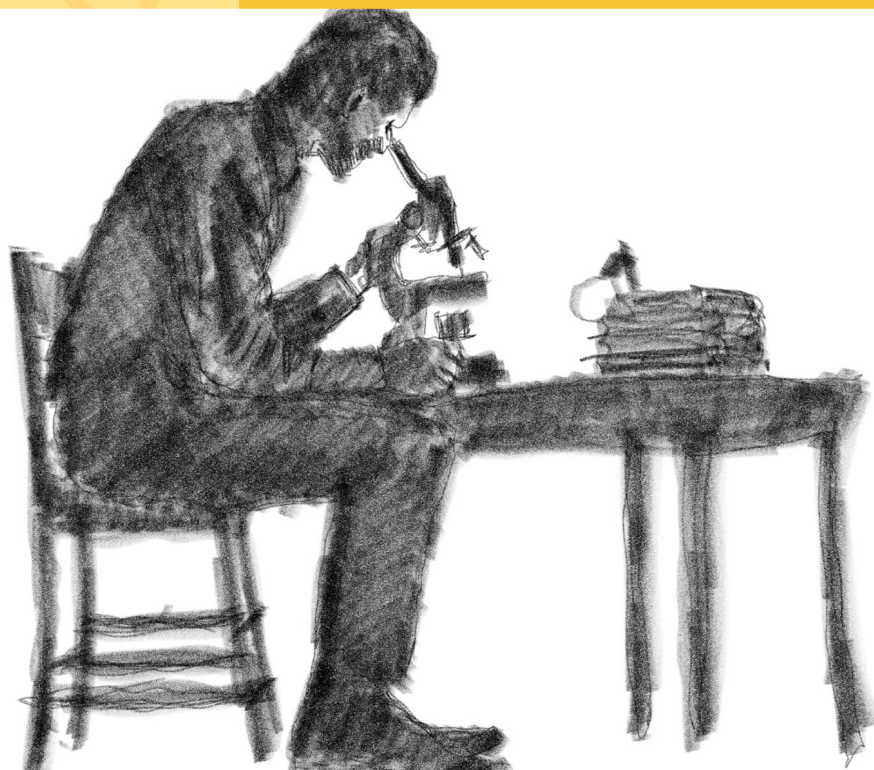


Gonzalo Velasco C.

Princípios de **História,** **Filosofia** ^{da} **ciência,** **e metodologia científica**



**PRINCÍPIOS DE HISTÓRIA, FILOSOFIA DA
CIÊNCIA, E METODOLOGIA CIENTÍFICA**

PRINCÍPIOS DE HISTÓRIA, FILOSOFIA DA CIÊNCIA, E METODOLOGIA CIENTÍFICA

Gonzalo Velasco C.



Diagramação: Marcelo Alves

Capa: Gabrielle do Carmo

Imagem de Capa: Jorge A. Pezaroglo

Revisão: Prof. Dr. Sírio López Velasco, Profa. Maria de Fátima Colvara, Prof. Dr. Getulio Rincon Fo., Prof. Dr. Jorge Pablo Castello



A Editora Fi segue orientação da política de distribuição e compartilhamento da Creative Commons Atribuição-Compartilhamento 4.0 Internacional https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR



O padrão ortográfico e o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Da mesma forma, o conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu respectivo autor.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V433p

Velasco Canziani, Gonzalo

Princípios de história, filosofia da ciência e metodologia científica [recurso eletrônico] / Gonzalo Velasco Canziani. – Cachoeirinha : Fi, 2025.

145p.

ISBN 978-65-5272-058-0

DOI 10.22350/9786552720580

Disponível em: <http://www.editorafi.org>

1. Metodologia científica – História – Filosofia da ciência. I. Título.

CDU 001.8:94:101

Para Gladys María, Ney, Pascoal, Clara e Aninha

SUMÁRIO

Prólogo	9
Sobre o autor:.....	10
Gravuras:.....	11

PARTE I

Introdução	15
-------------------	-----------

1	17
----------	-----------

Formas de entender o mundo

2	21
----------	-----------

Então, o que é “ciência”?

Ciência:	21
Filosofia:	22
Epistemologia:.....	22
Razão:.....	23

3	27
----------	-----------

Desenvolvimento histórico das ciências

Alguns cientistas pré-socráticos	30
Os socráticos de Atenas	34
A Idade média.....	40
A Era Moderna e a Contemporânea.....	47
Renascimento, humanismo, racionalismo, iluminismo e positivismo.....	47

4	65
----------	-----------

Indução, Dedução e Abdução

PARTE II

5	69
----------	-----------

Estruturação e objetivos dos projetos e artigos científicos

O início: gênese dos trabalhos de pesquisa.....	69
Níveis e tipos de pesquisa.....	72
Fontes de informações	74

As hipóteses nos trabalhos de pesquisa	80
As hipóteses são sempre necessárias?	81
Como surgem as hipóteses?	81
E de quantas hipóteses precisamos?	82
Construção dos projetos	83
A divulgação dos resultados da pesquisa	89
Publicando artigos científicos em periódicos.....	90
Qual é o processo que se segue para publicar?	91
Os periódicos científicos	96
Fatores de Impacto dos artigos, periódicos e pesquisadores	98
As partes de um trabalho, manuscrito ou tese.....	102
O Título	103
A autoria e filiação profissional	104
O Resumo	105
As Palavras-chave	106
A Introdução.....	106
O Material e os Métodos	107
Os Resultados	109
A Discussão.....	110
Os Agradecimentos	111
A Bibliografia ou as Referências bibliográficas	112
Outras partes	112
As notas breves.....	113
Cuidados importantes ao escrever artigos científicos	113

PARTE III

6

121

Dissipando a poeira: as falsas dicotomias entre ciências e religiões, razão e fé

O homem: um animal político, científico e religioso	121
A raiz dupla do problema.....	124
A ciência é para os inteligentes e cultos, e a religião não?	125
A religião atrapalha o desenvolvimento da ciência?	126
A ciência pode explicar tudo?	128

Epílogo

135

Agradecimentos

137

Referências

139

PRÓLOGO

Ao longo da nossa educação e formação acadêmica, certamente lemos muitos textos (também assistimos a palestras, seminários, debates, documentários, audiovisuais, etc.) e vamos aprendendo, subindo na nossa espiral de conhecimento. Quando fui convocado, há mais de uma década, pelo nosso Programa de Pós-Graduação para ministrar a disciplina de “Metodologia Científica, Projetos e Seminários”, foi uma nova oportunidade de revisitar, agora com um objetivo e responsabilidade concreta, o material de disciplinas como a de Epistemologia, que cursei na minha Graduação e a de Metodologia Científica, na Pós-Graduação. Material específico, clássico e novo, tornou-se leitura obrigatória. A cada ano, surgia um texto, uma frase, um dado que aprofundava ou ampliava o horizonte desse mar de conhecimentos que nunca poderemos abraçar mas, tal como disse Isaac Newton, na beira do qual podemos brincar com curiosidade e humildade. Muito embora a base seja de algumas décadas dedicadas às ciências naturais e um pouco das exatas (pelos modelos matemáticos ou estatísticos que se usam para descrever processos ou testar hipóteses), também sempre houve um pouco de ciências humanas acompanhando as reflexões deste modesto autor.

A ciência vem evoluindo há 27 séculos, muitas coisas mudaram e outras continuam sendo feitas como antigamente. Por quê? O objetivo deste texto é informar, inspirar e instigar aos jovens pesquisadores. Nascemos com vocação de cientistas, mas devemos desenvolver essa vocação e aprender, dia após dia, a exercitá-la melhor.

Bertrand Russell (2017), citando o poeta alexandrino Calímaco disse que “um grande livro é um grande mal”; então vamos produzir um pequeno. Além das referências originárias da literatura formal (a única aceita em periódicos arbitrados, por exemplo) que será citada, no mundo moderno não podemos desperdiçar qualquer informação que está disponível na rede mundial eletrônica, a internet. Assim, teremos que citar algumas fontes que estão disponíveis nesse mundo digital (vídeos, palestras, debates e blogs). Buscamos minimizar estas citações e deixar as que parecem menos efêmeras e mais consistentes.

Sobre o autor:

Gonzalo Velasco Canziani é uruguaio, e formou-se em Ciências Biológicas na Facultad de Ciencias de la Universidad de la República (UdelaR, Montevideu, Uruguay). Posteriormente, veio ao Brasil para dar continuidade aos estudos de Pós-Graduação na área de Oceanografia Biológica, na Universidade Federal do Rio Grande (FURG, Rio Grande), onde desenvolveu trabalhos de oceanografia pesqueira, dinâmica de populações e ecologia de sistemas sujeitos à extração de recursos vivos, incluindo a modelagem quantitativa de ecossistemas aquáticos. Fez um pós-doutorado no Instituto de Ecologia da Universidade Estadual Paulista (Unesp, Rio Claro) e outro na FURG. Trabalhou no Instituto Nacional de Pesca, em Montevideu, e na Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República, em Brasília e na Estação de Apoio Antártico da FURG, antes de se tornar docente do Instituto de Oceanografia da FURG. Neste instituto, ministra disciplinas como “Avaliação e manejo de recursos pesqueiros” (e, brevemente, “Introdução à Oceanografia”), para alunos de Graduação, e “Metodologia científica, projetos e seminários” e “Introdução à modelagem ecológica

de ecossistemas aquáticos” para alunos de Pós-Graduação. Muito embora as ciências naturais sejam sua vocação primária (apaixonado pela biologia, sobre tudo, mas também observando com curiosidade a paleontologia e a astronomia), sempre se viu atraído pela reflexão e o debate filosófico e algumas áreas das ciências humanas. Assim sendo, já com mais de 50 anos de idade, voltou à universidade para estudar e se formar em Teologia no Centro Universitário Internacional Uninter. É autor de alguns artigos científicos formais, artigos de difusão, capítulos de livros, textos na área das humanidades, e um dos fundadores e editores do *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, um periódico científico digital e gratuito, desde 2006.

Gravuras:

Neste livro são introduzidas, oportunamente, obras de arte originais e sugestivas do talentoso artista uruguaio Jorge Alfredo Pezaroglo Martins, grande amigo do autor.

PARTE I



INTRODUÇÃO

O ser humano, além de inteligente, é curioso e questionador, desde suas origens. As diversas espécies ou subespécies (KO, 2016) de hominídeos pré-históricos observavam, analisavam as alternativas, pesquisavam, e avançavam tecnologicamente. Ao longo da história, a humanidade vem buscando conhecer e entender melhor o mundo, tanto nos aspectos do funcionamento da natureza, como da própria existência e consciência humanas. Assim, foram se desenvolvendo, ao longo dos últimos vinte e oito séculos, paralelamente ou associadas, as ciências naturais (astronomia, biologia, física, medicina, etc.), as exatas (matemáticas e afins), e as humanas (filosofia, teologia, sociologia, história, etc.) (SAGAN, 1982; GYATSO, 2002; FERRY, 2006; LENNOX, 2009; JOÃO PAULO II, 2010; LÓPEZ, 2014; RUSSELL, 2017).

Desde antes desse período, os pensadores têm conjugado, de diferentes formas, suas ideias de como está constituído e como funciona o mundo, do que é transcendente ou não-transcendente. Visto que somos seres racionais, buscamos, como humanidade, a melhor explicação para fenômenos e coisas que observamos e nos afetam. Todos nos perguntamos, não só os adultos mas até as crianças, sobre o universo que nos rodeia e nossa própria existência, sobre a origem e o significado de tudo e de cada coisa, ou por que existe algo em vez de nada (FERRY, 2006; KOCHÉ, 2007; LENNOX, 2009, 2021; JOÃO PAULO II, 2010; HAWKING & MLODINOW, 2010; Warburton, 2012; LÓPEZ, 2014; RUSSELL, 2017; McGrath, 2022). A ideia de que essas perguntas mais fundamentais somente podem ser validamente respondidas pela ciência é relativamente recente. Autores como Eastbrook (1977), Garros (2016) e

Lennox (2009, 2021) relatam que depois do iluminismo e particularmente nos últimos 150 anos, esta noção, de que somente a ciência traz respostas válidas, vêm primando na sociedade ocidental. Alguns chamam a essa tendência de “cientificismo” (BERLINSKI, 2009; LENNOX, 2009, 2021). Ainda, uma indesejável dicotomia entre as ciências, separando as naturais e exatas das humanas foi se gestando neste último período da história (era moderna e pós-moderna), relatam esses autores e outros.

Sem dúvidas as ciências foram, são e serão importantes para nosso conhecimento e entendimento do universo e para nossa própria sobrevivência, inclusive. Porém, se discute se podem ou não responder a todas as nossas questões (*e.g.* LENNOX, 2019; 2021; CARREIRA & GONZALO, 2022). Mas, antes de discutir quaisquer aspectos do conhecimento, vamos rever alguns conceitos básicos.

1

FORMAS DE ENTENDER O MUNDO

De uma forma muito interessante, Volpato (2004, 2013) diz que a humanidade tem cinco formas de ver, entender, e explicar o mundo: I) a ciência, II) a filosofia, III) a religião, IV) a arte, e V) a loucura. Vejamos brevemente cada um delas.

I) Segundo Volpato (*op. cit.*) e também outros autores, na abordagem das ciências é fundamental o aspecto empírico ou experimental (aqui Volpato separa a filosofia das demais ciências). Nesta, a obtenção de conhecimento dá-se pela contraposição de enunciados teóricos com o mundo real, físico (acrescentamos que podem ser dados palpáveis ou não). A ciência utiliza o discurso lógico e assume que o conhecimento é provisório: as “leis” podem ser mudadas, falseadas se houverem novos dados como afirmou o filósofo Karl Popper (KOCHE, 2007; RAMPAZZO, 2010; WARBURTON, 2012). Ainda, a ciência não busca necessariamente a “verdade última” do universo; algumas vezes se contenta com descobrir e entender as leis subjacentes aos fenômenos observados e como as coisas se relacionam entre si.

II) A filosofia (que também é uma ciência) também usa o discurso lógico, mas nesta abordagem não é necessário contrapor as ideias e conclusões ao mundo físico, somente submetê-las ao debate racional teórico; reconhece a incapacidade do homem em conhecer ou ter consciência das verdades absolutas, Busca a “felicidade” ou a realização na existência pela razão, o entendimento do cosmos, e a produção de conhecimento que ficará para a posteridade e não pela fé cega em um

ser superior (VOLPATO, 2004, 2013; FERRY, 2006; LÓPEZ, 2014; RUSSELL, 2017). Contrapõem-se, originariamente, aos mitos e à religião, não às demais ciências, embora tenham diferenças, hoje; veremos, mais adiante que, na antiguidade, todas as ciências eram mais próximas.

