Disponível em: Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/sugestao_leitura/filosofia/texto_pdf/pascal.pdf . Acesso em: 2 jul. 2019.

_____, B. **Traité du triangle arithmétique.** 1 ed. [s.l]:Arvensa Editions, 2019.

PARACELSO. **Liber Paramirum.** [s.l]: Unicursal, 2018.

PRUDHOMME. S. **La vraie religion selon Pascal.** Paris: Ligarán, 1909.

ROBERT, B. **The sceptical chymist.** [s.l]: Kessinger Publishing, 2007.



FILOSOFIA DAS MÔNADAS (FILOSOFIA E CIÊNCIA)

Como Descartes e Spinoza, Leibniz atribui muita importância para a noção de substância. Mas enquanto aqueles definem substância como existência independente, Leibniz define substância em termos de ação dependente. A noção de substância como essencialmente inerte é fundamentalmente errônea. Substância é essencialmente ativa para ser e agir. Agora desde a independência da substância em uma independência que diz respeito à ação, não em relação à existência, não há razão para manter, como defendem Descartes e Spinoza, que a substância é uma. Substância é de fato essencialmente individual porque ela é o centro de uma ação independente, mas não é menos essencialmente múltipla, já que as ações são muito variadas. A independência de múltiplos centros de atividade é denominada mônada.

A mônada tem sido comparada com o átomo e de fato é como ele em muitos aspectos. Como o átomo ela é simples, indivisível e indestrutível. No entanto, a indivisibilidade do átomo não é absoluta, mas somente relativa ao nosso poder de analisá-la quimicamente, enquanto a indivisibilidade da mônada é absoluta. Sendo um ponto metafísico, a mônada é um centro de força incapaz de ser analisado ou separado de qualquer forma. Novamente, de acordo com os atomistas, todos os átomos são iguais. De acordo com Leibniz, não existem duas mônadas exatamente iguais.

Finalmente, a mais importante diferença entre o átomo e a mônada é essa: o átomo é material e realiza somente funções materiais, enquanto a mônada é imaterial. As mônadas das quais as substâncias são compostas são como que a alma dos corpos. Leibniz não hesitava em chamar as mônadas de almas, como referência à natureza animal. A imaterialidade da mônada consiste no seu poder de representação. Cada mônada é um microcosmo em um universo em miniatura. E melhor, um espelho do universo inteiro, pois na relação com outras mônadas reflete todas as outras, de modo que um olho que tudo vê, olhando para uma mônada, pudesse ver refletido nele todo o resto da criação.

Naturalmente essa representação é diferente em diferentes tipos de mônadas. A mônada não criada é Deus, espelho de todas as coisas, claramente e adequada. A mônada criada é a alma humana, rainha das mônadas, representa conscientemente, mas não com perfeita clareza. Como descemos em escala do homem para os mais baixos minerais, a região de clareza diminui e a região obscura aumenta. A extensão da representação da mônada é a extensão da imaterialidade. Toda mônada, exceto a mônada não criada, é dessa forma, parcialmente material e parcialmente imaterial. O elemento material da mônada corresponde

à passividade da matéria prima, e o elemento imaterial, à atividade da forma da substância. Por isso, Leibniz imaginou que a doutrina escolástica da matéria e forma é reconciliável com a ciência. Ao mesmo tempo, imaginou ele, que a doutrina das mônadas encarna o que é verdadeiro no atomismo de Demócrito e não exclui o que é verdadeiro no imaterialismo de Platão.

O universo de Leibniz pode ser representado com uma infinita escala de indivisíveis mônadas nas quais cresce a escala de imaterialismo da mais baixa partícula mineral e aumenta até o mais alto intelecto criado. A mais baixa mônada tem somente uma cintilação de imaterialidade, e a mais alta tem somente um remanescente de materialidade associada. Nesse sentido, a doutrina das mônadas esforça-se em reconciliar o materialismo e o idealismo, ensinando que tudo é parcialmente material e imaterial. A matéria não é separada do espírito por uma abrupta diferença como Descartes imaginava existir entre o corpo e a mente. (LEIBNIZ, 2018)

Referências

LEIBNIZ, G. W. New Advent. Disponível em: <http://www.newadvent.org/cathen/09134b.htm> (Traduzido pelos autores). Acesso em: 20 jun. 2018.



IDADE MODERNA

As ideias iluministas se difundiram pela Europa e inspiraram revoluções como a Francesa. O Iluminismo defendia o uso da razão como caminho para alcançar a liberdade, autonomia e emancipação em diversas áreas do conhecimento. O movimento iluminista combatia o absolutismo europeu centrado nas estruturas feudais. Em 1799, a França obteve êxito em sua revolução, derrubando o poder absolutista e consolidando de vez a força burguesa.

Filosofia

Para Auguste Comte, o positivismo era uma doutrina de características sociológicas, filosóficas e políticas que surgiu como desenvolvimento sociológico do iluminismo, das crises sociais e morais do fim da Idade Média e do surgimento da sociedade da indústria, que foi marcado com a Revolução Francesa.

O positivismo de Comte consistia na observação dos fenômenos e se opunha ao racionalismo e ao idealismo através da promoção do primado da experiência sensível. A doutrina negava à ciência qualquer possibilidade de investigação das causas dos fenômenos naturais e sociais. Vejamos então a contribuição de alguns notórios cientistas que viveram nesse tempo conturbado da história, quando as monarquias europeias sofrem grande abalo político.

Matemática e Física

Carl Friedrich Gauss (1777-1855)

Alguns se referem a ele como *princeps mathematicorum* (o príncipe da matemática ou o mais notável dos matemáticos). Filho de pais humildes, o pai, Gerhard Diederich, era jardineiro e pedreiro, a mãe, Dorothea Benze, era analfabeta. Eles não registraram a data de nascimento de Gauss. Ambos eram pobres e de baixo nível de escolaridade.

Aos três anos, enquanto estava em companhia do pai, que realizava cálculos para pagar alguns pedreiros, Gauss observou que o pai havia errado na conta. Intrigado, Gerhard

indagou ao filho porque ele achava aquilo, então o menino pediu que o pai refizesse os cálculos e apontou o erro. Aos sete anos entrou para a escola. Segundo uma história famosa, o diretor, Butner, pediu que os alunos somassem os números inteiros de um a cem. Mal havia enunciado o problema e o jovem Gauss colocou sua lousa sobre a mesa, dizendo: *ligget se!* Sua resposta, 5050, foi encontrada através do raciocínio que demonstra a fórmula da soma de uma progressão aritmética. Butner reconheceu a genialidade do menino de dez anos e passou a incentivá-lo nos seus estudos, junto com seu jovem assistente, Johann Christian Martin Bartels (1769-1856), apaixonado pela matemática. O matemático se casou aos 28 anos com Johanne Osthof com quem teve três filhos. Depois de ficar viúvo do primeiro casamento, Gauss se casou novamente e teve mais três filhos.

Aos doze anos Gauss já olhava com desconfiança para os fundamentos da geometria euclidiana; aos dezesseis já tinha vislumbrado uma geometria diferente da de Euclides. Aos quinze anos fez um grande avanço em línguas clássicas estudando sozinho e com a ajuda de amigos mais velhos. Aos dezoito anos tinha inventado o método dos mínimos quadrados, que hoje é indispensável em pesquisas geodésicas, e em todos os trabalhos em que o “mais provável” valor de alguma coisa que é medida é deduzido após grande número de medidas. Desenvolveu também a Lei de Gauss da distribuição normal de erros e sua curva em formato de sino, muito familiares para aqueles que trabalham com estatística.

Na física, a Lei de Gauss estabelece a relação entre o fluxo elétrico que passa através de uma superfície fechada e a quantidade de carga elétrica que existe dentro do volume limitado por essa superfície. A lei de Gauss é uma das quatro equações de Maxwell e foi elaborada por Carl Friedrich Gauss no século XIX. Sua extraordinária, diversificada, fecunda, pioneira e extensa contribuição em matemática pura inclui demonstrações dos teoremas fundamentais da álgebra e da aritmética, demonstração da lei da reciprocidade quadrática, formulação da lei dos resíduos quadráticos, álgebra Linear, integração numérica, séries infinitas, equações diferenciais, seções cônicas, funções hipergeométricas, geometria diferencial, geometria não euclidiana, teoria potencial, análise vetorial, probabilidades e estatística. Caso ele tivesse divulgado o que sabia, é possível que a matemática estivesse meio século mais adiantada do que se encontra (TENT, 2006).

Isaac Newton (1643-1727)

Devido às suas inúmeras contribuições, esse cientista pode ser considerado o pai do cálculo e das três leis de movimento. Faremos de sua história uma contribuição à parte dos cientistas anteriores. Newton foi um cientista inglês, mais reconhecido como físico e matemático, embora tenha sido também astrônomo, alquimista, filósofo natural e teólogo. Sua obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* é considerada uma das mais influentes na história da ciência. Publicada em 1687, essa obra descreve a lei da gravitação universal e as três leis de Newton que fundamentaram a mecânica clássica.