III) O termo religião deriva do termo latino *religare*, que significa religar, reconectar o homem com um (ou mais de um) Ser superior, criador do universo e do próprio ser humano, já que alguns dizem que a essência do homem é divina (por essa origem). Diferentes abordagens buscam essa conexão, entendimento, e a felicidade, baseada em determinadas normas de ação, princípios morais e dogmas. O Ser criador geralmente é imaterial, atemporal e eterno, externo e anterior ao universo, ou não. Algumas culturas têm mais de um deus e mais de uma religião. Basicamente, todas as culturas, ao longo da história, têm algum tipo de religião. A grande diferença desta abordagem com as ciências é que existem os dogmas: princípios considerados verdades absolutas que, uma vez descobertas ou reveladas, e definidos, são imutáveis, não falseáveis, e são aceitos pela “fé” (FERRY, 2006; LENNOX, 2021). Esta abordagem não é contrária à ciência ou oposta a ela em todos os aspectos, mas por essa eventual não-necessidade de prova palpável, substituída pela fé, se diferencia daquela outra abordagem. É anterior à Filosofia e à Ciência e, agora coexistem. O ativista, teólogo e Pastor Evangélico estado-unidense, Martin Luther King Jr. (1929 – 1968) teria dito (RICE, 2021), acertadamente, que “a ciência investiga; a religião interpreta. A ciência dá ao homem conhecimento, que é poder; a religião dá ao homem sabedoria, que é controle. A ciência lida principalmente com fatos; a religião lida principalmente com valores. As duas não são rivais, elas são complementares”.

IV) Ao contrário das outras opções anteriores, a arte não está presa ao mundo físico ou metafísico (além da física), nem está preocupada com o discurso lógico ou a verdade. Interessa-se pela estética, a harmonia (ou não!), por interpretar e transmitir sentimentos abstratos, inclusive. Mesmo que descreva o mundo (escola realista), não tenta compreendê-lo, de fato. Os artistas transmitem suas ideias sobre o mundo, a vida, os sentimentos, através de suas obras; também é uma forma de expressão das mais antigas da humanidade; lembremos das pinturas rupestres pré-históricas, por exemplo.

V) A loucura, segundo Volpato (*op. cit.*) não vê ou descreve o mundo como as abordagens anteriores. Coerência, harmonia, padrões, reflexões não existem ou estão deturpados. Percebe uma “realidade diferente”. A antiga frase popular que diz que “de médico, artista e louco todos temos um pouco” certamente não se refere a uma condição patológica extrema, mas quiçá mais a uma rebeldia em ver e propor coisas diferentes. Muitos pioneiros da história da ciência certamente tiveram a inspiração e a coragem de ver as coisas desde um outro ângulo mas, como veremos ao longo deste pequeno livro, é preciso testar nossas hipóteses.

2

ENTÃO, O QUE É “CIÊNCIA”?

Muitos jovens cientistas, isto é, pessoas com vocação para fazer pesquisa formal de alguma natureza, podem se surpreender ao parar para refletir que, enquanto estão trabalhando nas suas áreas, com total profissionalismo e dedicação, muitas vezes confundem a metodologia de trabalho, o ferramental e os processos, com a disciplina que exercem e sua definição etimológica. Vejamos, então, alguns termos importantes, aprofundando e ampliando as ideias expostas, nas páginas anteriores.

Ciência:

Em diversas fontes literárias podemos ler que a palavra ciência vem do latim, *scientia* (derivado de *sciēns* = conhecer, ter experiência de) e significa conhecimento, entendimento, aprendizado, experiência; oposto a opinião, conjectura, suspeita (e.g. <https://www.britannica.com/science/science>). O Conselho Científico da Inglaterra (citado por Lennox, 2021, p. 64) diz que “ciência é a busca e aplicação do conhecimento e compreensão do mundo natural e social seguindo uma metodologia sistemática baseada em evidências” (tradução nossa). Cohen (2015, p. 26), assim como Lennox (2021, pp. 71-76), dizem que a suposição central das ciências é de que o mundo existe para que possamos estar estudando-o, e que tudo segue certas regras que podem ser investigadas e identificadas, particularmente reconhecer causa e efeito. Esses autores também dizem que o mundo é ordenado e consistente. Carreira, falando das ciências naturais em particular, diz que “a ciência, no sentido técnico do uso da palavra... é o estudo do

comportamento da matéria – suas interações – através da observação, a experimentação e a medição” (CARREIRA & GONZALO, 2022, p. 27; tradução nossa). Segundo Koche (2007 p. 29), cabe a nós, seres humanos, otimizando nossa capacidade racional, desvendar, entender, descrever, explicar o mundo de forma sistemática, metódica e crítica. A ciência é essa forma de agir. Falaremos mais sobre ela ao longo deste livro.

Filosofia:

É importante trazer este termo pois, etimologicamente, significa afinidade ou amor (*philo*) pelo conhecimento ou sabedoria (*sophia*) (FERRY, 2006, KOCHÉ, 2007; RAMPAZZO, 2010; JOÃO PAULO II, 2010; LÓPEZ, 2014; COHEN, 2015). Nos primeiros séculos de desenvolvimento das ciências, os filósofos eram verdadeiros cientistas completos, como veremos mais adiante, estudando diversas disciplinas (alguns chamavam essa abordagem de “filosofia natural”) em muitas áreas além da própria “arte de filosofar”. Segundo López (2014, p. 11) “algumas pessoas acreditam que a Filosofia é uma atividade aérea que nada tem a ver com a vida cotidiana e à qual se dedicam pessoas que não tem nada para fazer. Essa visão é totalmente errada. De fato, a Filosofia ocupa-se de todas as questões vitais e dentre elas, a educação, a ética, a religião, a política, a economia, a ecologia, a erótica, a comunicação, as artes e as ciências”.

Epistemologia:

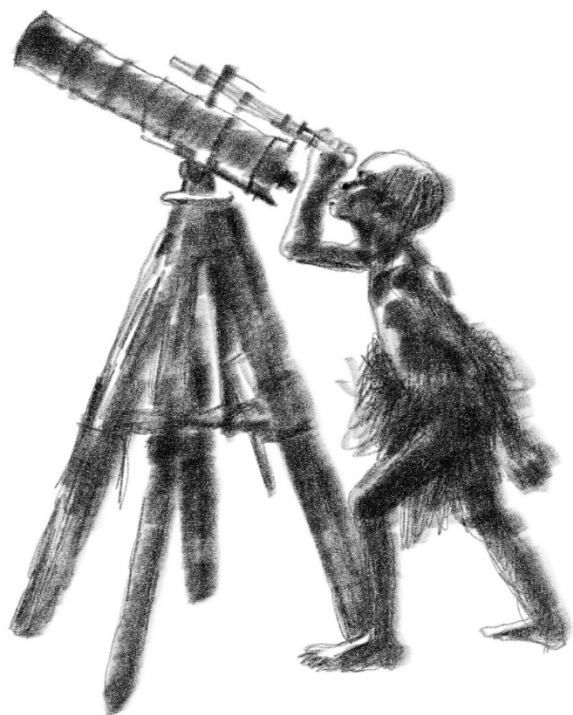
O termo é derivado do grego *epistēmē* (“conhecimento” ou, ainda, “conhecimento formal, científico”) e *lógos* (“razão”, “estudo”, “palavra”, “discurso fundamentado”) e, consequentemente, este campo é às vezes referido como a teoria do conhecimento. Alguns autores a definem

como filosofia da ciência, outros como história da ciência (SILVA, 2017). A epistemologia tem uma longa história na filosofia ocidental, começando com os antigos gregos e continuando até o presente. Junto à metafísica, a lógica, e a ética, é um dos quatro principais ramos da filosofia, e quase todos os grandes filósofos contribuíram com essa área (ver <https://www.britannica.com/topic/epistemology>). Ao falar da história da ciência e do método científico, no presente livro, estamos fazendo algo de epistemologia, também.

Razão:

A razão é uma capacidade intelectual complexa. Pode se definir como a capacidade do homem de pensar logicamente, associar ideias, fatos, causas e consequências e tirar conclusões coerentes. Segundo Carreira e Gonzalo (2022) está relacionada com o bom senso, a boa saúde mental e oposta à má saúde mental.

Para analisar o mundo, tirar conclusões, tomar decisões, e fazer ciência, usamos a razão. Segundo João Paulo II (2010) o se perguntar o porquê das coisas do mundo é uma propriedade natural da razão.



3

DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DAS CIÊNCIAS

Na Grécia antiga, entre os séculos VII e IV a.C. surge a Filosofia (“amor pelo conhecimento” como já dito). Inicia-se como uma interpretação dessacralizada dos mitos cosmogônicos difundidos pelas religiões daquela época, não só na própria Grécia, mas em outras partes do Oriente Médio e da África (Babilônia, Egito, etc.), regiões e nações onde reis chegaram a ser divinizados. Os mitos, segundo Platão e Aristóteles, não deveriam ser desdenhados levianamente, pois foram a matéria inicial de reflexão dos filósofos. Tornaram-se um campo comum da religião e da filosofia, revelando que a pretensa separação entre esses dois modos do homem interpretar a realidade não era tão nítida como aparentemente se julga. Mas alguns autores afirmam que o misticismo e as castas religiosas atrapalharam o desenvolvimento da ciência em alguns casos (FERRY, 2006; LÓPEZ, 2014; RUSSELL, 2017). Do mundo caótico governado pela mitologia antiga, com uma visão antropomórfica, começava a nascer uma visão mais clara de um *cosmos* regido por uma ordem natural perceptível para os pensadores racionais (SAGAN, 1982; KOCHE, 2007; LENNOX, 2021).

É importante esclarecer que, quando falamos da antiga Grécia, não nos limitamos ao território do que hoje em dia conhecemos como o país que leva esse nome, mas a toda uma cultura que se expandiu pelos arredores do Mar Mediterrâneo, em um império militar, comercial e cultural (RUSSELL, 2017; FUNARI, 2018).

Nessa época também florescem ou nascem outras ciências e as artes. É o que os historiadores chamam de “o milagre Grego” (FERRY, 2006, KOCHE, 2007; RAMPAZZO, 2010; LÓPEZ, 2014; LENNOX, 2021).

Segundo Russell (2017, p. 18), “uma viva curiosidade, apoiada numa investigação apaixonada, embora desinteressada, eis o que garantiu aos gregos o seu lugar único na história”. Muitos filósofos daquela época foram cientistas completos, isto é, versados em várias áreas do conhecimento como matemática, astronomia, biologia, cartografia, retórica, política, metafísica, etc.

Normalmente se divide essa época em dois grandes períodos marcados, em um antes e um depois, pelo trabalho de um filósofo singular: Sócrates (469 – 399 a.C.) e seus principais discípulos. O primeiro período, chamado de pré-socrático, caracterizou-se pelo estudo da natureza, em grego *physis*, pelo que estes cientistas também foram chamados de físicos (ver López, 2014). Esses filósofos-cientistas percebiam que o universo era ordem, era “cosmos” (SAGAN, 1982; KOCHÉ, 2007; LENNOX, 2021). Além de terem várias perguntas sobre o mundo, os processos, os eventos e pensamentos, esses cientistas queriam saber qual era a substância original do universo, a partir da qual o resto foi criado; qual era o elemento básico ou o princípio fundamental que constituía tudo o que viam na Terra e no céu (KOCHÉ, *op. cit.*; LÓPEZ, *op. cit.*).

Essa ciência da Filosofia teria três dimensões, segundo Ferry (2006):

- 1) A Theoria – a inteligência do que é, a percepção do mundo real.
Em grego: *Ta theia orao*, “eu observo (*orao*) o divino (*theion*)”.
- 2) A Ética – a sede de justiça, viver de acordo à Natureza.
- 3) A Sabedoria – a “salvação”, o transcender, mesmo morrendo ser eternos. Ferry (*op. cit.*) explica que, desconsiderando qualquer entidade superior e espiritualidade, o filósofo transcenderá e

será eterno na medida em que deixe conhecimento para as gerações futuras.

Podemos nos perguntar: O que ela terá em comum com as outras ciências? Muitas vezes se confunde teoria, que incluiria nosso conhecimento prévio, nossa experiência da natureza, com as hipóteses que temos (ideias ainda não comprovadas, como veremos mais adiante). Também a noção de ética se entende mais pela conotação moderna de algo associado com a moral da sociedade ou do pesquisador, e a objetividade e imparcialidade na pesquisa. Originalmente, essas três dimensões significam outra coisa, como expõe o supracitado autor. O filósofo prezava e preza pela justiça, a verdade, a retidão no pensamento e nas conclusões, baseadas no que observa do mundo.

A noção predominante em toda a filosofia grega é o *lógos* (ou simplesmente logos), termo de difícil tradução, pois significa palavra, medida, razão, verbo, fundamento, princípio de ordem e conhecimento. Portanto o discurso filosófico e a investigação científica estão intimamente vinculados (LÓPEZ, 2014; RUSSELL 2017). Busca-se reconhecer uma ordem nas coisas que vemos ao nosso redor.

Vejamos alguns exemplos clássicos de cientistas nos primeiros séculos do desenvolvimento das ciências, no mundo grego, para entender um pouco melhor a evolução do pensamento filosófico-científico. Resumiremos alguns dados biográficos e históricos para ilustrar a evolução da forma de pensar, as perguntas que aqueles filósofos-cientistas se faziam, a preocupação por criar conhecimento racionalmente, o contraste entre visões distintas, etc. Mais informações poderão ser obtidas nas mais diversas fontes (por exemplo, ver a lista de referências bibliográficas, não exaustiva, ao final deste livro).

Alguns cientistas pré-socráticos

Acredita-se que a primeira escola de conhecimento tenha surgido em Mileto, com **Tales** (~ 624/5 a.C. – 556/8 a.C.). Ele previu, já naquela época e graças ao seu conhecimento de matemática e astrologia (como chamavam a astronomia, então) um eclipse solar aproximadamente no ano 585 a.C. Para esse e os demais trabalhos teria usado noções comuns na Grécia e Mesopotâmia sobre geometria, álgebra, etc. Alguns o consideram o pai da matemática e um dos “sete sábios” da Grécia antiga (COHEN, 2015; RUSSEL, 2017).

Uma pergunta que os cientistas da época se faziam era a respeito de qual seria a substância original, primeira do universo, da qual teriam sido derivadas todas as que observamos na atualidade. Tales teria dito que “Todas as coisas são feitas de água” e essa seria a substância primordial e essencial, já que é fundamental para a vida, por exemplo, e que ele observara o mar, as nuvens, a chuva, etc. Também teria dito que o ímã, que move o ferro (e como somente os seres animados podem executar ações) teria alma.

Seus discípulos discordaram um pouco disso. **Anaximandro** (610 – 547 a.C.) cientista que desenvolveu a cartografia e astronomia, achava que a substância primordial era algo mais fundamental e diferente a tudo, fruto da luta entre os opostos (o quente e o frio), era o ilimitado, infinito, origem e destino final do universo, chamado *a-peiron*. Ele considerava a Terra como um cilindro flutuando livremente e que nós ocuparíamos uma das bases deste. Também acreditava que havia vários mundos ao redor do nosso e que o homem tinha evoluído de outros animais, especificamente dos peixes, em base à observação de fósseis e de alguns peixes atuais, como os tubarões, que têm fecundação interna

e cuidado parental (RUSSEL, 2017). Disse que o universo é regido por leis, especialmente as da geometria.