Newton estudou no Trinity College de Cambridge e graduou-se em 1665. Um dos principais precursores do iluminismo, seu trabalho científico sofreu forte influência de seu professor e orientador Barrow, desde 1663, e de Schooten, de Viète, de John Wallis, de Descartes, dos trabalhos de Fermat sobre retas tangentes a curvas, de Cavalieri, das concepções de Galileu Galilei e de Johannes Kepler. Em 1666, Newton observou que a luz que entrava por um orifício circular, ao ser refratada por um prisma em posição de desvio mínimo, formava

uma imagem oblonga em vez de circular, como seria esperado matematicamente pela Lei de Snell. Em sua obra clássica, *Principia*, (NEWTON, 2006) faz um detalhamento das leis do movimento em latim.

Lex I: Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.

Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele. É também conhecido como princípio da inércia.

Lex II: Mutationem motis proportionalem esse vi motrici impressae, et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida. É também conhecido como princípio da dinâmica.

Lex III: Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sine corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi.

A toda ação há sempre oposta uma reação igual, ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas. É também conhecido como princípio de ação e reação (PETTINGER, 2018).

Leibniz (1646-1716)

Leibniz muitas vezes também é considerado inventor do cálculo, porém com uma abordagem diferenciada daquela de Isaac Newton. Além das contribuições no cálculo, também trabalhou dinâmica, estática, filosofia. Ele aperfeiçoou uma nova teoria do movimento (dinâmicas) com base na energia cinética e energia potencial e postulava o espaço como relativo, enquanto Newton defendia fortemente o espaço como ente absoluto. Um exemplo importante do pensamento maduro de Leibniz na questão da física é *Specimen Dynamicum*, de 1695. A relatividade espaço e tempo foi depois confirmada por Einstein no século XX. Na filosofia, associou as leis da lógica à análise combinatória (RUSSEL, 2013).

James Clerk Maxwell (1831-1839)

É mais conhecido por ter dado forma final à teoria moderna do eletromagnetismo, que une a eletricidade, o magnetismo e a óptica. Ele apresentou uma teoria detalhada da luz como um efeito eletromagnético, isto é, que a luz corresponde à propagação de ondas elétricas e magnéticas, hipótese que tinha sido posta por Faraday. Também desenvolveu um trabalho importante em mecânica estatística, estudou a teoria cinética dos gases e descobriu a distribuição de Maxwell-Boltzmann.

Seu trabalho em eletromagnetismo foi a base da relatividade restrita de Einstein e o seu trabalho em teoria cinética de gases foi fundamental ao desenvolvimento posterior da mecânica quântica. As equações de Maxwell são mostradas a seguir. Na teoria cinética dos gases, as propriedades macroscópicas como pressão e temperatura são associadas ao

movimento de átomos e moléculas. A pressão pode ser explicada pelo aumento da colisão de átomos e moléculas contra a parede de um recipiente (TOLSTOY, 1982).

Figura 1. Equações de Maxwell

Nº	NOME	EQUAÇÃO
I	Lei de Gauss (elétrica)	$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$
II	Lei de Gauss (magnética)	$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$
III	Lei de Faraday	$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = - \frac{d\Phi_E}{dt}$
IV	Lei de Ampère-Maxwell	$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} + \mu_0 i$

Fonte: http://alessandrosantos.com.br/emanuel/usp/fisica3/notas_de_aula/node101.html Acesso em 02 de janeiro de 2018.

Biologia

Charles Darwin (1809-1892)

O naturalista Charles Darwin propôs a teoria da evolução para explicar a diferença entre as espécies. Para Darwin, os seres vivos se adaptam ao meio ambiente. Aqueles que apresentam melhor adaptação conseguem espalhar seus genes via reprodução.

Ele introduziu a ideia de evolução a partir de um ancestral comum por meio de seleção natural. A teoria pode ser definida como uma série de elementos causais que, trabalhando em conjunto, produzem as transformações necessárias (DARWIN, 1859).

1. Espécies são compostas por indivíduos que variam ligeiramente uns dos outros em relação às suas muitas características.
2. Espécies têm uma tendência a se reproduzir a uma taxa geométrica.
3. Esta tendência acontece devido aos recursos limitados, doenças, predação, e assim por diante, criando a luta pela sobrevivência entre os membros de uma espécie.
4. Algumas populações terão variações que lhes proporcionem ligeira vantagem na luta pela sobrevivência, variações que permitem acesso mais eficiente ou melhor aos recursos, maior resistência à doença, maior sucesso na prevenção da predação etc.
5. Estas populações tendem a sobreviver e deixar mais descendentes.
6. A prole tende a herdar as variações genéticas e fenotípicas de seus descendentes.

7. Portanto, as variações favoráveis tenderão a ser transmitidas com mais frequência do que outras e, portanto, serão preservadas, uma tendência que Darwin chamou de seleção natural.
8. Em um ambiente de mudança lenta, esse processo fará com que o caráter da espécie mude.
9. Dado um período de tempo suficientemente longo, as populações descendentes de uma espécie ancestral diferirão o suficiente tanto dele como do outro para serem classificadas como espécies diferentes, um processo capaz de iteração indefinida. Há, além disso, forças que estimulam a divergência entre as populações descendentes e a eliminação das variedades intermediárias (DARWINISMO, 2019).

Gregor Johann Mendel (1822-1884)

Monge agostiniano, botânico e meteorologista austríaco. Em 1865, formulou e apresentou em dois encontros da Sociedade de História Natural de Brno as leis da hereditariedade, hoje chamadas leis de Mendel, que regem a transmissão dos caracteres hereditários. Gregor Mendel lançou as bases de uma das teorias mais profícuas da biologia. Hoje podemos associar as características físicas do indivíduo com seu DNA, o código genético. A leitura do código genético poderá antecipar o surgimento de doenças (LIGON, 2002).

Pasteur (1822-1895)

Foi um cientista francês que trabalhou com química e microbiologia. Suas descobertas estão relacionadas à vacinação, microbiologia e fermentação. Pasteur criou vacinas contra raiva e antraz, salvando muitas pessoas da morte. Ele ainda trabalhou com a teoria de doenças causadas por germes. Pasteur também mostrou a inviabilidade da geração espontânea da vida e trabalhou com assimetria de cristais e isomeria ótica de moléculas (VALLERY, 1919).

Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723)

Foi um comerciante de tecidos e construtor de microscópios mais avançados cujas contribuições ajudaram no avanço da microbiologia. Foi o primeiro a observar as fibras musculares, bactérias, protozoários e o fluxo sanguíneo. Trabalhou ainda em parceria com Robert Hooke, que também trabalhava com microscópios. No final do século XVII, detinha o monopólio do uso do microscópio e de suas descobertas. Antonie desenvolveu mais de 500 tipos de lentes para suas observações (CHUNG, 2017). O cientista observou uma amostra de água e faz a estimativa de microrganismos presentes. Acerca de si mesmo afirmou:

Meu trabalho, que fiz há muito tempo, não foi perseguido para ganhar o louvor que agora desfruto, mas principalmente por um desejo de conhecimento, que eu percebo, reside em mim mais do que na maioria dos outros homens. E, com isso, sempre que encontrei algo notável, pensei que era meu dever colocar minha descoberta no papel, para que todas as pessoas engenhosas pudessem ser informadas (ANTONIE, 2019).

Carlos Lineu (1707-1778)

Carlos Lineu foi um botânico, zoólogo e médico sueco. É considerado pai da taxonomia moderna. Foi ainda o fundador da Academia de Ciência da Suécia. Lineu criou a ideia de classificação e divisão como forma de organizar os organismos vivos. Sua obra clássica sobre a classificação dos organismos é *Systema Naturae* (CARLOS, 1758).

Química

John Dalton (1766-1844)

Químico, meteorologista e físico inglês. Foi um dos primeiros cientistas a defender que a matéria é feita de pequenas partículas, os átomos. A teoria atômica de Dalton pode condensar-se nos seguintes princípios:

- Os átomos são partículas reais, descontínuas e indivisíveis de matéria, e permanecem inalterados nas reações químicas;
- Os átomos de um mesmo elemento são iguais entre si;
- Os átomos de elementos diferentes são diferentes entre si; Na formação dos compostos, os átomos entram em proporções numéricas fixas 3:2, 5:3, 6:4, 7:5, 8:6;
- O peso do composto é igual à soma dos pesos dos átomos dos elementos que o constituem.

Dalton comunicou sua teoria atômica a Thomson que, por consentimento, incluía um esboço da mesma na terceira edição de seu sistema de química (1807), *New System Philosophy of Chemics* (1808) (DALTON, 1808).

Lavoisier (1743-1794)

A química antes de Lavoisier se restringia ao aspecto qualitativo. Lavoisier quantificou a realidade da química ao mesmo tempo em que enunciou o conhecido princípio da conservação da matéria: “Nada se cria tudo se transforma”. Suas colocações acerca da conservação da matéria foram consequência do uso da balança em reações químicas.

As massas medidas antes se conservavam depois da reação química. Em sua bibliografia merece destaque sua esposa Marie Anne, sua companheira nas empreitadas científicas que muitas vezes eram realizadas em casa. Lavoisier foi guilhotinado em 8 de maio de 1794, na Revolução Francesa (DUVEEN, 1954).

A Alquimia

Não é possível pensar na química sem a alquimia. Surgida na antiguidade, a alquimia foi praticada até mesmo por cientistas como Isaac Newton. O objeto de estudo da alquimia era a matéria e o fim dessa arte do conhecimento era a busca da pedra filosofal, que era

simplesmente a transmutação do chumbo em ouro. Outro aspecto finalístico da alquimia era a busca pelo elixir da vida, que poderia conferir vida eterna àqueles que o tomassem. Apesar do aspecto filosófico místico, a alquimia foi uma das propositoras dos métodos em química.

Roberto Boyle, um proeminente aristocrata irlandês, se dedicou à sistematização da química como disciplina científica. Diferentemente dos alquimistas, que escondiam suas formulações químicas, Boyle publicou suas descobertas como aquelas presentes no livro *The Sceptical Chymist* (O Químico Cético). Boyle foi uma ponte que rompeu com o aspecto secreto da alquimia e sistematizou a química através da descrição dos experimentos.

Neste capítulo, vimos que o fim da alquimia é o início da nova ciência conhecida como química. O paradigma mecanicista ganha contornos claros e há prevalência das ideias de Newton em toda a ciência. Vai ser preciso esperar o século XX para que os paradigmas derivados do mecanicismo sejam questionados (BOYLE, 1661).

Referências

ANTONIE, V. L. Letter of June 12, 1716. Disponível em: <https://ucmp.berkeley.edu/history/leeuwenhoek.html>. Acesso em: 2 jun. 2019.

BOYLE, R. **The Sceptical Chymist**. [s.l]: Kessinger Publishing, 2007.

CARLOS, L. **Systema Naturae**. [s.l]: Wentworth Press, 2019.

CHUNG, K. T.; LIU, J. K. **Pioneers in Microbiology**. [s.l]: The Human Side of Science. World Scientific Publishing, 2017.

DARWIN, C. **On the Origin of Species**. [s.l]: Crown Books for Young Readers, 2019.

DALTON, J. **New System Philosophy of Chemics (1808)**. [s.l]: Wentworth Press, 2019.

DARWINISMO. Stanford Encyclopedia of Philosophy. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/darwinism/>. Acesso em: 20 jun. 2019.

DUVENN, D. I.; KLICKSTEIN, H. S. **A Bibliography of the Works of Antoine Laurent Lavoisier, 1743-1794**. London: [s.n], 1954.

ISAAC, N. **Philosophiae Naturalis Principia Mathematica de 1662**. [s.l]: Penguin O PS(2006). (Versão em Latim).

LEEUWENHOEK, A. V. Brainy Quote. Disponível em: https://www.brainyquote.com/authors/antonie_van_leeuwenhoek. Acesso em: 04 jul. 2019.

LIGON, B. L. (2002). "Biography: Louis Pasteur: A controversial figure in a debate on scientific ethics". *Seminars in Pediatric Infectious Diseases*. 13 (2): 134-141.

MENDEL. Man and Mind Museu Mendel. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20130323053842/http://www.mendel-museum.com/eng/1online/room1.htm>. Acesso em: 14 abr. 2018.

PETTINGER, T. Biography of Sir Isaac Newton, Oxford. Disponível em: www.biographyonline.net. Acesso em: 18 mai. 2018.

RUSSEL, B. **History of Western Philosophy**: Collectors Edition revised ed. [s.l]: Routledge, 2013. p. 469.

TENT, M. **The Prince of Mathematics**: Carl Friedrich Gauss. [s.l]: A K Peters LTD, 2006.

TOLSTOY, I. **James Clerk Maxwell**: A Biography. Chicago: University of Chicago Press, 1982.

VALERRY, R. R. **The Life of Pasteur**. Translated by Devonshire. R. L. London: Constable & Company, 1919. p. 79.

8

INÍCIO DO SÉCULO XX E XXI IDADE CONTEMPORÂNEA

O início do século XX vem acompanhado de duas guerras mundiais que tiveram forte influência no desenvolvimento científico da época. A busca pelo poderio militar alavancou os estudos bélicos que levaram ao desenvolvimento da bomba atômica no projeto Manhattan. Aqueles cientistas que outrora estudaram os pressupostos da mecânica quântica são agora aqueles que contribuíram para o desenvolvimento bélico. A guerra ganha conotações mundiais e as armas se tornam mais letais. A filosofia da ciência ganha novos pressupostos e o conceito de ciência sofre novamente mudanças.

Círculo de Viena

Os representantes do Círculo de Viena compartilhavam a ideia de uma linguagem unificada para a ciência: a linguagem lógica. Através desses pensadores ficou evidente a recusa da metafísica nos sistemas científicos e passou-se a entender que os enunciados e conceitos científicos deveriam ser subjetivamente verificáveis e dotados de sentido e lógica. Para os empiristas lógicos, as proposições científicas significativas são aquelas que podem ser verificadas e dotadas de sentido. Dessa forma,

O Círculo de Viena não se satisfaz em realizar um trabalho coletivo ao modo de um grupo fechado, mas se esforça igualmente por entrar em contato com os movimentos vivos do presente, na medida em que estes são simpáticos à concepção científica do mundo e renegam a metafísica e a teologia [...] [...] Quer a sociedade caracterizar sua orientação fundamental: Ciência livre de Metafísica [...] A concepção científica do mundo desconhece enigmas insolúveis [...] [...] O método deste esclarecimento é o da análise lógica [...] (HAHN; NEURATH; CARNAP, 1986, p. 9-10).

Essencialmente, a concepção científica do mundo para o Círculo de Viena é,

[...] Em primeiro lugar, empirista e positivista: há apenas conhecimento empírico, baseado no imediatamente dado. Em segundo lugar, a concepção

científica do mundo se caracteriza pela aplicação de um método determinado, o da análise lógica. O esforço do trabalho científico tem por objetivo alcançar a ciência unificada, mediante a explicação de tal análise lógica ao material empírico [...] (HAHN; NEURATH; CARNAP, 1986, p. 12).

Popper (1902-1994)

Um dos aliados a esse grupo de intelectuais empiristas da sociedade de Viena e que depois se emancipou do círculo foi o filósofo Karl Popper. Segundo sua teoria, os enunciados científicos podem ser refutados por uma única observação negativa, mas nenhuma quantidade de observações positivas poderá garantir que a veracidade de uma teoria científica seja eterna e imutável. Popper busca um critério para estabelecer a demarcação científica considerando que o que pode ser ciência é passível de refutação. Todos os enunciados da ciência são passíveis de verificabilidade e falseabilidade por serem enunciados universais. Nesse sentido, a partir do critério de demarcação, Popper desconstrói a imagem tradicional de ciência.

- Ex1: Choverá aqui amanhã → enunciado universal afirmativo passível de ser falseado.
- Ex2: Choverá ou não choverá amanhã → enunciado não passível de refutação.
- Ex3: Todos os cisnes são brancos → enunciado universal afirmativo passível de ser falseado.
- Ex4: Existe um cisne negro → enunciado falseador e particular negativo.

O problema da demarcação em Popper é entendido dessa forma como:

[...] O problema da demarcação é o de encontrar um critério que nos permita distinguir entre enunciados pertencentes às ciências empíricas e outros enunciados, particularmente enunciados pseudocientíficos pré-científicos e metafísicos, mas também enunciados matemáticos e lógicos. Há que distinguir o problema da demarcação de outro problema bem mais importante, o da verdade [...], eu não creio que um critério de verdade seja possível, propositum um critério de demarcação- o critério da falsificabilidade. A minha proposta foi a de que um enunciado (uma teoria, uma conjectura) tem o estatuto de pertencer às ciências empíricas se e só se for falsificável (POPPER, 1987, p. 19).

Para Popper, um enunciado falsificável

[...] tem a ver como a estrutura lógica de enunciados e de classes de enunciados. E não tem nada a ver como a questão de saber se determinados resultados experimentais possíveis haveriam ou não de ser aceitos como falsificações. Um enunciado ou uma teoria é falsificável, segundo o meu critério, se e só se existir, pelo menos um falsificador potencial, pelo menos um enunciado básico possível que esteja logicamente em conflito com ela. É importante que não se exija que o enunciado básico em questão seja verdadeiro. A classe dos enunciados básicos é definida de tal maneira que um enunciado básico descreva um acontecimento logicamente possível, o qual é logicamente possível que possa ser observado (POPPER, 1987, p. 20).