Anaxímenes (588 – 524 a.C.) dizia que o ar (que se condensa e se esfria, ou se expande e se aquece, se incendeia, etc.) seria a substância primordial. Nada sobrevive sem ar. Tudo viria do ar, e voltaria a ele, por condensação e rarefação. A alma seria feita de ar e, como ela nos mantém vivos, também o ar faria isto com o mundo.

Outra cidade importante foi Samos, rival de Mileto. Ali nasceu **Pitágoras** (~ 570 – 500 a.C.). Ele foi muito importante para a matemática e outras áreas, inclusive a música. Na matemática, não somente esse, mas certamente o mais conhecido dos seus aportes é o teorema que descreve a relação entre os três lados de um triângulo retângulo e leva o seu nome e aprendemos na escola básica: “a soma dos quadrados das medidas dos catetos é igual ao quadrado da medida da hipotenusa”. Ainda, seus estudos com cordas tensionadas e pulsadas, com diferentes comprimentos, nos deram as sete notas musicais hoje chamadas Dó/C, Ré/D, Mi/E, Fá/F, Sol/G, Lá/A, Si/B. Somado ao seu conhecimento matemático, descreveu os intervalos musicais (oitava, terça, quinta, etc.). Talvez com ele nasceu a ideia de que os números e as relações matemáticas são a base de tudo no universo e podem ser usados para explicá-lo (RUSSELL, 2017). Pitágoras falava de quatro, e não um, elementos básicos na conformação de tudo o que existe: terra, água, ar, fogo. Vemos aqui uma certa convergência com algumas ideias do extremo oriente, mas não se sabe se estas culturas distantes tinham alguma comunicação à época.

Essa escola filosófica era mais contemplativa e distante do mundo real do que a de Mileto, segundo Russell (2017), por influência das ideias religiosas que influenciaram aos pitagóricos (a religião olímpica, do mundo grego). Pitágoras percorreu por 30 anos o Egito, a Babilônia,

Síria, Fenícia e talvez a Pérsia e a Índia, onde acumulou um conhecimento variado: astronomia, matemática, filosofia, misticismo e religião. Quando retornou à sua cidade natal, Pitágoras indis pôs-se com o tirano local, Polícrates, e emigrou para o sul da Itália, para a região de Crotona (na atual Calábria), de dominação grega. Aí fundou a Escola Pitagórica, que alguns consideram a primeira Universidade do mundo, mas era secreta. Ele foi contemporâneo de Tales de Mileto, Buda, Confúcio e Lao-Tsé.

Também das explicações matemáticas de Pitágoras, surge a diferenciação entre o que é visto com os olhos da mente e a razão, que é perfeito e eterno, e o que se vê no mundo, que é imperfeito e transitório. Mas sua ideia de harmonia leva **Heráclito** de Éfeso (~540 – 470 a.C.) a dizer que o mundo real é resultante de um ajuste equilibrado entre opostos. Surge o dualismo e a dialética. Outro conceito importantíssimo deixado por Heráclito, é o de que tudo está fluindo, movendo-se, como um rio. “Entramos e não entramos no mesmo rio; somos e não somos”: a famosa teoria do devir. Para ele o fogo era a substância básica, que transforma a matéria e o logos, a fórmula universal, a razão, está por toda parte, mas a multidão é cega a ela, está adormecida. Somente os sábios, os que usam a mente, a percebem. Também dizia que “o aprendizado de muitas coisas não ensina a compreensão” (RUSSELL, *op. cit.*; p. 33). Heráclito deixou poucos escritos, a maioria deles em forma de frases enigmáticas e metafóricas.

Ainda na mesma época, **Parménides** de Eleia, no sul da Itália (~ 530 – 460 a.C.), foi o fundador da escola Eleática. Apresenta suas teorias de forma poética (poema intitulado “Da Natureza”). Ao contrário das escolas anteriores, nesta não buscavam uma substância elemental do universo. Nas suas teorias Parménides afirma que tudo isso era ilusório e que seus antecessores estavam errados. No universo haveriam as

coisas que “são” (a realidade, a matéria) e destas se fala e se pensa e, por outro lado, o vazio “não é” e não pode ser imaginado, quanto mais discutido como pretendiam as outras escolas. Tudo o que existe “é” e ocupa tudo e desde sempre. Não foi criado, nem será destruído, nem se move (completamente contrário a Heráclito). A existência, para ele, é eterna, imutável, atemporal e necessária: “algo” não pode ser criado a partir de “nada”. Reconhecia os sentidos como falhos, subjetivos, e dizia que devemos analisar o mundo racionalmente. Nessa linha de pensamento, o mundo seria representado por uma esfera material, sólida, uniforme e finita. Podemos classificá-lo como um filósofo materialista, segundo Russell (2017).

Então **Empédocles** (495/490 – 435/430 a.C.) tomou o conhecimento preexistente e acrescentou-lhes um quarto ponto, e disse que tudo o que existe é formado a partir dessas quatro raízes básicas, também eternas e imutáveis, que se combinam: água, ar (éter), fogo e terra. Aristóteles, depois, chamaria essas quatro raízes de “elementos” (RUSSELL, *op. cit.*). Tudo seria uma determinada mistura desses quatro elementos, em maior ou menor grau, e seriam o que há de imutável e indestrutível no universo. Para ele, duas forças ou princípios fundamentais eram responsáveis pela manutenção do universo: o amor que une os elementos (raízes), e o ódio ou a discórdia que os separa. A morte, para ele, era simplesmente a desagregação dos elementos (López, 2014; Russell, 2017). Todos nós fazemos parte do todo que se renovava em ciclos; renuindo-se (nascimento) e separando-se (morte). Diz-se que ele já falava de que o mais apto sobrevive, nesse processo de nascimentos e morte (~2000 anos antes de Charles Darwin!).

Mais tarde, surge **Demócrito** (460 – 370 a.C.), “o filósofo que ri”, contemporâneo de Sócrates, quem escrevera tanto sobre a Ética como sobre a Physis. Segundo os historiadores, ele se interessava por história,

linguística, meteorologia, astronomia, entre outros assuntos. Foi ele quem criou o conceito de átomo como elemento básico ou unidade indivisível de tudo (*a* = negação; *tomo* = divisível). O universo infinito estaria composto pelo que é (átomos) e o que não é (vazio). O vazio é necessário para que as coisas se movam nele, mas a matéria não pode ser composta de infinitos níveis sucessivamente menores, deveria haver um limite, uma peça indivisível: o átomo. Não somente os objetos, mas até a alma estaria composta por átomos. Esta ideia é corrente, chamada de atomismo, não nasceu puramente das reflexões de Demócrito, mas vinha se gestando desde um século antes. Ele também teria dito que haveriam mais mundos como o nosso (LÓPEZ, 2014; RUSSELL, 2017).

Os socráticos de Atenas

Anos depois, em Atenas, surge **Sócrates** (469 – 399 a.C.) que fundaria uma nova escola. Foi um pensador ativo, argumentador e questionador; acreditava na imortalidade da alma, e dizia que a virtude não pode ser ensinada. Segundo Russel (2017), Sócrates não possuiu nem procurou possuir riquezas. Preocupava-se com a ética, a moral, a política e o diálogo, dizia que as coisas escritas eram silenciosas, preferia o debate direto com os demais. Embora seja, talvez, o filósofo mais conhecido da antiguidade, não deixou nada escrito. Através de perguntas e respostas (dialética) se chegava ao conhecimento, mas não pela simples retórica, como propunham os Sofistas. Essa outra linha de pensadores se dedicava a ensinar diversas coisas, e como usar a linguagem articulada, a retórica, o discurso para convencer assembleias de cidadãos, ganhando dinheiro com seus ensinamentos. Diziam saber de tudo, daí sua denominação de Sofistas (*sofia*, do grego, significa

conhecimento, como vimos antes). Mas eles também diziam que para cada problema haveria mais de uma solução, muitas “verdades” e cada um defenderia sua solução da melhor forma, com um discurso que persuadisse sua plateia. Sócrates discordava total e abertamente disso, era inimigo dessas ideias sofistas. Ele defendia que havia uma única verdade e que devia ser buscada com honestidade, paciência, moralidade e otimismo. Sócrates não se dizia um sábio, ou seja, alguém que sabe tudo (como os sofistas se apresentavam), mas alguém que estava à procura do saber (LÓPEZ, 2014). São famosas as frases a ele atribuídas como “Conhece-te a ti mesmo” e “Só sei que nada sei”. Foi acusado de corromper as pessoas com suas ideias filosóficas e religiosas (uma má interpretação de suas ideias sobre como ele apresentava a parte ruim de cada pessoa, como um demônio interior; LÓPEZ, *op. cit.*) e condenado à morte por envenenamento com cicuta, praxe da época.

Como falamos, Sócrates não deixou nada escrito por ele mesmo. Seu pensamento e obra são mais conhecidos pelos textos de seu discípulo Platão, também grande filósofo cuja obra foi material didático durante séculos, e até a atualidade. **Platão**, cujo nome de nascimento era Arístocles (427/8 – 348/7 a.C.), sendo “Platão” um apelido dado, pois a palavra significaria “largo”, ou “costas largas”, pela robustez de Arístocles na sua juventude, foi autor de diversos diálogos filosóficos. Nesses textos, apresentava suas ideias e as do seu mestre, Sócrates, valendo-se de personagens que discutiam as ideias e chegavam a conclusões. Assim ele passava esse conhecimento aos leitores. Também escreveu outros textos, por exemplo “A República”, considerada a primeira grande utopia política ocidental (LÓPEZ, 2014). Juntamente com seu mentor, Sócrates, e seu pupilo, Aristóteles, Platão ajudou a construir os alicerces das ciências e da filosofia ocidental. “A admiração

é própria da natureza do filósofo; e a filosofia deriva apenas da estupefação”, teria dito.

Ele acreditava que o homem está em contato permanente com dois tipos de realidade: a inteligível (mundo das ideias, dos modelos, do que são as coisas em essência – alma) e a sensível (mundo das coisas, tal como as percebemos com os sentidos, cópias daquelas ideais – corpo). Platão afirmava que o homem deve se elevar desde as cópias imperfeitas e mutáveis dos objetos percebidos pelos nossos sentidos, até o conhecimento das ideias que são os modelos únicos, imutáveis, perfeitos e reais dessas cópias; só assim o conhecimento atinge a verdade única, indubitável e imutável. Segundo López (*op. cit.*, p. 19) “A ciência superior que permite essa elevação do mundo sensível até as Ideias, e no mundo piramidal destas até a Ideia suprema que é o Bem, chama-se ‘dialética’ (de fato, é a Filosofia)”. Porém, sua concepção de um mundo ideal, perfeito, diferente ao que percebemos com os sentidos, e do trabalho racional, puramente intelectual, menos prático, foi visto por alguns filósofos modernos como um freio ao desenvolvimento da experimentação na ciência, hoje, talvez, supervalorizada (KOCHE, 2007).

Depois de viajar por diversos lugares da Grécia, Itália e Egito, retorna a Atenas em 387 e, perto do templo das Mussas, nos jardins de Academos, fundou uma escola, denominada, por essa razão, “Academia”. Esta rapidamente se tornou o maior centro intelectual da antiga Grécia, tendo por ela passado filósofos e políticos, como Aristóteles, Eudoxo de Cnido, Xenócrates, Fócion, Esquines, Demóstenes e outros. O currículo básico incluía aritmética, geometria, astronomia, música (som e harmonia), claramente influenciado pela tradição pitagórica (RUSSEL, 2017). Inclusive, na Academia, reconhecia-se que o zero era o começo da série de números, fato importantíssimo para a matemática posterior. À entrada dela, uma legenda proibia o

acesso a todos aqueles que não soubessem geometria. A Academia era um verdadeiro centro de geração de conhecimento, tendo como centro aquilo que podíamos designar por uma ciência da alma humana. Havia aulas, seminários, biblioteca, e material científico. Não era apenas um lugar de ensino, mas de reflexão, discussão e resolução de problemas propostos pelo mestre. Até os dias de hoje, associam-se as palavras “academia” e “acadêmico” aos centros de estudo e às pessoas que ali estudam e se graduam. A Academia foi uma das instituições mais duradouras da antiguidade, mais de 900 anos, segundo Russel (*op. cit.*). Os diversos e ricos textos de Platão, também sobreviveram e foram material fundamental por séculos e, em maior ou menor grau, até os dias de hoje.

Discípulo de Platão e mestre de Alexandre Magno, **Aristóteles** (384 – 322 a.C.) é considerado o pai do pensamento lógico. Aristóteles prestou contribuições fundamentais em diversas áreas do conhecimento humano, destacando-se: ética, política, física, metafísica, lógica, psicologia, poesia, retórica, zoologia, biologia, história natural. É considerado, por muitos, o filósofo que mais influenciou o pensamento ocidental, a exemplo das palavras que ele criou e que passaram para quase todas as línguas modernas: atualidade, axioma, categoria, energia, essência, potencial, potência, tópico, virtualidade, e muitas outras. Aristóteles, ao contrário de Platão, defende a existência de um único mundo: este em que vivemos. O que está além de nossa experiência sensível não pode ser nada para nós. Disse ele “Sócrates é meu amigo, mas sou mais amigo da verdade”. Desta forma, afirma que a ciência deve ser sempre objetiva e verdadeira.

Em 336 a.C., depois de ter saído para Assos após a morte do mestre, volta a Atenas e funda, no bosque consagrado a Apolo Lykeios, o “Lykeion” (Liceu) cujos alunos ficaram conhecidos como peripatéticos

(traduzido significa “os que passeiam”), nome decorrente do hábito de Aristóteles de ensinar ao ar livre, caminhando com seus pupilos. Diferente da Academia de Platão, o Liceu privilegiava as ciências naturais e a experiência sensível, não tanto as matemáticas. Alexandre III da Macedônia, chamado “o grande” ou “Magno” (356 – 323 a.C.), seu discípulo, enviava ao mestre exemplares da fauna e flora das regiões conquistadas. O trabalho no Liceu cobria os campos do conhecimento clássico de então: filosofia, metafísica, lógica, ética, política, retórica, poesia, biologia, zoologia, medicina, e estabeleceu as bases de tais disciplinas quanto à metodologia científica: No que diz respeito à Física, Aristóteles falava de movimento, ato, e potência.

Na Psicologia, falava da alma (*psyquê*) e o intelecto (*noûs*), mas o problema era que ele achava que a mulher era um ser incompleto (no mundo antigo, machista e patriarcal, esta era uma ideia que existia em diversas culturas).

No campo da Biologia considera-se o pai da Zoologia e da Ictiologia, embora aceitava a teoria de abiogênese, uma ideia errônea que via como surgidos a partir de matéria inerte alguns seres vivos (uma observação não profunda pode levar algumas pessoas a pensar, erroneamente, que do lixo ou do pó surgem insetos, ratos, etc.). Fez estudos sobre anatomia, comportamento e reprodução de vários organismos, desde abelhas até os seres humanos, também dos equinodermos, por exemplo, a descrição do aparelho mastigatório dos ouriços de mar, que ele comparou com uma lanterna, faz que até hoje essa parte da anatomia dos ouriços seja chamada de “lanterna de Aristóteles” (BARNES, 1977; LÓPEZ, 2014).