O mecanicismo e o indeterminismo

O mundo de Newton era um mundo de certezas e causas. Vislumbrava a natureza como uma concatenação de acontecimentos interligados cujo futuro certo e determinado podia ser tangenciado pelas equações da mecânica clássica. Todavia, o fim das certezas havia chegado ao começo do século XX. O Princípio da Incerteza de Heisenberg mostrava a impossibilidade de se encontrar o momento e a posição da partícula ao mesmo tempo. As certezas já não existem, quando submetido a uma perturbação, o corpúsculo subatômico altera sua posição inicial. Apesar de indeterminado, o mundo quântico é probabilístico. A partícula pode estar em um lugar mais do que em outro. O elétron está em uma região do espaço denominada orbital. Nessa região existem “lugares” mais prováveis de se encontrar o elétron. É tudo uma questão de probabilidade. Todavia, se existe probabilidade, não existe a completa certeza. A integral da função de onda é soma de todas as probabilidades, ou seja, gera uma certeza. Enfim, esse é o novo mundo quântico de “incertezas” (POPPER, 1988).

Química

Alfred Nobel (1833-1896)

Foi um químico e inventor sueco. Tentou tornar a nitroglicerina um produto mais manipulável juntando-lhe vários compostos que a tornaram uma pasta moldável, a dinamite. Com o ganho do dinheiro de seus inventos criou o prêmio Nobel (SHUCK; SOHLMAN, 1929).

Fritz Haber (1868-1934)

Foi um químico alemão laureado com o Nobel de Química de 1918 pela descoberta da síntese do amoníaco, importante para fertilizantes e explosivos (SMIL, 2004). É também descrito como o “pai da guerra química” por seu trabalho no desenvolvimento e implantação do uso de cloro e outros gases tóxicos durante a Primeira Guerra Mundial, o que obrigava os soldados e os cavalos a usarem máscaras de proteção (DUNIKOWSKA; TURCO, 2011).

Linus Pauling (1901-1994)

Foi um químico quântico e bioquímico dos Estados Unidos. Também é reconhecido como cristalógrafo, biólogo molecular e pesquisador médico. Foi pioneiro na aplicação da mecânica quântica em química. Em 1954 foi contemplado com o Nobel de Química pelo seu trabalho relativo à natureza das ligações químicas fundamentada na mecânica quântica (PAULING, 1940).

Também efetuou importantes contribuições relativas à determinação da estrutura de proteínas e cristais, sendo considerado um dos fundadores da biologia molecular. Generalizou suas ideias nessa área visando a definir a medicina ortomolecular, que ainda é vista como

método não ortodoxo pela medicina convencional. Pauling popularizou suas ideias, análises, pesquisas e visões em vários livros de sucesso, mas controversos, sobre a temática da vitamina C e da medicina ortomolecular (CAMERON; PAULING, 1976).

Niels Henrik David Bohr (1885-1922)

Foi um físico dinamarquês cujos trabalhos contribuíram para o desenvolvimento da mecânica quântica. Ganhou o Nobel em 1922. Embora fosse físico, contribuiu de maneira muito profícua para o entendimento da estrutura atômica. Seu modelo atômico consistia de um modelo planetário com órbitas quantizadas para os elétrons. Embora explicasse os espectros do átomo de hidrogênio, não foi capaz de explicar o comportamento dos demais elementos. O modelo é uma mistura do modelo clássico com tênues contornos quânticos. Os elétrons giram em torno do núcleo em órbitas quantizadas. Quando excitados pelos fótons, os elétrons “pulam” de órbita; quando retornam, emitem energia (AASERUD; HEILBRON, 2013).

Biologia

James Dewey Watson (1928-)

É um dos autores do “modelo de dupla hélice” para a estrutura da molécula de DNA. Pelo trabalho publicado em 1953 na revista Nature foi laureado com o Nobel de Fisiologia ou Medicina de 1962, juntamente com Francis Crick e Maurice Wilkins. A estrutura cristalográfica do DNA foi uma das maiores conquistas da ciência. Todavia essa estrutura não era a única da época. Linus Pauling havia predito uma estrutura cristalográfica tripla hélice para o DNA. Watson e Crick contestaram a estrutura predita por Pauling, conforme trecho a seguir traduzido do artigo *Estrutura do Ácido Desoxirribonucleico*, da Nature.

A estrutura para o ácido nucleico foi predita por PAULING e COREY, Eles gentilmente disponibilizaram seus manuscritos para nós [...] O modelo deles consiste de três cadeias entrelaçadas [...] Em nossa opinião essa é insatisfatória por duas razões. Nós acreditamos que o material esboçado pelos diagramas de Raio X é um sal e não um ácido [...]. Algumas distâncias de Van der Waals parecem ser pequenas [...]. (WATSON; CRICK, 1953)

Alexander Fleming (1881-1955)

A descoberta da penicilina se deu de forma acidental pelo médico e bacteriologista escocês Alexander Fleming em 1928. Pesquisando substâncias capazes de combater bactérias em feridas, esqueceu seu material de estudo sobre a mesa enquanto saía de férias. Ao retornar, observou que suas culturas de *Staphylococcus Aureus* estavam contaminadas por mofo e que, nos locais onde havia o fungo, existiam halos transparentes em torno deles, indicando que este poderia conter alguma substância bactericida (ALEXANDER, 2011).

Física

Nikola Tesla (1856-1943)

Foi um inventor e engenheiro mecânico de etnia sérvia cujo trabalho foi reconhecido nos Estados Unidos. Tesla foi o primeiro a fazer transmissões de rádio sem fio em 1894. Seu nome é associado, ainda, à unidade de campo magnético. Trabalhou com o desenvolvimento do sistema de transmissão de energia em Nova York (LAPLANTE, 1999).

Marie Sklodowska Curie (1867-1934)

Foi uma cientista polonesa naturalizada francesa que conduziu pesquisas pioneiras no ramo da radioatividade. Foi a primeira mulher a ser laureada com um prêmio Nobel e a primeira pessoa e única mulher a ganhar o prêmio duas vezes. No entanto suas pesquisas foram a causa de seu óbito. A exposição aos elementos radioativos lhe causou um câncer fatal. Seus manuscritos originais ainda são radioativos e permanecerão assim por mil e quinhentos anos. Esse fato se dá pela instabilidade das partículas elementares no núcleo. Há uma proporção de prótons e nêutrons presentes no núcleo. Quando essa proporção não é alcançada, o núcleo se torna instável e libera energia na forma de radiação. As radiações são hoje fatores que podem desencadear vários tipos de câncer (NOBEL, 2018).

Ernest Rutherford (1871-1937)

Ernest Rutherford foi o pai da física nuclear. Descobriu a meia-vida dos elementos radioativos deduzindo que, quando um elemento perde sua massa, emite radiação. Seus trabalhos demonstraram a existência de partículas diminutas positivas no átomo. Seu experimento clássico foi o bombardeio de partículas alfa em uma folha de ouro. A reflexão de algumas partículas indicava a existência de partículas positivas no núcleo dos átomos (HEILBRON, 2003).

Albert Einstein (1879-1955)

Albert Einstein foi o cientista responsável por duas grandes contribuições do século XX. A primeira laureou o cientista com o Nobel de Física e explicava a natureza da luz com a experiência do efeito fotoelétrico. Em anos anteriores, Max Planck havia predito a quantização da luz para explicar a distribuição espectral de um corpo sob aquecimento.

Einstein propõe que a luz é composta de pequenos fótons que atingem uma placa metálica e arrancam elétrons a depender da frequência e não da intensidade da luz. Outra contribuição de Einstein foi a relativização do espaço-tempo. O espaço poderia ser dobrado quando submetido à alta gravidade (HEILBRON, 2003).

Mecânica Quântica

A mecânica quântica foi uma teoria desenvolvida a partir da explicação de determinados fenômenos no início do século XX. Max Planck utilizou o conceito de quantização para explicar a distribuição espectral de um corpo sob aquecimento. Einstein utilizou a quantização para explicar o efeito fotoelétrico sob o âmbito de pacotes de energia que viajam no espaço com uma energia associada. O termo *quantum* guarda relação com os pacotes de energia. As novas descobertas levaram a uma nova interpretação da realidade. Werner Heisenberg propôs o princípio da incerteza, mostrando a impossibilidade de se determinar a posição e o momento da partícula ao mesmo tempo. Sai de cena o modelo determinístico de Newton e entra o modelo probabilístico da mecânica quântica. Não há como determinar a posição do elétron. Há de se resolver a equação de Schroedinger para encontrar a função de onda. Essa deve ser integrável para ter significado físico. O resultado são os orbitais, regiões de maior probabilidade de encontrar o elétron.

Hoje, quando apertamos o controle remoto da nossa televisão, estamos enviando fóton a velocidades próximas a da luz. Esses fótons atingirão um sensor fotoelétrico que induzirá uma corrente elétrica que ligará a televisão (JAMES, 2011).

Cientistas percussores da mecânica quântica

Max Planck (1858-1947)

“Um homem a quem foi dada a oportunidade de abençoar o mundo com uma grande ideia criativa não precisa do louvor da posteridade. Sua própria façanha já lhe conferiu uma dádiva maior!” (Albert Einstein, sobre Max Planck).

As palavras de Albert Einstein representam o que foi a contribuição de Planck para a física e a ciência moderna. Ao explicar o aquecimento de corpos sob alta temperatura, era observada a emissão de espectros cuja cor dependia da temperatura do corpo. É bem verdade que foram feitas tentativas de explicar o fenômeno à luz da mecânica clássica, mas seus defensores falharam. Então Planck, magistralmente, assumiu a hipótese da quantização da luz para explicar o experimento do corpo negro. Nasceram assim os primeiros indícios da quebra de paradigmas da física de Newton. Se antes a luz era contínua, agora toma o formato de pacotes viajando a velocidades muito próximas a da luz. O próprio Planck reconhece que sua proposição iria mudar os rumos da Física (PLANCK, 1900). “É verdade, antes a Física era mais simples, harmônica e, portanto, mais satisfatória!” (LQES, 2019).

Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (1887-1961)

Foi um físico teórico austríaco que contribuiu para a mecânica quântica com a equação diferencial que leva o seu nome. Sua equação tem pressupostos ondulatórios clássicos. Foi o

autor do paradoxo do gato de Schrodinger, que reflete a estranha interpretação dada pela mecânica quântica a objetos do cotidiano em que um gato inserido em uma caixa pode estar vivo e morto ao mesmo tempo, o que é correlacionado com a superposição de estados quânticos. A importância da equação de Schrödinger é de tamanho sem igual para a física, química e biologia. Ela permite modelar átomos, moléculas e biomoléculas com algumas aproximações. Embora pareça ser uma equação relativamente simples para sistemas físicos como partículas dentro de caixas, é extremamente complexa para átomos e moléculas (SCHONDINGER, 1929).

Werner Karl Heisenberg (1901-1976)

Foi um físico teórico alemão que recebeu o Nobel de Física em 1932 pela criação da mecânica quântica. Heisenberg desenvolveu o princípio da incerteza. No princípio da incerteza, existe um erro associado à determinação da posição e do momento da partícula ao mesmo tempo. Esse fato é essencialmente válido para a partícula subatômica cuja observação altera o estado da partícula observada. Diferente da mecânica de Newton, não se pode determinar com exatidão o estado da partícula sem cometer o erro associado à constante de Planck (MARIO, 2010).

Max Born (1882-1970)

Foi um físico teórico alemão ganhador do prêmio Nobel de Física em 1954 por suas contribuições nos fundamentos da mecânica quântica. Max Born propôs a formulação da função onda como probabilidade de encontrar o elétron em uma região do espaço. Como era judeu, teve problemas com o partido nazista em 1933, tendo migrado para a Grã Bretanha (BORNE; JORDAN, 1925).

Meados do Século XX e início do Século XXI

Após o fim da Segunda Guerra Mundial, o mundo foi polarizado por duas grandes nações. De um lado, os Estados Unidos como os defensores do mundo capitalista e, do outro, a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas promotoras do comunismo. A polarização ideológica cria um conflito conhecido como Guerra Fria. Na Guerra Fria eram constantes as ameaças de uma hecatombe nuclear entre os EUA e a URSS. Dessa polarização surgem as conquistas espaciais e, conseqüentemente, o desenvolvimento bélico.

Projeto Genoma

O projeto Genoma Humano (PGH) foi fundado em 1990 e James D. Watson, na época chefe dos Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos, assumiu inicialmente a direção. Em 1990, o PGH tinha o envolvimento de mais de 5000 cientistas de 250 diferentes laboratórios, que contavam com um orçamento, segundo diferentes fontes, que variou

de US\$ 3 bilhões a US\$ 53 bilhões. O PGH contou com um financiamento de 3 milhões de dólares do Departamento de Energia dos Estados Unidos e do NIH estadunidense. O projeto contou com o envolvimento de diversos laboratórios e centros de pesquisa ao redor do mundo, criando dessa forma o Consórcio Internacional de Sequenciamento do Genoma Humano. Em 10 de julho de 1999, foi anunciado o primeiro rascunho do genoma humano.

Como a precisão do resultado precisava ser máxima, muita análise e revisão foram feitas de modo que cada base no genoma fosse sequenciada num total de 10 a 12 vezes (GENOMA, 2018).

Projeto Apollo

“Um pequeno passo para o homem e um grande passo para a humanidade.” (Neil Armstrong)

O projeto Apollo foi um conjunto de 17 missões tripuladas com o objetivo de explorar a superfície lunar. Para a execução do programa de lançamento das naves Apollo, foi utilizado o foguete Saturno V cuja dimensão física e potência eram extraordinários. Propelido por uma mistura de oxigênio e hidrogênio líquidos e com mais de 111 metros de altura, gerava a potência necessária para levar as naves Apollo até a Lua. Os lançamentos desse foguete eram um verdadeiro show. Colocado a mais de 5km, gerava uma onda de choque que fazia os prédios da Agência Espacial Americana (NASA) estremecerem. Os voos iniciais até a Apollo 8 foram voos orbitais e de sobrevoo da Lua. Somente a Apollo 11 e as demais (até a 17) pousaram definitivamente na superfície Lunar. As missões trouxeram rochas lunares utilizadas mais tarde para desenvolver as teorias sobre a origem do nosso satélite natural (NASA, 2018).

Projeto Manhattan

Foi um projeto militar para a construção das primeiras armas nucleares durante a Segunda Guerra Mundial. Foi conduzido pelos Estados Unidos com a ajuda do Reino Unido e do Canadá. Durante o período de 1942 a 1946 o projeto foi conduzido pelo Major Leslie Grove do corpo de engenheiros do exército. O físico nuclear Robert Oppenheimer foi o diretor do projeto do laboratório de Los Alamos. O projeto começou modestamente em 1939, todavia cresceu e no seu auge empregava cerca de 130.000 pessoas e um custo de 27 bilhões de dólares. Do total de custos, noventa por cento era para a construção de indústrias de enriquecimento de material físsil. Duas bombas foram desenvolvidas durante a guerra. Uma relativamente simples do tipo de fissão e outra mais complexa baseada na implosão nuclear. Três métodos foram empregados para o enriquecimento do urânio: o eletromagnético, o térmico e o gasoso. O primeiro teste nuclear foi utilizado com bomba baseada na implosão e foi denominado de teste Trinity, em 1945. (HEWLETT; ANDERSON, 1962).

Modelo Padrão

A teoria do modelo padrão foi desenvolvida entre 1970 e 1973. É uma teoria quântica de campos consistente com a mecânica quântica e a relatividade especial. O modelo padrão descreve dois tipos de partículas fundamentais: férmions e bósons. Os férmions são as partículas que possuem o spin semi-inteiro e obedecem ao princípio de exclusão de Pauli, segundo o qual férmions idênticos não podem compartilhar o mesmo estado quântico. Os bósons possuem o spin inteiro e não obedecem ao princípio de exclusão de Pauli (MARCO, 2009).

Química Moderna

As contribuições da teoria quântica na química permitiram um olhar diferenciado sobre o átomo e seus constituintes. Schroedinger propôs uma equação que viabilizou a extração de informações químicas a partir da função de onda. O quadrado integrado da função de onda se constitui na região de probabilidade de encontrar o elétron no espaço.

Em vista dos inúmeros problemas relacionados à resolução da equação de Schroedinger, surgiram aproximações que tornaram tratável a realidade de átomos e moléculas multieletrônicas. A determinação em resolver esse problema culminou na nova teoria do funcional de densidade que deu aos seus desenvolvedores o prêmio Nobel de Química. A compreensão da estrutura do átomo trouxe a possibilidade de se interagir com as unidades mais íntimas da matéria com a espectroscopia. Apesar da inacessibilidade visual de algumas partículas subatômicas, podemos agora sentir seus efeitos via uso dos espectrômetros. A realidade da Química tem ganhado novos status. Usando as modernas técnicas dessa ciência, o cientista consegue conhecer a localização dos átomos ao longo de uma hélice de DNA ou de um alvo proteico. É possível mapear a realidade atômica de alguns organismos mais simples como vírus. A vida em sua infinita complexidade pode ser compreendida em nível atômico e a partir disso podemos construir os remédios que têm revolucionado a medicina moderna. Da profícua imaginação de Demócrito e Leucipo ao átomo moderno, que não conhece fronteiras, a história da ciência caminha sobre aqueles que à luz da razão estabeleceram novas fronteiras e novas conquistas (ANDREAS, 1960).

Peter Higgs (1929-...)

Físico teórico britânico a quem é atribuída a teoria sobre a quebra de simetria na teoria eletrofraca explicando a origem da massa das partículas, o conhecido bóson de Higgs. Essa partícula é de vital importância para o modelo padrão. Em 2012 sua teoria foi confirmada pelo CERN, um acelerador de partículas no qual prótons são acelerados a altíssimas velocidades e colocados em rota de colisão (PETER, 2019).

Walter Kohn (1923-2016) e John A. Pople (1925-2004)

O prêmio Nobel de Química de 1998 foi dividido entre Walter Kohn, pelo desenvolvimento da teoria do funcional de densidade; e por John Pople, pelo desenvolvimento em química computacional. Essas descobertas são particularmente interessantes e complementares. São interessantes, pois possibilitam a predição de propriedades químicas em nível teórico, sistematizando e barateando a descoberta de novos materiais. São complementares, pois a teoria de um só pode ser implementada nos computadores graças ao desenvolvimento de algoritmos computacionais. Desde seu lançamento, o Nobel contemplou 174 descobertas em química (WALTER; KOHN, 2019).