Na Astronomia falava de um sistema geocêntrico e um universo esférico e finito. Falava que a Terra estava no centro, rodeada de esferas e, em cada uma delas, girava um dos astros: a Lua, Mercúrio, Vênus, o Sol, Marte, Júpiter e Saturno, e depois as estrelas. Embora Aristóteles

não calculasse matematicamente a órbita desses astros assim distribuídos, o que teria sido feito depois por Ptolomeu (matemático e astrônomo egípcio, 100 – 170 d.C.), essa ideia perdurou e dominou a astronomia do mundo grego e cristão até o período do Renascimento, como veremos depois, quando Copérnico, Galileo e Descartes apresentaram outro conhecimento.

Aristóteles foi um dos filósofos-cientistas mais influentes da história, junto com Platão. Assim como o desenvolvimento das ciências naturais e da metafísica, dentro da filosofia, é muito importante seu desenvolvimento da analítica, lógica e o silogismo (que discutiremos mais adiante) que ajudaram a alcançar conclusões e criar conhecimento científico durante séculos.

Uma outra escola de pensamento também pós-socrática é o **Estoicismo**. Os estoicos eram chamados assim porque se reuniam debaixo dos pórticos em arco das cidades, estruturas que, em grego, são chamadas *stoa*. Esta, como outras linhas da filosofia, objetiva a salvação, através da razão, de forma diferente à das religiões (FERRY, 2006). Estes filósofos diziam que a virtude é suficiente para a felicidade. Harmonia e ordem constituem a essência do mundo, chamada de cosmos, como vimos, tanto na tradição estoica como na pitagórica. Os estoicos, portanto, convidam a estudar o divino, o universo, a partir de diferentes abordagens que poderiam ser chamadas de ciências, como a física, a astronomia, a biologia, etc. Está aí o componente racional do universo, na medida em que ele é ordenado, chamado de logos, como dito anteriormente. Os humanos, nesse sentido, seríamos descobridores do divino, do cosmos, dessa lógica e ordenação. Para viver uma boa vida, era preciso entender as regras da ordem natural, uma vez que ensinavam que tudo estava enraizado na natureza. Eles também enfatizaram que, porque “a virtude é suficiente para a felicidade”, um

sábio era imune ao infortúnio. Como explica López (2014, p. 22) “o sábio é aquele que sabe aceitar os acontecimentos, sem exagerar na alegria quando há sucesso, nem se deixar abalar na tristeza quando há insucessos ou tragédias”. Desta escola podemos citar a Zenão de Cítio (334 – 262 a.C.) e seus discípulos Cleanto de Assos (331 – 230 a.C.) e Crisipo de Solis (280 – 208 a.C.). Também se reconhecem textos de Cícero (103 – 43 a.C.) e Sêneca (4 a.C. – 64 d.C.).

Não foi com Sócrates e seus discípulos que começou o uso das suposições ou hipóteses mas, com certeza, eles as estabeleceram (mais a dedução) como estrutura da argumentação científica. A partir das hipóteses deduzimos as consequências e verificamos se combinam com os fatos e, então, estamos fazendo “ciência”.

A Idade média

A época entre a antiguidade e a modernidade é chamada de idade média (por estar, literalmente, no meio dessas duas outras épocas). Ainda na antiguidade, após o período helenístico ou Império Grego (séc. IV a I a.C.), surge o Império Romano, que dominará o mundo ocidental conhecido, nos arredores do Mar Mediterrâneo, e o oriente médio desde o século I a.C. até o século V d.C. Nesse século, cai sua porção ocidental, que tinha Roma por capital, pelas invasões de povos de origem germânica, chamados de “bárbaros” pelos romanos e gregos. Depois, no século VII, algumas regiões são invadidas por povos de tradição muçulmana provenientes do oriente médio. Já a sua porção oriental, que tinha Constantinopla por capital, chamada de Império Bizantino, se mantém até o século XV. Durante essa época, a filosofia e as ciências, e também as artes, não apresentaram grandes alterações ou inovações, permanecendo as ideias dos clássicos gregos em vigor. Os romanos brilharam, sim, pela

organização política, pelo direito, a organização militar e a administração, incluindo a construção de estradas para interconectar diversas regiões com Roma (MOCELLIN, 2006; LÓPEZ, 2014; RUSSEL, 2017). Sua estrutura político-social, e também sua força militar, gerou um estado de relativa paz na região, conhecida como *Pax Romana* (<https://www.britannica.com/place/Roman-Empire>; MOCELLIN, 2006).

Até o século III d.C. o mundo romano era politeísta; como os gregos eles adoravam um panteão de vários deuses e o Império castigava duramente os praticantes de outras religiões. Desde o séc. I d.C. vinha perseguindo e castigando com a morte o crescente número de seguidores da religião cristã. A partir do século III d.C., depois que o imperador Constantino (272 – 337) com o coimperador Licínio (265 – 325) publicam o Édito de Milão, no ano 313, o Império Romano declara-se neutro em relação às religiões. Depois que algumas autoridades, incluindo os filhos de Constantino, se converteram a essa religião, a relação entre a civilização romana e as ideias filosóficas e morais do cristianismo se tornam muito estreitas. Uma religião única para todo o Império era mais uma ferramenta de união e pacificação para o mesmo. O cristianismo (catolicismo) passa a ser a religião oficial do Império a partir da publicação do édito de Tessalônica no ano 380, pelo Imperador Teodósio (346 – 395). Como os sacerdotes e monges eram alfabetizados e mais cultos que a média da população, começaram a ocupar cargos administrativos e, ao longo dos séculos, chegaram a ter certa influência nos círculos de poder do império. Política e religião caminham juntas demais em vários momentos, fato hoje visto como negativo, tanto por pensadores não cristãos como pelos próprios cristãos. Ideias de outros povos, considerados pagãos, não eram bem-vistas. Ainda assim, na filosofia e nas ciências, persistem as ideias de Platão, sobre tudo, e

também Aristóteles como pilares do conhecimento (LÓPEZ, 2014; RUSSEL, 2017; MELO & VIEIRA, 2019).

Agostinho de Hipona (354 – 430) é um dos grandes filósofos dos primeiros séculos da nossa era. Sua filosofia, tem em Platão um alicerce, embora tenha uma visão cristã teocêntrica, isto é, com o Deus único como criador (do mundo e do tempo), e destino de toda ação humana (LÓPEZ, *op. cit.*; RUSSEL, *op. cit.*; AGOSTINHO, 2017; SILVA, 2017). Seu trabalho, além do que debatera em relação ao pensamento cristão, também serviu para reafirmar conceitos platônicos e aristotélicos no mundo romano católico. Após a sua morte, vários grupos de eremitas dispersos pelo antigo território do Império Romano, perpetuaram seu pensamento, guiados por uma Regra que ele criara (conjunto de normas que deviam ser seguidas nessa vida religiosa). Em 1244 e 1256, duas bulas dos Papas Inocêncio IV e Alexandre IV solidificam a Ordem dos Agostinianos (ver: <https://agostinianos.org.br/>). Destacamos esta Ordem porque, como veremos mais adiante, algumas contribuições para a ciência foram fruto de algum dos seus membros, por exemplo o conhecimento dos genes por parte de Gregor J. Mendel (1822 – 1884), pai da genética. Também é conhecido Martinho Lutero (1483 – 1546), monge agostiniano germânico que foi o responsável pela quebra do cristianismo entre católicos (tradicionais) e protestantes (quem adotou as ideias de Lutero e outros pensadores dissidentes, depois), em 1517 e sacudiu o mundo ocidental. O período inicial de grandes pensadores cristãos é chamado de período patrístico.

A derrota dos romanos (Império de Ocidente) frente aos bárbaros germânicos, isto é, povos que não compartilhavam da língua e cultura do Império, levou a uma certa decadência cultural e filosófica que durou do século VII ao XI, época que foi chamada de “idade das trevas”, por alguns (RUSSEL, 2017). Ainda que precariamente, algo da cultura e

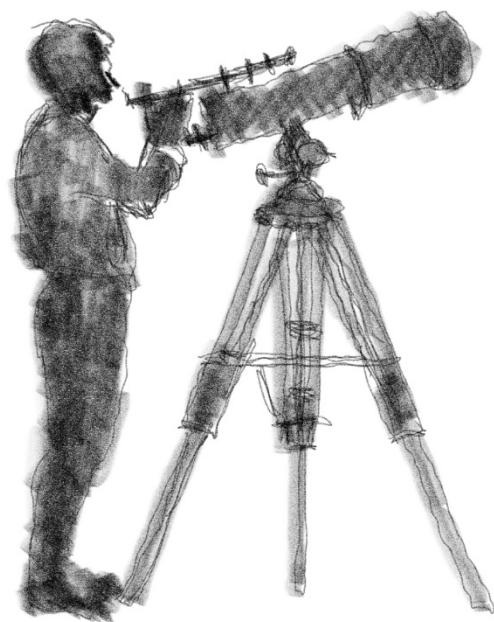
ciência clássica sobreviveu. Também a Irlanda viu-se poupada da influência dos bárbaros e muito das reflexões filosóficas persistiram naquela região entre os séculos VI e VIII (VOLPATO, 2013; RUSSEL, *op. cit.*). A Igreja Católica e o Papa (líder temporal da mesma) ganharam mais poder de influência na sociedade, especialmente depois de apoiar e receber apoio recíproco do imperador Carlos Magno (742 – 814), mas também ajudou na manutenção do conhecimento teológico e filosófico graças aos mosteiros existentes desde antes dessa época, que eram lugares de reclusão de monges que, além de cultivar sua vida espiritual, também recebiam alfabetização e formação na sabedoria clássica, mantendo, inclusive, bibliotecas que preservaram esse material (RUSSEL, *op. cit.*). Atanásio de Alexandria (296 – 373), Jerônimo (347 – 420) e Bento de Núrsia (480 – 547) são três expoentes da vida monacal em diferentes graus. O Império de Oriente ou Bizantino, ainda sobrevivera independente da parte ocidental. Inclusive, em 1054, as diferenças (algumas políticas, outras teológicas ou de práticas rituais) entre as duas porções da Igreja, a com base em Roma que seguia o Papa e a com base em Constantinopla, que tinha um Patriarca local, levaram ao que se chamou de “grande cisma”, gerando duas igrejas: a Igreja Católica Apostólica Romana e a Igreja Católica Ortodoxa ou Oriental.

Durante a idade média, o pensamento filosófico é denominado **escolástico**. Isto se deve pela criação de escolas e universidades, além dos mosteiros, para formação dos filósofos, teólogos, médicos e juristas. São fundadas universidades importantíssimas até a atualidade, como as de Bolonha, na Itália (no ano 1088), a de Oxford, na Inglaterra (antes do ano de 1096), a de Paris, na França (entre 1150 e 1170), de Cambridge, também na Inglaterra (c.a. 1209), Salamanca, na Espanha (1228), Coimbra, em Portugal (1290) (Mocellin, 2006; Volpato, 2013; <https://www.britannica.com/topic/university>). Dois filósofos que se

destacaram particularmente nessa época são Averróis e Tomás de Aquino. Ibn Rushd, conhecido como **Averróis** ou Averroés (1126 – 1198) foi um espanhol nascido em Córdoba, na Andaluzia, de família árabe. Estudou e trabalhou em diversos assuntos, incluindo filosofia, teologia, medicina, matemática, astronomia, física, jurisprudência, direito islâmico e linguística. Mas seus trabalhos filosóficos mais relevantes para a posteridade foram seus numerosos comentários sobre Aristóteles. Graças aos seus escritos, o pensamento de Aristóteles renasceu na cena científica do ocidente (WARBURTON, 2012; PÉPIN, 2014; RUSSEL, 2017). **Tomás**, nascido no condado de Aquino, na Sicília, Itália (1225 – 1274) foi um pensador cristão (era monge e sacerdote Dominicano) que retomou várias ideias aristotélicas, além das que seus contemporâneos e seus ancestrais filosóficos, como Agostinho de Hipona, antevisto, mantinham de Platão e outros clássicos. Suas ideias, chamadas posteriormente de tomismo, falam de metafísica, fé e razão, e dialética. Afirmou que o conhecimento vêm pela razão, pelo uso das ciências, e também pela revelação, através da fé (VOLPATO, 2013; LÓPEZ, 2014; RUSSEL, 2017). Foi chamado já pelos seus contemporâneos e depois pela Igreja de “*Doctor Angelicus*” (Doutor Angélico). Sua obra filosófica e teológica é volumosa e riquíssima.

Outros pensadores importantes deste período, e também religiosos católicos, foram Roger Bacon e William de Occam. **Roger Bacon** (1214 – 1294) foi um frade Franciscano, sacerdote e filósofo inglês que deu bastante ênfase ao empirismo e ao uso da matemática no estudo da natureza. Estudou nas universidades de Oxford e de Paris. A Igreja o chamou, depois de “*Doctor Mirabilis*” (Doutor Admirável). Contribuiu em áreas importantes como a mecânica, a filosofia, a geografia e principalmente a óptica. Seus avanços nessa área possibilitaram a invenção dos óculos e seriam, posteriormente, imprescindíveis para a

invenção de instrumentos como o telescópio e o microscópio. Roger Bacon descreve o método científico como um ciclo repetido de observação da natureza, formulação de hipótese, experimentação, e necessidade de verificação independente. Ele registrava a forma em que conduzia seus experimentos com detalhes precisos a fim de que outros pudessem reproduzir seus experimentos e testar os resultados. Propagou o conceito de “leis da natureza”, fato importante num período do século XIII em que estavam ocorrendo constantes discussões e mudanças no pensamento filosófico e teológico. **William de Occam** ou Ockham (1285 – 1347), outro frade Franciscano inglês, que trabalhou na área da metafísica, também conjugou fé e razão como o mestre Tomás de Aquino e outros pensadores cristãos como John Duns Scotus (1265 – 1308). Estudou e posteriormente lecionou em Oxford e Paris (RUSSEL, 2017). William passou para a posteridade especialmente por um princípio que foi denominado “navalha de Occam” (porque seria um instrumento para cortar o que for supérfluo na investigação científica). Teria dito ele que “Se em tudo o mais forem idênticas as várias explicações de um fenômeno, a mais simples é a melhor” ou a mais complicada tem mais chance de estar errada (HAMILTON, 1861; VOLPATO, 2013; RUSSEL, *op. cit.*). Mais adiante voltaremos a mencionar este cientista, quando falarmos da elaboração de hipóteses em projetos e artigos.