Rupert Sheldrake (1942-...)

Biólogo e autor, é mais conhecido por sua hipótese de campos mórficos e ressonância mórfica, o que leva à visão de um universo vivo e em desenvolvimento com sua própria memória inerente. Trabalhou em biologia do desenvolvimento na Universidade de Cambridge onde foi membro do *Clare College*. Foi fisiologista principal no Instituto Internacional de Pesquisa de Culturas dos Trópicos Semi-Áridos (ICRISAT), em Hyderabad, Índia. De 2005 a 2010 foi diretor do projeto Perrott-Warrick, financiado pelo *Trinity College*, em Cambridge (SHELDRAKE, 2019).

O Prêmio Nobel

Em 27 de novembro de 1895, Alfred Nobel assinou seu testamento dando a maior parte de sua fortuna a uma série de prêmios, conhecidos como Prêmios Nobel. Conforme descrito no testamento de Nobel, o prêmio deveria ser dado à pessoa que fizesse a melhoria ou descoberta mais relevante na química. Contudo houve anos em que o prêmio não foi dado a ninguém, como nos períodos que se seguiram às guerras mundiais. No testamento de Nobel, havia uma menção sobre não ocorrer premiação se não aparecessem notórias descobertas. O prêmio deveria ser guardado para anos ulteriores quando aparecessem verdadeiras contribuições para a ciência. A média de idade para os laureados pelo prêmio é de 58 anos. O cientista mais novo a receber o prêmio foi Frédéric Joliot, que recebeu o prêmio com 35 anos junto com sua esposa Irène Joliot-Curie (Irmã de Marie Curie) sobre a síntese de novos elementos radioativos. O mais velho a ganhar o prêmio Nobel em Química foi John B. Fenn, aos 85 anos, pelos seus trabalhos em análise de biomoléculas utilizando a espectrometria de massa em 2002 (NOBEL, 2019).

Neste capítulo, vimos que o cientista moderno é um homem essencialmente confiante no *modus operandi* da natureza via leis da física e da química. As moléculas agora podem explicar desde a realidade bioquímica das reações do corpo até o sentimento das pessoas. Essa é uma perspectiva reducionista, uma visão de que o todo pode ser explicado pela soma das características das partes individuais. Convidamos o leitor a mergulhar na discussão sobre reducionismo no próximo capítulo.

Referências

ALEXANDER, F. Les Prix Nobel. The Nobel Foundation. Disponível em: «Alexander Fleming Biography». 1945. Acesso em: 27 mar. 2011.

ANDREAS. **From atoms to atom**: The history of the concept atom Harper torchbooks. [s.l.] :The Science library Paperback, 1960.

AASERUD, F.; HEILBRON, J. L. **Love, Literature and the Quantum Atom**: Niels Bohr's 1913 Trilogy Revisited. Oxford: Oxford University Press, 2013.

BERTA M.; CHRISTANDL, M.; COLBECK, R.; RENES, J. M. & RENNER, R. The uncertainty principle in the presence of quantum memory. **Revista Nature Physics**, [s.l.], v. 6, p. 659-662, 2010.

BORN, M.; JORDAN, P. **Zur Quantenmechanik**. Zeitschrift für Physik. 34 (1). [s.l]: [s.n], p. 858-888, 1925.

BOHR, N. On The Constitution of Atoms and Molecules. **Revista Philosophical Magazine**, [s.l.], v.126, p.125, 1913.

CAMERON, E.; PAULING, L. (October 1976). "**Supplemental ascorbate in the supportive treatment of cancer**: Prolongation of survival times in terminal human cancer". Proceedings of the National Academy of Sciences. 73 (10): 3685–9.

DUNIKOWSKA, M.; TURKO, L. 2011 **Fritz Haber**: The Damned Scientist. "Angew. Chem. Int. Ed." 50: 10050-10062.

EINSTEIN, A. On the Eletrodynamics of Moving Bodies. **Revista Anais de Física**, [s.l.] 1905.

GENOMA. National Human Genome Research. Disponível em: <https://www.genome.gov/>. Acesso em: 15 out. 2018.

HAHN, H.; NEURATH, O.; CARNAP, R. **A concepção científica do mundo**. O Círculo de Viena. Cadernos de história e filosofia da ciência.Tradução de Fernando Pio de Almeida Fleck. São Paulo: Fapesp, 1986. v. 10.

HEINBRON, J. L. **The Oxford Companion to the History of Modern Science**. Oxford: University Press, 2003. p. 233.

_____, J. L. **Ernest Rutherford and the Explosion of Atoms**. Oxford: Oxford University Press, 2003. p. 123-124.

HEWLETT, R. G.; ANDERSON, O. E. **The New World**. Pennsylvania. University Park: a State University Press, 1962. p.1939-1946.

JAMES, K. **The Amazing Story of Quantum Mechanics**: A Math-Free Exploration of the Science That Made Our World. Avery; Reprint edition (November 1, 2011).

LAPLANTE, P. A. **Comprehensive Dictionary of Electrical Engineering**. [s.l]: Springer. 635, 1999.

LINUS, P. **The Nature of the Chemical Bond**. J. Phys. Chem, 44 (6), [s.l]: [s.n], p. 827-828, 1940.

LQES LABORATÓRIO DE QUÍMICA DO ESTADO SÓLIDO. Unicamp. Disponível em: ges.iqm.unicamp.br Cultura da Química. Acesso em: 02 mar. 2019.

MARCO, A. M. O Modelo Padrão da Física de Partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l], v. 31, n. 1, p.1306, 2009.

NASA. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/index.html site. Acesso em: 20 jul. 2018.

NOBEL PRÊMIO. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/>. Acesso em: 04 jul. 2019.

NOBEL. Prize in Physics 1903. nobelprize.org. 2011. Acesso em: 07 set. 2018.

PLANCK, M. **On the Theory of the Energy Distribution Law of the Normal**. Berlin :Dtsch phys. Ges., 2, 237, 1900.

PETER, H. Nobel Prize. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2013/summary/>. Acesso em: 2 fev. 2019.

POPPER, K. **O realismo e o objetivo da ciência**. Tradução de Nuno Ferreira da Fonseca. Lisboa: Dom Quixote, 1897.

_____, K. **An Argument for Indeterminism From the Postscript to The Logic of Scientific Discovery**. London: Routledge, 1988.

SHELDRAKE, R. Disponível em: <http://www.sheldrake.org/>. Acesso em: 04 jul. 2019.

SCHRODINGER, E. **Quantisierung als Eigenwertproblem**. Annalen der Physik. 384 (4): 273–376, 1926.

SCHUCK, H.; SOHLMAN, R. **The Life of Alfred Nobel**. London: William Heineman Ltd, 1929.

SMIL, V. **Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production**. Cambridge: MIT Press, 2004.

WALTER.; KOHN. Nobel Prize. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1998/summary/>. Acesso em: 20 jan. 2019.

WATSON, J. D.; CRICK, F. H. C . **Uma estrutura para o Ácido Desoxiribonucleico**. 25 de Abril, Nature, 171, 737-738. 1953.



O REDUCCIONISMO CIENTÍFICO

A redução de um problema ao ínfimo limiar da matéria conhecida é comum nos meios de comunicação. A molécula que vai curar o câncer ou a molécula do amor passaram a permear os noticiários eivados de propaganda ideológica, quando não dizer comercial. Mas, efetivamente, pode-se reduzir a vida humana ao comportamento de moléculas? Essa é uma pergunta que tem estupefadoras respostas não propagadas pela mídia. Imaginemos que queiramos descrever a fisiologia humana sobre aspectos eminentemente moleculares ou mesmo atômicos. O limiar da descrição deve se restringir aos átomos que diferem essencialmente entre si devido a sua distribuição eletrônica. Além disso, nos deparamos com a indistinguibilidade das partículas, tornando tudo essencialmente igual. Esclarecendo, o que distingue você de uma rocha é a disposição dos elétrons ao redor dos núcleos dos átomos constituintes do seu corpo. Em um nível mais elementar, “tudo” seria igual. Sabendo disso, podemos explicar tudo pela composição de átomos e moléculas?

A Equação de Schroedinger explica o comportamento de átomos e moléculas. É uma equação diferencial parcial de segunda ordem cuja solução é um ente abstrato, a função de onda só tem significado físico caso seja integrada. Da função de onda integrada são retiradas as propriedades químicas de átomos e moléculas. É interessante notar que a mecânica quântica parte de uma proposição essencialmente matemática para se chegar a conceitos físicos, mensuráveis por algum espectrômetro, talvez. Das propriedades químicas podemos inferir propriedades biológicas, como aquelas presentes na molécula de DNA, a molécula da vida, em que estão presentes estruturas químicas explicáveis através do arranjo de átomos que, por sua vez, podem ser derivadas da Equação de Schroedinger.