A Era Moderna e a Contemporânea

Renascimento, humanismo, racionalismo, iluminismo e positivismo

No século XIV, começam a declinar a sociedade e o pensamento do mundo ocidental, a estrutura feudal também começa a ruir (surge o mercantilismo), a cultura, a arte, o comércio e a política começam a apresentar movimentos de forte mudança. Entre aquele e o século XVII não somente surgem novas ideias como que também se volta a reconhecer o pensamento dos antigos e clássicos gregos, particularmente quanto à importância das matemáticas (RUSSEL, 2017). É uma época de eventos marcantes tais como pestes massivas (bubônica e pneumônica) e guerras; acontece o **Renascimento** italiano; a invenção da imprensa de tipos móveis por parte de Johannes Gutenberg (1390 – 1468) que permitiria a publicação em quantidade e com qualidade padronizada de muitos livros e textos, incluindo a Bíblia (inclusive em outros idiomas que não o latim oficial da Igreja romana); o uso da bússola permitiu, aliado a informações e escritos de várias culturas, a navegação cada vez mais longe do Mar Mediterrâneo e a descoberta de novas rotas comerciais para a Ásia oriental – importante pelo comércio de especiarias e tecidos – assim como o descobrimento de um novo continente, a América, em 1492, por parte de Cristóvão Colombo (1451 – 1506), um navegador genovês (italiano) a serviço da coroa da Espanha. Essa nova era onde o ser humano (diz-se) era mais valorizado em si mesmo, e passava a ser também foco de atenção e reflexão filosófica além dos aspectos e da filosofia religiosa, é chamada de **humanismo**. Esta corrente de pensamento e comportamento pregava a utilização de um senso crítico mais elevado e uma maior atenção às necessidades humanas, ao contrário do teocentrismo da Idade Média. A ciência, apoiada na observação sistemática da natureza, no uso da matemática e

da razão (o que vinha sendo reforçado desde Tomás de Aquino até René Descartes, de quem trataremos mais adiante), fez que os paradigmas aristotélicos fossem progressivamente mais contestados até que Francis Bacon e Galileu Galilei os rejeitassem mais formalmente (MOCELLIN, 2006; VOLPATO, 2013; LÓPEZ, 2014; RUSSEL, 2017; LENNOX, 2021).

Nessa época, os cientistas e filósofos não se perguntavam sobre a substância fundamental, original do universo, como aqueles pré-socráticos, mas sobre outros assuntos, estruturas, processos e leis do mundo natural. Alguns dos cientistas importantes dessa época foram Nicolau Copérnico (1473 – 1543), Tycho Brahe (1546 – 1601), Johanes Kepler (1571 – 1630), Galileu Galilei (1564 – 1642), e Isaac Newton (1642 – 1727), cientistas importantíssimos no desenvolvimento da nova astronomia e das matemáticas (SAGAN, 1982). Antigas questões não respondidas ou mal respondidas, por exemplo que matematicamente as órbitas dos planetas não respondiam aos modelos matemáticos como deviam, se seguissem o modelo aristotélico-ptolomaico, foram repensadas. Novas observações e cálculos mais apurados contrariavam as antigas suposições oficiais. Assim, Copérnico, Brahe, Kepler e Galileu (também René Descartes) paralelamente deduziram que o nosso sistema planetário deveria ter o sol como centro e não a Terra. A ideia não era totalmente nova já que, segundo Russel (2017), Aristarco de Samos (310 – 230 a.C.) teria tirado essa conclusão, embora esta não tivesse sido aceita e a posição de Aristóteles e Ptolomeu prevalecera por muitos séculos. Por outro lado, Francis Bacon (1561 – 1626) e René Descartes (1596 – 1650), foram dois nomes absolutamente fundamentais na construção do método científico e falaremos deles com mais detalhe, a seguir. Francesco Redi (1626 – 1698), Louis Pasteur (1822 – 1895) e Gregor Johann Mendel (1822 – 1884), da área das ciências biológicas, ajudaram

a entender os organismos e processos biológicos com maior profundidade. Redi, um médico e naturalista italiano, demonstrou com experimentos – entre outras coisas – que a abiogênese era uma teoria errônea, isto é, os animais não surgem espontaneamente da matéria inerte ou morta. Ele utilizou diversos frascos de boca larga, onde colocou pedaços de carne, deixando alguns totalmente fechados, outros abertos, e outros cobertos por malhas. Depois de um certo tempo, confirmou que larvas de mosca somente haviam nascido em frascos onde moscas adultas puderam entrar e depositar ovos (CURTIS, 1977). Pasteur, médico e químico francês, além do seu conhecido trabalho no desenvolvimento da vacina contra a raiva, foi quem ajudou a humanidade a entender que muitas doenças eram causadas por diversos organismos microscópicos, ajudando a melhorar o processo de higienização e, assim, prevenir a infecção e transmissão de várias doenças. Ele também formulou o processo chamado (em sua memória) de pasteurização para eliminar microrganismos nocivos. Mendel, um monge agostiniano que também estudou matemática e ciências naturais, demonstrou que as características hereditárias de plantas e animais correspondem a unidades discretas, depois chamadas de genes, que são passadas e combinadas em cada sucessiva geração de descendentes. Curtis (*op. cit.*, p. 156) diz que, influenciado pelos seus estudos de física e matemática, Mendel foi um dos primeiros a aplicar modelos matemáticos, mesmo que simples, à biologia.

Começemos com um personagem bastante desconhecido (ver comentários do filósofo Enric F. Gel¹). Nicolau Krebs, ou **Nicolau de Cusa** (1401 – 1464) foi um filósofo, jurista, matemático, astrônomo, padre e,

¹ “Este Filósofo olvidado se adelantó a Galileo 200 años!” em <https://youtu.be/4qV056QXutk?si=SKVZni4mnAlHDldq>

depois, bispo Católico, nascido na Alemanha. Influenciado pelas ideias platônicas e aristotélicas da época, entre obras importantes para a teologia e a filosofia, deixou ideias importantíssimas para a astronomia ao dizer que o universo era infinito espacialmente e eterno e, portanto, a Terra não poderia estar no centro dele nem fixa, mas em movimento, embora não podemos perceber isso. Isto contrariava o consenso aristotélico 200 anos antes de Galileu Galilei (COPLESTON, 2011).

Francis Bacon (1561 – 1626) foi um filósofo, advogado, político e ensaísta inglês, barão de Verulam, visconde de Saint Alban. Como filósofo, destacou-se com uma obra onde a ciência era exaltada como benéfica para o homem, especialmente se tivesse utilidade prática. Esta, deveria ser executada de forma metódica, sem se deixar levar levemente pelo que os sentidos captam, o que ele chamou pejorativamente de “empirismo ingênuo”. No *Instauratio magna* (“Grande restauração”), uma obra onde Bacon pretendia agregar o conhecimento para mudar a visão das ciências e do mundo, ele propõe as mudanças para a ciência nova que deveria superar a aristotélica. Afirmava que devíamos eliminar os preconceitos, que ele chamava de ídolos, ou superstições. Em suas investigações, ocupou-se especialmente da metodologia científica e do empirismo, sendo muitas vezes chamado de fundador da ciência moderna pelo seu método de interpretação da natureza. Sua principal obra filosófica é o *Novum Organum* (parte do *Instauratio magna*). Segundo López (2014, pp. 24-25), Bacon propõe nessa obra superar a ciência aristotélica e a filosofia antiga e medieval em geral “através de uma caminhada em duas etapas: a) uma ‘negativa’ que consiste na crítica dos “ídolos”, que são quatro (os da “caverna”, que são os preconceitos individuais sobre as questões pesquisadas, os da “tribo” que são os derivados da imperfeição da espécie humana, por exemplo da sua visão que nos faz ver como

convergentes os trilhos paralelos do trem, os do “foro” que são os falsos conhecimentos que circulam de indivíduo em indivíduo através da comunicação entre os humanos, e os do “teatro”, que são as explicações fantasiosas que os diversos sistemas filosóficos têm dado do mundo, segundo as conveniências de cada um), e, b) uma ‘positiva’, constituída por observações e experimentações, que, organizadas através de “tabelas de presença - ausência” e “tabelas de grau”, permitem explicar o fenómeno pesquisado”.

Os clássicos gregos, notavelmente Aristóteles, se baseavam em premissas, uma maior, outra menor, para chegar à conclusão logicamente, através de um silogismo.

Exemplo clássico:

Todo homem é mortal.

Sócrates é homem.

Logo, Sócrates é mortal.

Bacon propunha que o conhecimento não vem do silogismo aristotélico, mas da observação e experimentação sistemática guiada pelo raciocínio indutivo, e que devem ser seguidos certos passos para atingir o conhecimento científico (KOCHE, 2007), o seu “método”:

- 1) Experimentação
- 2) Formulação de hipóteses
- 3) Repetição do experimento por parte de outros cientistas
- 4) Repetição do experimento para testar as hipóteses
- 5) Formulação de generalizações e leis.

Ele tentou, assim, impedir a formulação de generalizações que extrapolassem os limites da validade dos resultados alcançados em um

determinado experimento, ou seja, começou a oferecer limites de confiabilidade aos resultados. Segundo cita Koche (*op. cit.*, p. 51), Bacon afirmara que “Não é de se dar asas ao intelecto, mas chumbo e peso para que lhe sejam coibidos o salto e voo”. Também teria dito que “saber é poder”, frase popularmente lembrada até o presente (RAMPAZZO, 2010).

René Descartes (1596 – 1650) foi um matemático, físico e filósofo francês também conhecido por seu nome latino Renatus Cartesius. É o pai da geometria analítica (fusão da álgebra com a geometria) e do conhecido sistema de coordenadas que leva seu nome (coordenadas cartesianas); também criou a teoria das refrações da luz através das lentes. Fez seus estudos básicos num conceituado colégio Jesuíta. Depois estudou Direito, mas nunca exerceu essa profissão; ele dizia que só a Matemática demonstrava o que afirmava (VOLPATO, 2013; MENESES, 2024). Em 1618 tenta carreira no militarismo, na Holanda, o que também lhe permitiu ter tempo livre para estudar matemática (RUSSEL, 2017), e participa da Guerra dos Trinta anos, mas em 1622 deixa essa atividade e se dedica totalmente às ciências. Também tinha conhecimentos de música e física além das matemáticas, geometria e filosofia. Em 1629 começa a redigir um “Tratado do mundo”, com a ideia heliocentrista copernicana. Mas quando Galileu Galilei teve seus problemas com as autoridades, na Itália, em 1633, ele abandonou seus planos de publicação. Em 1637, publica três pequenos tratados científicos: “A Dióptrica”, “Os Meteoros” e “A Geometria”, mas o prefácio dessas obras é que garantiu seu posterior reconhecimento: “O Discurso do método”.

Muitos especialistas afirmam que a partir de Descartes inaugurou-se o **Racionalismo** da Idade Moderna, embora uma corrente racionalista existisse desde os pré-socráticos (COHEN, 2015; VOLPATO, 2013, RUSSEL, 2017, LENNOX, 2021). O Racionalismo é uma doutrina que afirma que tudo que existe tem uma causa e que a razão é a ferramenta

que devemos usar para discernir e analisar o mundo, não aceitar algumas proposições apenas “porque assim deve ser” como diziam alguns pensadores mais antigos, ou utilizando o argumento do “deus das lacunas”, como o define Lennox (2009, p. 34; 2021, p. 111-112), isto é, àquele deus ou deuses que eram colocados como respostas fáceis ou preguiçosas a perguntas para as quais o homem não tinha respostas concretas, ainda. Os filósofos e cientistas racionalistas utilizaram a matemática como instrumento da razão para explicar a realidade. Com esse objetivo, Descartes elaborou um método baseado na Geometria e dividido nos quatro tópicos, regras, ou métodos a seguir (DESCARTES, 2006, p. 21):

- 1) “O primeiro método era o de jamais acolher alguma coisa como verdadeira que eu não conhecesse evidentemente como tal. Isto é, de evitar cuidadosamente a precipitação e a prevenção, e de nada incluir em meus juízos que não se apresente tão clara e tão distintamente ao meu espírito, que eu não tivesse nenhuma ocasião de pô-lo em dúvida”. → “Regra da evidência” (ou da verificação; ou da dúvida).
- 2) “O segundo método era o de dividir cada uma das dificuldades que eu examinasse em tantas parcelas quantas possíveis e quantas necessárias fossem, para melhor resolvê-las”. Poderíamos dizer: desconstruir ou desmontar para, depois, reconstruir. → “Regra da análise”.
- 3) “O terceiro método era o de conduzir por ordem os pensamentos, começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para subir, pouco a pouco, como por degraus, até o conhecimento dos mais compostos, e supondo mesmo uma ordem entre os que não se precedem naturalmente uns aos

outros”. → “Regra da sequência” (ou da sintetização ou progressão).

- 4) “O quarto método era o de fazer, em toda parte, enumerações tão completas e revisões tão gerais, que se tivesse a certeza de nada omitir”. → “Regra da enumeração” (ou da organização, ou do ordenamento).

O método cartesiano consiste no verdadeiro ceticismo metodológico: duvida-se de cada ideia que não seja clara e distinta. Ao contrário de alguns dos gregos antigos, ou dos menos racionais da idade média, que acreditavam que as coisas existem simplesmente porque precisam existir, ou porque assim deve ser, etc., Descartes instituiu a dúvida: só se pode dizer que existe aquilo que puder ser provado, sendo o ato de duvidar o único indubitável. Baseado nisso, Descartes busca provar a existência do próprio eu, um eu que duvida, portanto, é sujeito de algo e, assim, profere a sua famosa frase “Eu que penso, logo existo” (“*Cogito, ergo sum*”) (COHEN, 2015; RAMPAZZO, 2010; VOLPATO, 2013) e também da existência de Deus. Dizia que o método deveria ser universal, geral, para que pudesse ser aplicado a outras ciências. As afirmações deveriam ser respaldadas por evidências, fatos. Já não bastam, por ex., os antigos “argumentos de autoridade” que é quando se acreditava em uma afirmação apenas por ter sido proferida por alguém considerado idôneo ou sábio, mas sem comprovação (BRANQUINHO *et al.*, 2005; KOCHE, 2007). O objetivo de Descartes ao criar um método era o de permitir a qualquer cientista alcançar as certezas tal como se conseguia no campo da matemática (RUSSEL, 2017).

O Racionalismo clássico foi, então, a corrente filosófica que iniciou-se com a definição do raciocínio como a operação mental, discursiva e lógica. Este usa uma ou mais proposições para extrair

conclusões se uma ou outra proposição é verdadeira, falsa ou provável pelo uso da razão. Décadas mais tarde, surgiria nas Ilhas Britânicas, um movimento filosófico que, de certa forma, seria o seu oposto: o **Empirismo**, com John Locke (1632 – 1704) e David Hume (1711 – 1776). Locke fala de que nós nascemos como uma folha em branco, uma tábula rasa, e vamos aprendendo por meio de tentativas e erros ou acertos. Hume propõe o uso do método experimental também para os fenômenos mentais, fala das impressões como o que nos impacta daquilo que experimentamos na vida e gera conhecimento. Ele também considerava a relação causa-efeito como algo apenas aparente, e que tudo acontece sem propósito. Esta corrente afirma, então, que adquirimos conhecimento por meio das experiências únicas que vivemos, que são percebidas pelos sentidos, *i.e.* deve ser palpável ou, do contrário, é só imaginação, irreal; da observação e da experimentação regulada pelo raciocínio indutivo.

Na mesma época que Descartes e antes de Locke e Hume, viveu mais um cientista notável: **Galileu Galilei** (1564 – 1642). Ele foi um matemático, astrônomo e físico italiano. Já foi chamado de gênio, pioneiro, herege, pai da ciência experimental moderna, etc. Galileu desenvolveu os primeiros estudos sistemáticos do movimento uniformemente acelerado e do movimento do pêndulo. Descobriu a lei dos corpos em queda e enunciou o princípio da inércia e o conceito de referencial inercial, ideias precursoras da mecânica newtoniana. Ele desenvolveu e melhorou significativamente o telescópio refrator (não se pode dizer que o inventou do nada, pois existia algo semelhante, inventado na Holanda em 1608, pelo fabricante de lentes holandês Hans Lippershey (DINIZ, 2012)) e seu grande trunfo foi ter apontado este para o céu para estudá-lo. Com ele, descobriu as manchas solares, as montanhas da lua, as fases de Vénus, quatro dos satélites de Júpiter, os anéis de Saturno, estrelas da Via Láctea

e revolucionou a astronomia. Estas descobertas e os cálculos matemáticos associados aos seus estudos dos astros contribuíram decisivamente na defesa do heliocentrismo. Assim como outros cientistas da época (citamos, antes, Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Johanes Kepler e René Descartes), Galileu percebeu que a ideia tradicional de Aristóteles, Aristarco e Ptolomeu, de um universo com a Terra no centro e os demais astros orbitando em círculos perfeitos, defendido pelo *status quo* científico da Europa até então, não estava correto, não se ajustava ao modelo matemático proposto e às observações. Algo devia estar faltando ou errado. A ideia alternativa era um sistema com o sol no centro (sistema heliocêntrico, em oposição ao geocêntrico). Tampouco a ideia de órbitas perfeitamente circulares e os astros esféricos (o que refletia certa perfeição na natureza ou na criação) se mostrava coerente com as observações de Galileu e outros como Brahe e Kepler. Mas derrubar todo o sistema cosmológico e científico Aristotélico que tinha mais de 15 séculos não seria uma tarefa fácil e pacífica. Outros cientistas conterrâneos não compartilhavam dessa ideia revolucionária e buscaram o respaldo da Igreja Católica, religião oficial do mundo latino. Esta apoiava as ideias daquele grande cientista da Grécia clássica já que também parecia coincidir com ideias subjacentes na tradição bíblica: como o ser humano é o ápice da criação, o único com razão, alma, vontade e liberdade para reconhecer e conhecer a Deus, parecia bastante lógico pensar que também fosse o centro de tudo, inclusive geográfica ou astronomicamente. Assim, a Igreja também aceitava o modelo de Aristóteles. Não discutiremos este caso em detalhe aqui, caso que gerou muitas lendas inverídicas (recomenda-se ler uma explicação em Lennox, 2021, pp. 42-45) mas diremos que a elite científica buscou comprometer Galileu de várias formas, inclusive perante a Igreja. Dentre suas várias obras, a de 1632 intitulada “Diálogo sobre os dois principais sistemas do

mundo” mostrava, em forma de diálogo entre dois personagens um, chamado Simplício, representando a visão aristotélica/ptolomaica do mundo e o outro Salviati, representando a visão copernicana, mais um mediador, chamado Sagredo, a discussão sobre como seria nosso sistema planetário, se heliocêntrico ou geocêntrico (ver <https://www.britannica.com/biography/Galileo-Galilei/Galileos-Copernicanism> e Russel, 2017). Seus opositores convenceram o Papa da época, Urbano VIII, que fora amigo de infância de Galileu, inclusive, de que Galileu zombava dele e da Igreja, nesse trabalho². É importante lembrar que isso aconteceu um século após a ruptura causada por Martinho Lutero e seu movimento protestante, pelo que o ambiente no mundo religioso e social estava muito conturbado. Obrigado a dar um passo atrás por um tribunal inquisitório, Galileu ficou afastado da universidade de Veneza, onde lecionava, e viveu seus últimos anos recluso em uma casa de campo, onde continuou com seus trabalhos de laboratório sobre mecânica, matemática, e outros. Galileu não abandonou nem a sua fé católica nem sua vocação de cientista. Ele disse que existiam dois livros no mundo: o da natureza e o das sagradas escrituras e que a matemática era a língua ou o alfabeto no qual Deus havia escrito o universo (“*La matematica è l’alfabeto in cui Dio ha scritto l’Universo*”).

Sua principal contribuição para o método científico foi a experimentação metódica pois, até então, a ciência assentava-se ainda numa metodologia aristotélica (baseadas no silogismo). O físico desenvolveu vários outros instrumentos, além do telescópio, como a balança hidrostática, um tipo de compasso geométrico que permitia

2 Além de diversas fontes literárias, é recomendável assistir ao documentário “Galileu luta pelo céu”, exibido pela TV Cultura, no Brasil, produzido pela rede norte-americana Public Broadcasting Service - PBS, <https://www.pbs.org/wgbh/nova/galileo/about.html> baseado no livro “Galileo’s Daughter: A Drama of Science, Faith and Love” de Dava Sobel (1999).

medir ângulos e áreas, o termômetro e um precursor do relógio de pêndulo. Colocando alguns eventos no tempo, podemos listar elementos biográficos de interesse. Em 1609 ele desenvolve e usa o telescópio para observar os astros no céu, desde as estrelas até planetas e – inclusive – o sol. Galileo realiza sua pesquisa e se apoia na difusão e comercialização de seu invento para financiar suas pesquisas, apresentando o telescópio para personalidades de Veneza (governantes e militares) para ser usado na defesa da cidade. Ele busca um mecenas da corte e consegue patrocínio e proteção dos Medici, uma influente família. Faz diversos trabalhos de observação e registro detalhado da superfície da Lua e manchas solares publicando, em 1610, “*Sidereus Nuncius*” ou “O mensageiro sideral” ou “das estrelas”, com essas observações. Também observa ao longo do tempo a posição do que supostamente seriam quatro estrelas e descobre que na verdade são satélites (luas) de Júpiter, e que o planeta Vênus tem fases. Estas observações contrariam a lógica de um sistema geocêntrico e fortalecem sua concordância com as ideias de Brahe, Kepler e Copérnico. No laboratório, experimenta o movimento relativo dos corpos, a queda livre e num plano inclinado, movimento do pêndulo, etc. Apóia seus trabalhos em relatórios detalhados e descrições matemáticas. Publica em 1638 o trabalho “Discurso sobre as Duas Novas Ciências” (original em italiano: “*Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica e i movimenti locali*”) com conhecimento acumulado em trinta anos de pesquisa nessas áreas.

Mas nem tudo foram boas ideias e vitórias. Galileu observara o movimento das marés como uma confirmação de que a Terra se movia, de que não estava imóvel no centro do sistema planetário, desconsiderando a já relativamente conhecida relação entre a posição da lua e a altura do nível do mar. Este fato é importante pois nos leva a pensar que se até os maiores cientistas podem cometer erros (temos

aqui o exemplo de Aristóteles e Galileu, dois nomes importantíssimos para a história da ciência e do conhecimento da humanidade). Também nós devemos nos precaver como diziam Bacon e Descartes, caminhando com passos firmes, sem dar saltos, e duvidando de tudo o que não seja comprovado pela razão (e a matemática, segundo Descartes). Este fato certamente não diminui a importância e o brilho de um pensador como Galileu Galilei.

No mesmo ano da morte de Galileu, nasce **Isaac Newton** (1642 – 1727). Ele foi um físico, matemático, astrônomo, alquimista, filósofo natural e teólogo inglês. Sua obra, “*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*” (traduzida como “Princípios Matemáticos de Filosofia Natural”), publicada em 1687, é considerada uma das mais influentes na história da ciência. Ali, Newton descreve a Lei da Gravitação Universal e as três leis (conhecidas por nós como “as Leis de Newton”) que fundamentaram a mecânica clássica: da inércia, dinâmica, e ação e reação. Ele construiu o primeiro telescópio refletor operacional e desenvolveu a teoria das cores baseada na observação de que um prisma decompõe a luz branca solar em várias cores do espectro visível, as mesmas cores que vemos no arco-íris naturalmente. Estudou refração, reflexão e dispersão da luz; também formulou uma lei empírica de resfriamento e estudou a velocidade do som. Como matemático, Newton contribuiu para o estudo das séries de potências, generalizou o teorema binomial para expoentes não inteiros, desenvolveu o método (também batizado como “método de Newton”) para a aproximação das raízes de uma função, os cálculos infinitesimal, diferencial e integral, e mais. Certamente é lembrado por todos por ter descoberto como funciona a gravidade (Lei da gravitação universal) além da matemática avançada que desenvolveu. Alguns o consideram uma das pessoas mais inteligentes da história. Newton, claro, não partiu da estaca zero para

realizar seus trabalhos e fazer suas descobertas. Teve influência de seu professor e orientador Barrow (desde 1663) e de Schooten, Viète, John Wallis, dos trabalhos de Fermat sobre retas tangentes a curvas, de Cavalieri, das concepções de René Descartes e Galileu Galilei, Ismael Ballialdus, Christiaan Huygens, Robert Hooke e Johannes Kepler... Nas suas próprias palavras, ele pôde ver mais longe porque se apoiou sobre os ombros de gigantes (*"If I have seen further it is by standing on the shoulders of Giants"*) (SAGAN, 1982; KOCHÉ, 2007; SMITH, 2007; RUSSEL, 2017; LENNOX, 2021).

Entre os anos 1600 e 1800, dependendo do autor, data-se o início do **Iluminismo**, movimento que impulsionaria o desenvolvimento, o desabrochar da razão e das capacidades humanas (razão, entendimento) e também seria fermento de revoluções político-sociais, especialmente em contraposição às religiões e às monarquias. **Immanuel Kant** (1724 – 1804) é um dos expoentes mais conhecidos dessa época. Ele dizia que podemos não saber as verdades de como o mundo é, mas sim de como o vemos; que temos ideias *a priori*. Ele falou que conhecemos a realidade por dois meios, o da sensibilidade e intuição e o do entendimento dos conceitos pela razão. Kant propôs que não podemos conhecer as coisas do mundo tal como elas são, mas, segundo López (2014, p. 16), “simplesmente tal como elas nos aparecem enquanto ‘fenômenos’ situados no espaço e no tempo, os quais, por sua vez, seriam estruturas de nossa constituição humana, e não dimensões do Universo em si”.

Ainda no final do século XIX e início do XX surge uma corrente filosófica cuja influência perdura no meio científico: o **Positivismo**. Esta corrente, desenvolvida principalmente, mas não exclusivamente, pelo filósofo francês **Auguste Comte** (1798 – 1857), pai da Sociologia, defende que apenas pela ciência, por meio da observação e da experimentação, podemos adquirir conhecimentos e avançar como

civilização. Desconsidera qualquer abordagem idealista, religiosa e até a racionalista mais tradicional (mais filosófica e menos experimental) (VITORIA, 2009; COHEN, 2015; RUSSEL, 2017).

Avançando no século XX, temos mais um filósofo da ciência que fez aportes muito importantes: **Karl Popper** (1902 – 1994). Nasceu na Áustria, onde estudou matemática, física e psicologia, mas sua paixão foi a filosofia, disciplina que lecionou na Nova Zelândia e na Inglaterra (WARBURTON, 2012). Este pensador afirmou que tudo na ciência é conjectural, provisório e não definitivo e que na verdade temos o que ainda não foi provado como falso. Todavia, sua afirmação mais chocante foi que: não podemos provar (mesmo com evidências) que nossa hipótese é verdadeira; podemos, sim, provar que ela é falsa. A possibilidade de uma teoria ser refutada constituía para ele a própria essência da natureza científica. Assim, uma teoria só pode ser considerada científica quando é falseável, ou seja, quando é possível prová-la falsa. Esse conceito ficou conhecido como falseabilidade ou refutabilidade. Segundo Popper “Uma teoria científica é um modelo matemático que descreve e codifica as observações que fazemos. Assim, uma boa teoria deverá descrever uma vasta série de fenômenos com base em alguns postulados simples como também deverá ser capaz de fazer previsões claras as quais poderão ser testadas”³ (VOLPATO, 2013; CAMPREGHER, 2017).

Popper desmistificou a ciência, a tirou do pedestal em que estava, desde os gregos até o iluminismo. Defendeu que se a ciência se baseia na observação e teorização, só se podem tirar conclusões sobre o que foi observado, nunca sobre o que não foi. De certa forma, isto rejeita a

3 Ver também: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/filosofia/filosofia-da-ciencia-karl-popper-falseabilidade-e-limites-da-ciencia.htm>

indução como forma de chegar à verdade, ao contrário das opiniões de David Hume, Thomas Kuhn e outros (WARBURTON, 2012). Segundo ele, o senso comum é algo vago e mutável (muda com o indivíduo e a sociedade). Ainda, o que os sentidos percebem, não é registrado sem deformações. Nós filtramos essas percepções, como dito acima. Vamos construindo novas teorias e leis na medida que derrubamos partes delas e mantemos o que ainda é válido. Podemos negá-las, corrigi-las, ampliá-las.

Muitos outros cientistas, além destes supracitados e entre os quais também houve mulheres, desenvolveram conhecimento, fizeram descobertas, e contribuíram significativamente para o avanço das diferentes disciplinas. Dentre as mulheres citamos, como exemplo, apenas três de muitas:

Ada Augusta King, Condessa de Lovelace (1815 – 1852), matemática e escritora britânica, criou o primeiro algoritmo pensado para que uma máquina analítica fosse capaz de calcular os Números de Bernoulli, por isso, é conhecida como a primeira programadora de computador do mundo. Ela elaborou planos de como uma máquina chamada *Analytical Engine* deveria funcionar, em parceria com o cientista Charles Babbage, mas faleceu antes da construção desse tipo de máquinas.

Marie Curie (1867 – 1934) foi uma física e química polonesa pioneira no estudo da radiação e, entre outros trabalhos importantes, descobriu elementos da tabela periódica como o Rádio e o Polônio.

Rosalind Franklin (1920 – 1958), química inglesa, trabalhou com cristalografia e análises com raios-X. Sua pesquisa contribuiu para o entendimento do ácido desoxirribonucléico (ADN ou DNA). Ela foi capaz de tirar uma fotografia por raios-X mostrando a dupla hélice das moléculas de ADN pela primeira vez. Porém, sua descoberta foi publicada pelos bioquímicos James Watson e Francis Crick, sob chefia

de Maurice Wilkins (colega de R. Franklin que teria se apropriado da informação), em 1962 (REDAÇÃO NATIONAL GEOGRAPHIC, 2023).