Por fim, com a disposição geométrica da molécula de DNA pode-se determinar o *modus operandi* dela e prever as características físicas de um indivíduo e, conseqüentemente, sua propensão a doenças de todos os gêneros. Não só isso, a partir do DNA pode-se prever a estrutura de enzimas biológicas que realizam reações químicas vitais no corpo e que constituem a essência da nossa fisiologia. A origem das partículas elementares pode ser explicada pelo modelo padrão em colisões de partículas. Está aí a teoria de tudo, um belíssimo reduccionismo do ser humano a átomos e moléculas.

Agora vamos recontar a história do parágrafo anterior a partir de fatos e resultados reais. A Equação de Schroedinger que outrora explicava a essência de átomos e moléculas só tem solução analítica para o átomo de hidrogênio. O átomo de hidrogênio tem em sua estrutura um próton e um elétron interagente, enquanto os demais possuem muito mais prótons e elétrons. Então, a Equação de Schroedinger só serve para o átomo de hidrogênio?

Não. Aproximações devem ser feitas para que a equação se estenda aos demais átomos e, conseqüentemente, a moléculas. Uma aproximação conhecida é aquela de Hartree, em que a interação elétron-elétron em um sistema multieletrônico é substituída pela interação de um elétron com o campo médio dos demais elétrons. Todavia na natureza não é assim, a teoria quântica reconhece isso. Porém, para que a aplicabilidade da equação não fique reduzida a sistemas moleculares simples, se faz necessária essa aproximação. O que isso quer dizer? Temos aí a primeira distanciação da realidade em si. Não quero dizer que os resultados dessa nobre área da ciência não sejam valorosos e aplicáveis a uma gama de problemas, todavia não é uma leitura exata da realidade, ainda que seus resultados possam ser comparados com dados experimentais de espectroscopia, há um erro associado ao cálculo.

Continuemos com nossa empreitada. A natureza probabilística dos corpos microscópicos não é verificada em corpos macroscópicos. O princípio da correspondência vai dizer que o erro na medida física em um corpo macroscópico é ínfimo quando comparado àqueles presentes em corpos microscópicos como os elétrons. Tanto é verdade que até o início do século XX a realidade macroscópica era e é explicada pelas equações de Newton, que são equações determinísticas. Isso significa que não há necessidade de evocar a teoria quântica para explicar o comportamento de sistemas macroscópicos. A redução do problema macroscópico (como a redução dos problemas fisiológicos humanos a átomos) a átomos e moléculas fica um tanto comprometida nesse caso.

Voltemos a nossa jornada. Outro problema decorrente do primeiro é um procedimento físico adotado para simplificar o problema e reduzir o problema mais complexo a um problema mais simples, ou seja, há uma distanciação da realidade do experimento propriamente dito. O mundo real não faz essa distinção, resolve os “problemas” sem simplificações ou reduções. Isso de fato destrona o imperialismo do reducionismo, pois não há como explicar a totalidade a partir do estudo dos compostos individuais como átomos e moléculas. O que importa nesse caso é a interação dos corpos, e isso é irreduzível. Então não posso reduzir a realidade fisiológica humana a átomos e moléculas. O todo é diferente de suas partes individuais. Não há como criar a teoria de tudo. A explicação da individualidade quântica em nada interfere na realidade biológica de nossa fisiologia cuja natureza é determinista. Enfim, não há uma linha contínua entre micro e macroscópico, portanto o reducionismo é uma vaga tentativa de endeusamento da ciência para fins espúrios, não essenciais. O fim último da ciência é inquirir a realidade sem pressupostos cientificistas ou reducionistas.

Por Daniel Augusto Barra de Oliveira

10

CIÊNCIA NO BRASIL

A história da ciência no Brasil tem início com a chegada da família real portuguesa à colônia. Dom João VI trouxe um pouco da realidade acadêmica europeia para o Brasil. O governo criou a Academia Naval Real e a Academia Militar Real (escolas das forças armadas), a Biblioteca Nacional, os jardins botânicos reais, a Escola de Cirurgia da Bahia e a Escola de Anatomia, Medicina e Cirurgia do Rio de Janeiro. Durante os períodos pós-independência houve um tímido crescimento da ciência, em sua maior parte vivenciado por naturalistas do exterior interessados na gigantesca biodiversidade brasileira. Grandes naturalistas internacionais estiveram por aqui, como Charles Darwin, Maximilian Zu Wied-Neuwied, Carl Von Martius, Johann Baptist Von Spix, Alexander Humboldt, Augustin Saint-Hilaire, Baron Grigori Ivanovitch Langsdorff, Friedrich Sellow, Fritz Müller, Hermann Von Ihering, Emil Goeldi e outros. Como exemplo clássico da visita de naturalistas estrangeiros ao Brasil temos Charles Darwin. Em 1833, o navio de Darwin, Beagle, atracou no Rio de Janeiro, deixando o naturalista estupefato com a biodiversidade brasileira (FITZHOY, 1839).

Dom Pedro II e a ciência no Brasil

Dom Pedro II era filho de Dom Pedro I e de Dona Leopoldina. Ele regeu seu império sob uma monarquia parlamentarista, semelhante àquela existente ainda na Inglaterra. O imperador se considerava cientista, tinha um pequeno observatório astronômico no palácio imperial de São Cristóvão e um laboratório de Química. Foi grande incentivador da fotografia no seu tempo. Adquiriu o primeiro telefone desenvolvido pela companhia de Graham Bell e o instalou em sua casa de veraneio em Petrópolis. Dom Pedro II foi membro de diversas academias de ciências, como a Academia Francesa de Ciência.

Dom Pedro II fez visitas internacionais e ficou admirado com os modelos universitários. Em 1876 visitou os EUA e ficou impressionado com a ciência vivenciada no norte do continente.

Antes do almoço fui à Universidade. Belo edifício. Gostei muito de ver o gabinete de Física [...]. Depois de jantar fomos à Academia das Belas Artes, lindo edifício que custou mais de 400.000 dol. de subscrições, e tem uma muito notável coleção de estátuas e quadros [...]. O diretor da Academia é um homem de muito bom gosto e de caráter jovial e simpático. Chama-

se Claghorn. [...] A nora toca muito bem piano e recreou-me os ouvidos com músicas de Mozart e Mendelssohn. [...] À noite recebi no meu salão membros escolhidos das comissões para conversarmos sobre a exposição e finalmente fui descansar à meia-noite (DIÁRIO, 2019).

Dom Pedro II cultivava afeição pela química. Existe um documento manuscrito em 1879 que se encontra arquivado na Fundação Maria Luísa e Oscar Americano, em São Paulo, que demonstra o conhecimento químico do soberano. O documento trata de anotações sobre a descoberta de novos elementos químicos. Segundo Eça de Queirós,

Os políticos mais cultos reconheciam os seus serviços ao Império, mas seu feitio excessivo de sócio do Instituto da França desagradava-os [...]. O Imperador se concentrava na especialidade da Arqueologia, da Filosofia e da Astronomia, o que o tornava pouco estimado como homem superior, uma vez que nas manifestações da inteligência, os brasileiros só se interessavam pela Eloquência e pela Poesia (DIÁRIO, 2018).

Era notório o interesse do soberano pela ciência em geral.

Oswaldo Cruz (1872-1917)

Oswaldo Cruz iniciou os estudos de doenças tropicais no Brasil. Devido ao seu profícuo trabalho, foi homenageado internacionalmente no Congresso de Higiene e Demografia em 1917. Foi um dos fundadores da Academia Brasileira de Ciências, assumindo no ano de 1916 a prefeitura de Petrópolis, no Rio de Janeiro (BRITO, 1995).

Carlos Chagas (1879-1934)

Carlos Chagas foi um biólogo, médico e sanitarista com notáveis contribuições na clínica médica e pesquisa. Seu mais notório trabalho foi a descoberta do *trypanosoma cruzi*, protozoário que causa a Doença de Chagas. Sua fama lhe rendeu títulos de *honoris causa* em universidades como a de Harvard. Sucedeu Oswaldo Cruz na direção do Instituto Oswaldo Cruz (SCILIAR, 2002).

César Lattes (1924-2005)

Foi um físico brasileiro que trabalhou na descoberta do *méson pi*. É um dos físicos brasileiros mais notáveis. Ajudou a fundar o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Foi professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente a plataforma curricular que demonstra os títulos e méritos acadêmicos leva o seu nome.

O CNPq

“Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), agência do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), tem como principais atribuições fomentar a pesquisa científica e tecnológica e incentivar a formação de pesquisadores brasileiros”. O CNPq é uma agência de fomento à pesquisa científica no país. Essa agência financia projetos de pesquisa e o pagamento de bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado (APRESENTAÇÃO, 2018).

A Capes

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) é uma agência de fomento ligada ao MEC que atua na expansão e consolidação das pós-graduações do país. A Capes também oferta bolsas para iniciação científica, mestrado e doutorado.