O objetivo deste relato histórico resumido é falarmos do desenvolvimento do método, não tanto de descobertas ou invenções, e perceber que, muitas coisas são feitas da mesma forma em que eram feitas séculos atrás, enquanto outras mudam de acordo com novas descobertas ou novas técnicas, novas reflexões e, ainda hoje, estão sendo repensadas. A base do pensamento crítico e da busca pela objetividade para ir nos aproximando da “verdade”, permeia toda a história da ciência.

Segundo Rampazzo (2010) e outras fontes, poderíamos resumir a história da metodologia científica dizendo que:

- Francis Bacon nos apresenta a importância da observação e a necessidade da indução na interpretação da natureza.
- Galileu Galilei demonstra a importância da experimentação e da leitura adequada do livro da natureza.
- René Descartes fixa as regras do método matemático-dedutivo e ressalta a importância da razão humana e de eliminar toda incerteza.

4

INDUÇÃO, DEDUÇÃO E ABDUÇÃO

O leitor pode ter percebido que, ao longo deste texto, foram citados termos tais como conhecimento ou raciocínio indutivo e dedutivo. Bacon e Descartes nos ressaltaram estes termos, por exemplo. Definamos, então, estes e mais um terceiro, a abdução.

Indução é o processo de quando a partir de premissas ou verdades particulares, isto é a observação de casos particulares, busca-se chegar a uma lei ou verdade geral, universal (RAMPAZZO, 2010; VOLPATO, 2013).

Vejamos um exemplo:

O ferro conduz eletricidade;

O ferro é metal.

O ouro conduz eletricidade;

O ouro é metal.

O cobre conduz eletricidade;

O cobre é metal

Logo: os metais (todos!) conduzem eletricidade.

Ou seja, a partir de repetidas observações sobre um fenômeno ou processo, imaginamos, extrapolamos que isso deverá ser esperado em todas as situações similares, quando na natureza se deem as mesmas condições. Neste exemplo, acima, testamos apenas três dentre os vários metais existentes e não todos. Então, será que isso é sempre válido ou verdadeiro? Bem, dependendo do exemplo, podemos dizer que sim. De fato usamos esta forma de pensar com muita frequência. Vimos, anteriormente, que nós, humanos racionais, buscamos e reconhecemos padrões na natureza, relações de causa e efeito e, por isso mesmo,

podemos fazer ciência. Mas quiçá a resposta mais sábia e racional seja dizer que é “provavelmente” válido em todos os casos. Na matemática e a estatística se trabalha com probabilidades, inclusive, por conta da variabilidade de alguns fenômenos na natureza, mas isso é um outro assunto, além do escopo deste livro. O fato é que, no processo indutivo, a conclusão constitui-se um avanço maior do que as premissas, o que alguns filósofos e cientistas veem como positivo enquanto outros, como Popper, não (VOLPATO, 2013).

Dedução é a demonstração de determinadas afirmações, verdades particulares, a partir de suposições já estabelecidas, de premissas mais gerais dadas por certas, ou verdades universais (RAMPAZZO, 2010). Ao contrário da Indução, na dedução parte-se de uma ou mais afirmações gerais para chegar a uma afirmação particular. A conclusão obtida desta forma torna explícito um conhecimento já existente nas premissas. Assim, seguindo o exemplo acima, se reconhecemos uma característica ou propriedade comum a todos os metais do planeta e, num determinado momento, alguém descobrisse um novo metal, tudo nos levaria a deduzir e concluir que este novo metal também compartilharia dessa propriedade.

Um outro termo menos conhecido, mas muito usado na ciência ao longo da história, é o de **abdução**. O raciocínio abduutivo é definido como a inferência pela melhor explicação. É muito utilizada para estudar eventos passados não repetíveis. Vale notar que “melhor explicação” é diferente de “a maior probabilidade” pois, como fora dito, algumas vezes os eventos ou fenômenos não podem ser repetidos nem sequer experimentalmente. A abdução possui caráter explicativo e intuitivo, procura concluir com a melhor explicação, também utilizando o conhecimento de fundo (repertório de conhecimento) e não simplesmente a melhor probabilidade matemática (LENNOX, 2021; p 67).

PARTE II



5

ESTRUTURAÇÃO E OBJETIVOS DOS PROJETOS E ARTIGOS CIENTÍFICOS

O início: gênese dos trabalhos de pesquisa

Como vimos, nós humanos desenvolvemos a ciência para tentar entender, descrever e explicar sistematicamente a estrutura e funcionamento de tudo o que vemos no universo. E o processo de fazer ciência, de investigar o mundo ao nosso redor, é o que chamamos, na prática, de trabalho de pesquisa. Segundo Rampazzo (2010), Volpato (2013), e outros autores, a pesquisa é orientada a responder perguntas e resolver problemas.

Então, antes de tudo e na prática, como nasce um trabalho de pesquisa?

Primeiramente surge uma ideia sobre um objeto de pesquisa, um problema, uma pergunta a responder ou enigma a resolver; algo que consideramos interessante e importante (discutiremos, mais adiante, que isto é relativo, muitas vezes).

A partir de quê?

Basicamente, temos três fontes de inspiração, por assim dizer: as observações na natureza, as informações preexistentes ou antecedentes (em fontes bibliográficas) e, quiçá, ideias completamente novas.

Na medida em que o ser humano vai vivendo e observando seu entorno, se questiona sobre o que são, como funcionam, para que servem as coisas do mundo, como e aonde surgiram, e mais. Tratando-se de um pesquisador, ele quererá estudar um fenômeno, processo, ou estrutura para responder a sua pergunta ou as suas perguntas.

Também pode acontecer que, ao estudar outros trabalhos anteriores de pesquisa, que foram devidamente publicados em algum

meio (mais adiante veremos que a pesquisa desemboca, inevitavelmente, em uma publicação), surjam perguntas ou ideias para desenvolver novos estudos, nova pesquisa, além da que fora feita no passado. Ou seja, a ideia surge neste caso não da observação direta da natureza, mas do conhecimento de outras fontes de pesquisa científicas preexistentes. Podemos, ali, encontrar lacunas de conhecimento, questões ainda não resolvidas, perguntas levantadas por outros pesquisadores como fruto de seus estudos, etc., já que ao fazermos ciência encontramos algumas respostas e também novas perguntas, na medida em que vamos aumentando nosso nível de conhecimento.

Uma alternativa a mais seria ter ideias novas, surgidas de um processo de intuição, completamente independente ou até contrária a outras ideias. Mas este tipo de inspiração é rara, se é que existe. Muitos pensam que nosso subconsciente processa as informações que recebemos da nossa experiência diária, nossas leituras, trabalho, etc., e gera pensamentos que posteriormente vêm à tona, mas que não são independentes da nossa bagagem, ou seja, não seriam uma inspiração sem uma base *a priori*. Vários cientistas, desde Platão até os da atualidade, passando por David Hume, discutiram sobre a origem das ideias (LÓPEZ, 2014; SILVA, 2015).

Ainda, é interessante observar que para o sucesso da pesquisa, segundo Ford (2000) e Volpato (2004), é preciso que haja motivação no pesquisador, relevância teórica e prática no tema, e viabilidade (econômica, temporal, etc.). Motivação porque o processo de gerar conhecimento científico não é trivial nem rápido. O pesquisador terá que estudar, observar, coletar e analisar dados, testar suas hipóteses, eliminar suas dúvidas e, finalmente, publicar seus achados. Tudo isso demanda uma dedicação e um tempo considerável: de meses a anos de trabalho, em caso de estudos complexos e com várias partes. A relevância do tema

geralmente é um aspecto subjetivo. Obviamente, o pesquisador, se está motivado, é porque acha interessante e importante o seu objeto de pesquisa. Mas também é positivo pensar na utilidade para o resto da sociedade (lembramos que o próprio Francis Bacon havia dito que a ciência devia ter utilidade para a sociedade). Muitas vezes a pesquisa também depende de financiamento de instituições públicas, governamentais, ou até privadas. Essas instituições podem ter agendas que vão mudando com as necessidades do momento histórico e, assim, apoiar de forma variável uma ou outra linha de pesquisa. Por exemplo, durante e após a pandemia de Covid-19 que afetou a população mundial nos anos de 2019 a 2021, muito do investimento foi destinado a pesquisa na área de medicina, bioquímica, desenvolvimento de vacinas, epidemiologia, imunologia, etc. A Organizações das Nações Unidas (ONU), através da UNESCO, escolhe temas para dedicar aos “ano internacional...”, e já houveram anos focados na atenção aos oceanos, à paz, às crianças, à agricultura, à física, à pesca, à cultura, à biodiversidade, etc. (ver <https://www.un.org/en/observances/international-years>). Nesses anos, naturalmente, se direcionam mais o suporte e financiamento para linhas de pesquisa específicas e, assim, a atenção prestada a esses temas é, por um ano, relativamente muito mais alta do que a de outros temas na cultura global. Ainda assim, em nível local, regional, nacional, internacional, teremos diferentes demandas e estudos distintos poderão ter maior ou menor importância para a sociedade, em cada caso. Filosoficamente podemos dizer que todo estudo bem feito, que resulta em novo conhecimento, sempre será útil de alguma forma e em algum momento.

A viabilidade de um trabalho é ponto fundamental a ser observado, tanto que existe uma seção em todo projeto que deve confirmar que será possível realizá-lo em tempo e forma. O pesquisador deve ter

consciência e demonstrar isso a quem ler e avaliar sua proposta, de que existem informações prévias suficientes, capital econômico e humano, tempo hábil, espaço e infraestrutura para desenvolver o projeto que propõe. Na pesquisa proposta como requisito (parcial ou total) para a obtenção de um grau acadêmico, particularmente títulos de pós-graduação como Mestrado, Doutorado e Pós-doutorado, mas também em projetos de pesquisa financiado por terceiros, o pesquisador deve demonstrar que terá meios e tempo para coletar, armazenar, triar e analisar os dados necessários para comprovar suas hipóteses, dentro do prazo pactuado. E quando houver necessidade de parcerias, estas também precisam ser comprovadas e demonstradas. Por exemplo, se para um determinado projeto de pesquisa, um cientista precisará de um laboratório ou equipamento de terceiros (um espectrofotômetro, um microscópio eletrônico, um telescópio, uma embarcação, etc.) terá que anexar ao seu projeto e seu pedido de financiamento, uma carta de anuência de quem for ceder tempo ou emprestar tal equipamento. Algumas vezes é necessário assinar termos ou projetos de cooperação entre instituições para formalizar essa parceria.

Níveis e tipos de pesquisa

Existem diferentes enfoques para se fazer um trabalho de pesquisa (VOLPATO, 2004; KOCHE, 2007; RAMPAZZO, 2010).

Podemos falar em três níveis de pesquisa:

- Exploratória (levantamento ou *surveys*): aquela que fazemos ao nos aventurarmos em um ambiente e assunto novo, a fim de desbravá-lo e descobrir coisas novas. Segundo Rampazzo (*op. cit.*) este tipo de pesquisa é chamada de “quase científica”, pois

pode ser não-sistemática, apenas recolher e registrar dados sem uma pergunta inicial.

- Descritiva: a que busca analisar e descrever fatos ou elementos, suas características e propriedades. Eles servem de base para, depois, fazermos perguntas concretas e dirigidas para nova pesquisa.
- Explicativa: é aquela onde, com os dados coletados e analisados, podemos explicar algo, responder a alguma pergunta e, eventualmente, resolver uma questão, um problema do qual partimos.

Por outro lado, podemos caracterizar diferentes tipos de pesquisa:

- Pesquisa bibliográfica: a que fazemos para coletar e organizar informações, conhecimento a partir de trabalhos de pesquisa já publicados em artigos e livros. Em todas as demais formas da pesquisa temos que realizar uma pesquisa de antecedentes na literatura; isso é uma parte fundamental do processo de fazer ciência. Mas aqui estamos nos referindo à área exclusiva de pesquisa em fontes literárias. Antigamente, trabalhos assim, sobre um assunto particular e feita em base à literatura prévia, eram frequentes e eram comumente chamados de monografia (lit. escrita sobre um assunto).
- Pesquisa documental: é um tipo específico de pesquisa de literatura publicada que se restringe a documentos oficiais (leis, decretos, portarias, processos legais, etc.). Na área do Direito e afins dão-se trabalhos deste tipo com maior frequência.

- Pesquisa descritiva (não-experimental): como acima dito, quando queremos conhecer e descrever algo (uma estrutura, sistema, ou fenômeno da natureza) a partir de dados coletados segundo nossos objetivos, mas sem alterar nem controlar nada do que a natureza nos oferece. Em geral, nas ciências naturais, na área ambiental, na geografia, biologia, oceanografia, astrofísica, etc., não podemos alterar as condições naturais, apenas observá-las registrá-las, comparar diferentes eventos, períodos, populações, etc.
- Pesquisa experimental: é a pesquisa na qual podemos planejar diferentes situações, manipular algumas variáveis de forma planejada, para reconhecer causas e efeitos, criar diferentes situações com diferentes “tratamentos” mais uma situação de “controle”, como se costuma dizer na área da estatística experimental (VIEIRA & HOFFMANN, 1989). Nas áreas da agricultura, fisiologia, aquicultura, farmácia, medicina, e outras áreas de trabalho laboratorial podemos realizar experimentos assim controlados.

Fontes de informações

No âmbito da pesquisa científica, o conhecimento adquirido é tornado público através de obras escritas que, por isso, são chamados de publicações. Para saber, nós recebemos instrução e informação, tanto no nosso processo educativo e formativo normal (desde o ensino básico até o ensino de terceiro grau, universitário), e também pelo processo de procura e leitura que individualmente fazemos. Para saber o que já foi feito em pesquisa, o que se sabe e o que ainda não se sabe, precisamos ler, estudar das fontes preexistentes. Até para saber o que não deu certo

em outros estudos, para não repetir os mesmos erros, é preciso ler trabalhos anteriores. Como diz um manuscrito não publicado do Prof. John Fontenele Araújo, médico e neurocientista da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (RN, Brasil), “para fazer ciência é fundamental ler”. Neste sentido, é importante conhecer os trabalhos clássicos e pioneiros na área que se está estudando, tanto quanto é necessário conhecer os estudos mais novos, de vanguarda. Destacamos também, aqui, que o processo de adquirir informações inclui também, além da leitura de livros e artigos idôneos, assistir a palestras, debates, apresentação de trabalhos em eventos científicos, assistir documentários de alto nível, etc.; isto é, buscar conhecimento em diferentes formas e analisá-lo racionalmente. Na medida em que o pesquisador vai lendo livros e artigos científicos com cuidado, e procurando ler, depois, os outros artigos citados neles irá, por assim dizer, trilhando o caminho do conhecimento de uma determinada área de pesquisa. Um bom trabalho citará fontes clássicas, pioneiras, e fontes posteriores, até as mais recentes, e guiará o pesquisador na leitura subsequente. Assim vamos aumentando nosso conhecimento sobre um assunto ou área de pesquisa.

Mas onde e como buscar informações, publicações ou, como são chamadas depois de citadas, referências bibliográficas?