Ciência no Brasil

A ciência no Brasil é quase que inteiramente adstrita às universidades públicas, embora haja exceções como a Embrapa, Fiocruz, Instituto Carlos Chagas, centros de excelência em pesquisa. Diferentemente de outros países, a pesquisa no Brasil é quase que toda financiada com dinheiro público. Não há ainda aqui uma mentalidade do setor privado associada à pesquisa científica. Essa é uma situação calamitosa, pois restringe os orçamentos da pesquisa a decisões políticas e econômicas.

Em geral, os professores das universidades mantêm os laboratórios de pesquisa financiados por agências de fomento como o CNPq. O dinheiro dessa e de outras agências de fomento é usado para manter laboratórios de pesquisa, pagar bolsas de alunos de iniciação científica, mestrandos, doutorandos e pós-doutorandos. Há grupos de pesquisa difundidos pelo Brasil com parcerias nacionais e internacionais. Em geral, além de realizar pesquisa, o pesquisador deve ministrar aulas na graduação e pós-graduação. Há também as bolsas de produtividade, incentivo ao pesquisador que publica artigos de qualidade em tempo hábil. Contudo, como já citado anteriormente, a pesquisa ainda está estritamente ligada ao governo.

O Brasil ainda continua a produzir matéria-prima básica para exportação e a importar tecnologia de ponta. As indústrias, em geral, não produzem suas tecnologias aqui. O desenvolvimento tecnológico acontece em suas matrizes internacionais e a parte ordinária em geral, ou o produto já consolidado, é feito no Brasil. Isso, de fato, leva o Brasil a um status de país meramente produtor de matéria-prima. Existem inúmeras explicações para esse problema, como a baixa valorização profissional de quem trabalha ou ensina ciência. Enquanto em países desenvolvidos há um orgulho associado às produções tecnológicas e científicas, no Brasil há um repúdio generalizado à ciência em geral. Os jovens brasileiros em sua maioria consideram a ciência chata e difícil. Esse é um ponto que deve ser trabalhado aqui no Brasil.

Mesmo no status governamental é muito mais interessante para o governo pagar um salário alto para um burocrata estatal do que para um cientista. É importante o impacto que isso traz para nossa economia. Como o cientista e a produção científica não são valorizados

por aqui, acabamos por pagar mais caro pelas mesmas tecnologias que existem nos países desenvolvidos. O que torna em prática a tecnologia de ponta acessível apenas àqueles que possuem maior renda salarial.

Enfim, é bom lembrar que o que nos torna diferente dos nossos ancestrais é a produção tecnológica e científica. Graças à química podemos sintetizar antibióticos que combatem infecções. A biologia ajuda no mapeamento genético de doenças a partir da genética. A física, por sua vez, provê toda a estrutura de carros, edificações e cidades. Tudo o que foi construído e que caracteriza a civilização moderna vem da ciência. É preciso que olhemos de modo diferenciado para a ciência no Brasil.

Filósofos brasileiros da ciência

Há no Brasil filósofos importantes da ciência que nos trazem modelos interessantes de como olhar a ciência sob o aspecto filosófico. Eles são e foram importantes divulgadores da visão filosófica e científica no Brasil.

Hilton Japiassu (1934-2015)

Doutor em Filosofia e especialista no campo de epistemologia e história da ciência, Japiassu considera que a filosofia da ciência significa o primeiro discurso da ciência que começou com os filósofos da Antiguidade Clássica.

[...] todas as filosofias desenvolveram espontaneamente uma teoria do conhecimento e uma filosofia das ciências tendo por objetivo, quer evidenciar os meios de conhecimento científico, quer elucidar os objetos aos quais tal conhecimento se aplica, quer fundar a validade deste conhecimento [...] (JAPIASSU, 1934, p. 25).

Assim, a epistemologia ou filosofia da ciência constitui o princípio e o fundamento das ciências porque serve de estudo sobre como a ciência poderá alcançar seus objetivos.

A filosofia é responsável por produzir o discurso das ciências exprimindo suas limitações, seus métodos e teorias, buscando simultaneamente os princípios que condicionam o estatuto de ciência, “[...] Atualmente são os próprios cientistas que se interessam por refletir sobre o que fazem [...]” (JAPIASSU, 1934, p. 30). É através da reflexão filosófica que as ciências definem a linguagem lógica e o contato com os fatos.

Fazer filosofia da ciência para Japiassu é levar em consideração seu caráter histórico, teórico, lógico e epistemológico, pois caracterizam-se sobre os “[...] exames das condições reais de produção dos conhecimentos científicos [...]” (JAPIASSU, 1934, p.38), por ser uma preocupação com a gênese e a estrutura dos conhecimentos que tem por base a reivindicação do saber científico.

Sem a filosofia as ciências seriam fatos puramente descritivos e imprecisos. De fato, todo cientista “[...] torna-se filósofo, é obrigado a isto pelos problemas que encontra em suas abordagens, a natureza da explicação, natureza dos fatos, validade dos procedimentos etc.”. (BRUYNE; HERMAN; SCHOUTEETE, 1934, p. 34).

José Bonifácio (1763-1838)

[...] O doutor José Bonifácio de Andrada e Silva [...] Laureado em ambas as faculdades, a de filosofia e a de leis, ei-lo aí ao mesmo tempo naturalista e juriconsulto, compreendendo como filósofo na sua indissolúvel traveção e unidade as ciências do universo físico e as ciências do mundo social [...] (PAIM, 1971, p. 36).

Filósofo e cientista brasileiro que descobriu novas espécies minerais, como Petalite, Spodumene e Scapolite que até hoje fazem parte dos tratados de minerologia. Bonifácio revelou ao mundo as novas descobertas científicas a partir de seus estudos em minas da Suécia e da Noruega (PAIM, 1971), onde construía uma vasta e riquíssima base científica repleta de experimentos e observações. É a partir de José Bonifácio que a indústria mineral e a botânica proporcionaram diversos e inestimáveis avanços sobre a ciência.

Referências

APRESENTAÇÃO. Disponível em: http://www.cnpq.br/web/guest/apresentacao_institucional. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Acesso em: 14 nov. 2018.

AS CARTAS DE CHARLIS DARWIN – **Uma seleta , 1825-1859**. Editadas por Frederick Burkhardt. Brasília: Unesp, 1998.

BRITTO, N. **Oswaldo Cruz**: a construção de um mito na ciência brasileira. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1995. 144 p.

BRUYNE, P.; HERMAN, J.; SCHOUTHEETE, M. **Dinâmica da pesquisa em ciências sociais**: os pólos da prática metodológica. Tradução de Ruth Joffily. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1934.

DOM PEDRO II. Diário: Viagem de Pedro aos Estados Unidos, 1876. Disponível em: <http://museuimperial.museus.gov.br/diario-d-pedro-ii/5466-22-06-1876.html>. Acesso em: 24 out. 2018.

JAPIASSU, H. F. **Introdução ao pensamento epistemológico**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1934.

LATTES. Disponível em: «Breve Histórico de César Lattes, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas.» www.cbpf.br. Acesso em: 03 nov. 2005. Arquivado do original em 11 de fevereiro de 2005.

LYRA, H. História de D. Pedro II. Belo Horizonte: Itatiaia, v. 2, p. 96, 1977. Disponível em: http://cnpq.br/apresentacao_institucional. Acesso em: 23 out. 2018.

PAIM, A. **Filosofia no Brasil**. Rio de Janeiro: PUC, 1971.


ROY, F. R. **Voyages of the Adventure and Beagle**. Londres: Henry Colburn, 1839. v. 2.

SCLIAR, M. **Oswaldo Cruz & Carlos Chagas**: o nascimento de ciência no Brasil. São Paulo: Odysseus, 2002.

SOBRE OS AUTORES

Daniel Augusto Barra de Oliveira - possui um doutorado pela Universidade de Brasília. Já lecionou em duas universidades públicas: A Universidade Estadual de Goiás e a Universidade Federal do Tocantins. Atualmente como professor Adjunto da Universidade Federal do Tocantins leciona a mais de cinco anos a disciplina História da Ciência para os cursos de Química, Física e Biologia.

Cássia Araújo de Oliveira - possui graduação em filosofia, especialização em filosofia da educação e mestrado em educação pela Universidade Federal do Pará com ênfase nas seguintes áreas de atuação: filosofia da diferença, ensino de filosofia e atualmente em filosofia da ciência. Trabalha como professora de filosofia pela rede estadual de ensino Escola Salesiana do Trabalho. Produziu artigos e trabalhos publicados em anais de evento e é responsável pelo projeto em andamento “O ensino de filosofia e a música no mundo dos elementos digitais”.



A história da ciência é a história mais contagiante da humanidade. Nessa história as discussões mais arraigadas convergiram para as conquistas tecnológicas e intelectuais da humanidade. Essa história começou com discussões filosóficas que guiaram a humanidade através das conquistas tecnológicas. Por fim o mundo repousou sobre os alicerces daqueles que não se conformaram em apenas viver suas vidas, mas transformar as suas realidades com a arte do pensamento racional.