Existem, de fato, muitas fontes de informações sobre publicações científicas, ou seja, que permitem aos pesquisadores procurar as informações de que precisam: assunto da pesquisa, local de estudo, autores, palavras-chave, etc. Uma coleção organizada de informações de onde podem obter-se dados é chamada também de banco de dados. Assim, existem bancos de dados de publicações científicas que listam os periódicos (revistas científicas) e outras fontes onde os artigos estão publicados. Existem diversos serviços que coletam informações dos

periódicos e as organizam em sistemas de busca que, como dizíamos, nos permitem filtrar e localizar algo que nos interesse. Esses bancos de dados podem listar muitos periódicos, incluindo aqueles de acesso gratuito ou não. No caso de listarem artigos de periódicos pagos, uma vez que se encontram as informações que se procuram, e apontam ao endereço do periódico (a revista), o leitor terá que se contentar com ver uma prévia incompleta do artigo até pagar para ter acesso à versão completa. Nos casos de periódicos de acesso gratuito, poderá aceder ao artigo completo para lê-lo ou obtê-lo para gravá-lo em suas pastas eletrônicas (i.e, fazer *download* do arquivo, ou “salvá-lo”, em mau português). Anos atrás, os periódicos eram todos impressos e a cópia de cada artigo por separado chamava-se de “separata”. Quando o pesquisador publicava um artigo em uma revista, além desse artigo estar incluído num volume que depois era distribuído em bibliotecas e outros locais, ele recebia um certo número de separatas para distribuí-las à sua discrição entre leitores interessados. Na atualidade, todos têm cópia digital ou, inclusive, são totalmente digitais, não existindo mais o volume físico, impresso. No caso dos periódicos pagos, para poder ter uma cópia do artigo em formato digital (geralmente em formato de arquivo portátil, somente para leitura, com extensão pdf) é preciso pagar por ele e não é permitido repassar cópias dele a terceiros. Nos casos dos gratuitos, obtêm-se esses arquivos pdf e podem ser lidos e repassados sem restrições.

Muito embora, hoje em dia, existam diversos meios de busca na rede internacional de computadores, a internet, tais como os buscadores Google, Google Scholar, StartPage, Yahoo, DuckDuckGo, Bing, Yandex, Baidu, Ask Jeeves, Ecosia, etc., que utilizam diferentes algoritmos de busca para encontrar a palavra ou frase que estamos buscando, esses não são mecanismos específicos para artigos científicos

(com exceção do Google Scholar ou Google Acadêmico, em português). Embora esses algoritmos procurem por palavras-chave, as procuram em qualquer endereço de internet disponível e indexado pelo buscador. Para otimizar nossa busca, é preciso acessar uma base de dados que registre exclusivamente artigos científicos. Algumas bases de dados estão listadas a seguir. Nenhuma dessas bases inclui todos os periódicos, mas certamente incluem muitos, desde os internacionais mais conceituados até alguns regionais e cruzar resultados de mais de um destes serviços permitirá encontrar material suficiente para embasar o projeto e ajudar o pesquisador a conhecer mais e melhor seu assunto de pesquisa. Nestas bases pode se procurar por assunto da pesquisa, disciplina da ciência, nome do pesquisador, nome de uma espécie foco da pesquisa, nome da área de estudo, e outras palavras-chave, e os números de registros dos periódicos ou livros (ISSN – International Standard Serial Number, ou ISBN – International Standard Book Number).

Vejamos algumas bases:

- Web of Science / Web of knowledge (<https://www.webofscience.com/wos>), uma base de dados multidisciplinar da empresa Clarivate que inclui artigos de revistas científicas, além de trabalhos de eventos científicos.
- Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA), uma base de dados de resumos e dados de publicações específicas, criada pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). Antigamente a base de dados era acessada em discos compactos (CD-ROMs) e hoje em dia se encontra na internet (<https://www.fao.org/asfa>).

- Directory of Open Access Journals (DOAJ) (<https://doaj.org/>), uma base de dados independente, construída por voluntários em muitos países, que lista periódicos de acesso gratuito.
- Online Access to Research in the Environment (OARE) (<https://www.oaresciences.org>) uma base de dados de publicações construída por um consórcio público-privado coordenados pelo Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (UNEP), a universidade de Yale e algumas editoras científicas. Lista quase três mil periódicos que distribuem trabalhos completos para quem precisar lê-los.
- Thomson Scientific (<https://www.thomsonisi.com/ts/free/>), base de dados biológicos e farmacêuticos,
- SCOPUS (<https://www.scopus.com/home.uri>), outra base de dados de periódicos com revisão pelos pares da editora Elsevier, originária da Holanda, com alcance mundial.
- Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (<https://www.periodicos.capes.gov.br/>), um portal criado e mantido pelo governo brasileiro, através dessa Coordenação que depende do Ministério da Educação. Nela, é possível encontrar informações e aceder a artigos, inclusive pagos, aos quais o portal concede acesso por ter convênio com editoras nacionais e internacionais, já que a Capes paga para liberar o acesso a acadêmicos brasileiros, que se conectam desde instituições de ensino e pesquisa, por sua vez cadastradas pela Capes.
- Sistema de Bibliotecas SISBI do Brasil (várias páginas na internet), é um sistema onde cada biblioteca de universidade disponibiliza informações sobre seu acervo, incluindo teses e

dissertações, além de periódicos. Isto ajuda a encontrar trabalhos ainda não publicados em periódicos mas que já foram feitos em programas de graduação e pós-graduação do país.

- Electronic Resources from Smithsonian Institution Libraries (<https://library.si.edu/digital-library>), um sistema das bibliotecas do Instituto Smitsoniano dos Estados Unidos que lista livros e documentos antigos e também periódicos científicos do acervo desse instituto, que tem mais de uma sede.
- SOCOL@R – Open Access Platform CEPIEC (<https://www.socolar.com/>), um serviço do Ministério da Educação da China que lista periódicos por eles cadastrados.

Existem outros serviços pontuais de universidades e de países, de seus ministérios de educação ou ciência e tecnologia similares aos poucos que listamos aqui. A ideia desta pequena lista era mostrar alguns mais interessantes para ter em conta, e mostrar a diversidade de origens.

Falamos muito sobre artigos científicos, que são trabalhos geralmente pontuais, sobre um assunto; mas nos livros, o conhecimento de vários autores, em muitos trabalhos são agrupados, organizados e publicados. Estes livros também passam por uma leitura crítica de especialistas da área e editores, tornando-se referências idôneas para nós. Ainda, como fruto dos programas de pós-graduação, onde os pesquisadores vão aprofundando e ampliando seus conhecimentos, existem trabalhos tais como dissertações e teses. Estes textos, muito embora sejam fruto de uma pesquisa planejada e supervisionada por um especialista orientador e depois corrigidos por uma banca avaliadora, composta por outros dois ou mais especialistas, têm baixa divulgação e

circulação, pelo que não são consideradas fontes apropriadas. O ideal é que quaisquer fontes que sejam citadas por um autor, sejam acessíveis para os demais que desejem ou precisem conferi-las. As que não sejam facilmente encontradas são chamadas, coloquialmente, de “literatura cinza ou cinzenta”.

As hipóteses nos trabalhos de pesquisa

Como havíamos visto, primeiro o pesquisador tem alguma ideia do que quer pesquisar, ou pergunta que quer responder, enigma a resolver sobre algo na natureza. Qual é a composição química da água do mar? Por que os animais de uma determinada espécie migram por milhares de quilômetros, anualmente? Quantas espécies de microrganismos habitam um determinado ecossistema? Qual é o tamanho médio das pessoas que vivem em uma determinada cidade e qual é sua longevidade? Quais espécies vegetais são comestíveis e quais são tóxicas em uma determinada pradaria? Quanto de um recurso natural renovável é possível extrair de forma sustentável? Qual metal permite fazer peças mais resistentes para um determinado equipamento? Como viviam os seres humanos habitantes de uma determinada região cinco mil anos atrás? Etc. Em cada área da ciência haverá lacunas de conhecimento, problemas, perguntas, enigmas, que serão fonte de inspiração para os cientistas daquela área realizarem pesquisa.

Cada uma das perguntas, feitas em cada caso, terá uma resposta que será encontrada depois de feita a pesquisa, se houver sucesso. Mas antes de começar a pesquisa, o pesquisador já pode ter uma ideia de qual ou quais seriam as respostas possíveis. Essa resposta prévia deverá ser confirmada ou negada, isto é: testada. E essa resposta provável é chamada de “hipótese”.

A palavra hipótese deriva dos étimos gregos *hipo* (posição inferior) e *thesis* (proposição certa, comprovada). Então, literalmente, uma hipótese é uma “suposição” que temos em mente. Algumas vezes é confundida com “teoria”, na linguagem coloquial. Mas teoria seria o arcabouço de conhecimento que existe, o que foi observado (antes, na primeira parte deste livro, falamos dela como uma das três dimensões da filosofia clássica). A hipótese ou as hipóteses, pois em um único trabalho podemos ter mais de uma questão a resolver, são as respostas prévias, provisórias mas claras e positivas, do que se pretende comprovar ou demonstrar a partir dos dados coletados e analisados posteriormente, mas não o óbvio, trivial, que não precisa de demonstração (KOCHE, 2007; RAMPAZZO, 2010; VOLPATO, 2013).

As hipóteses são sempre necessárias?

Trabalhos descritivos não têm hipóteses, obviamente, mas os demais trabalhos sim e devem ser explicitadas claramente. Isto não somente porque ao propor um projeto de pesquisa é preciso convencer o leitor ou agente financiador da idoneidade da pesquisa proposta, mas também e principalmente porque boas perguntas e boas hipóteses garantem (parcialmente) um bom trabalho de pesquisa. Certamente são um ótimo começo para a caminhada do trabalho.

Como surgem as hipóteses?

Diversos autores discutem a gênese das hipóteses (já citamos textos como os de Rampazzo, 2010; López, 2014; Silva, 2015). Dentro das possibilidades, listamos:

Hipótese por Analogia – Por reconhecimento da semelhança entre o que está sendo estudado e outros casos.

Hipótese por Indução – A observação de vários casos particulares pode levar a uma generalização.

Hipótese por Dedução – O contrário à anterior, ou seja: dedução de uma resposta a uma pergunta pontual a partir de proposições gerais.

Hipótese por Construção – Surge a partir de dos conhecimentos já existentes, trabalho intenso de coleta, organização e análise dos dados.

Hipótese por Intuição – A partir de um ato de invenção súbito, deve-se considerar dedução ou indução, a lógica estaria excluída.

E de quantas hipóteses precisamos?

Dissemos que se o trabalho que se tem em mente tem mais de uma pergunta, pode se ter mais de uma resposta prévia ou hipótese. Mas se para uma mesma pergunta surgem mais de uma possível resposta, não se descreve e depois testa mais do de uma, em geral. Então, como escolher a mais apropriada, se é que existe uma que possa ser defendida como a mais adequada?

Para escolher de forma pragmática entre mais de uma hipótese usa-se o princípio da “Navalha de Occam”. Este é um princípio lógico atribuído ao filósofo empirista e frade Franciscano inglês William de Ockham (1285 – 1347) (HAMILTON, 1861), citado anteriormente neste livro. Disse ele que “Se em tudo o mais forem idênticas as várias explicações de um fenômeno, a mais simples é a melhor” ou a mais complicada tem mais chance de estar errada (HAMILTON, 1861; VOLPATO, 2013; RUSSEL, 2017). A explicação para qualquer fenômeno deve assumir apenas as premissas estritamente necessárias à explicação do fenômeno e eliminar todas as que não causariam qualquer diferença aparente nas predições da hipótese ou teoria, *i.e.*, ficar com a mais simples. O princípio é frequentemente designado pela expressão

latina *Lex Parsimoniae* (Lei da Parcimônia) enunciada como: “*entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem*” (as entidades não devem ser multiplicadas além do necessário), significando também que a natureza é por si econômica e não se multiplica em vão (VOLPATO, *op. cit.*; RUSSEL, *op. cit.*).

Construção dos projetos

Para poder responder às perguntas propostas, será necessário seguir um procedimento determinado. Constrói-se um projeto que estabelecerá a sequência do processo de pesquisa (FORD, 2000; KOCHE, 2007; RAMPAZZO, 2010). Tendo a pergunta em mente, e uma ideia prévia de resposta a ser confirmada ou negada (a hipótese), o pesquisador deve delinear os objetivos do seu trabalho. Os objetivos gerais apontam aonde o pesquisador quer chegar, segundo Volpato (2004); são seu ponto norteador. Sem isso não há pesquisa. Objetivos corretos e claros guiarão melhor ao pesquisador pelo processo de fazer a sua pesquisa.

A seguir, o pesquisador faz o planejamento de como obter elementos para cumprir esses objetivos e comprovar ou rejeitar a hipótese. A experiência prévia, seja do próprio pesquisador ou a obtida em trabalhos pretéritos consultados por ele, auxilia no planejamento futuro. Algumas vezes, quando não há muita experiência prévia, seja no assunto proposto, na metodologia, ou no sistema onde serão coletados os dados, é interessante e até necessário fazer um estudo piloto, que consiste em uma primeira abordagem, uma coleta teste para conhecer o ambiente, como funcionam os coletores de dados (tanto os equipamentos, amostradores, sensores, como a equipe humana que fará as coletas), e se certificar da viabilidade do trabalho de campo. Desta forma, podem se antever algumas dificuldades e já preparar o projeto

para encarar essas dificuldades e, no melhor dos casos, superá-las (VOLPATO, 2013).

Então, escreve-se o delineamento experimental propriamente dito para garantir que o objetivo da pesquisa seja alcançado. Definem-se as técnicas a serem utilizadas, as medidas a serem tomadas e as unidades de medida (peso em miligramas, gramas ou quilogramas; temperatura em graus Célsius ou Fahrenheit; comprimento medido de uma determinada forma e em milímetros ou centímetros; etc.). A escolha das variáveis e medidas determina os instrumentos coletores. Faz-se o planejamento da coleta de dados: como, quando e onde serão coletados os dados, as amostras. Para alguns estudos uma coleta pode ser suficiente, mas para estudos de variabilidade espacial e temporal, muito comuns em ecologia, oceanografia, geografia, epidemiologia e outras áreas do conhecimento, é necessário fazer coletas em diferentes locais e momentos, ao longo de uma determinada área e de um determinado período de tempo, em diferentes estratos da população amostrada. Como dito acima, dependendo do que se está querendo saber, o que se pretende provar, as coletas serão realizadas de uma forma ou de outra.

Também é preciso fazer uma previsão da metodologia a ser empregada nas análises posteriores. Em cada tipo de pesquisa, hoje em dia, existem uma série de análises que se fazem de praxe, rotineiramente; sejam análises laboratoriais ou análises estatísticas que se tornaram, na prática, um padrão básico de análise. Neste ponto, é muito importante frisar que não se devem coletar dados sem planejamento para somente depois ver que tipo de análises podem ser feitas. Isso se aplica tanto às análises biológicas e químicas como estatísticas, por exemplo. Algumas análises dependem muito da forma em que os dados são coletados e armazenados, tanto na qualidade como na quantidade e distribuição das amostras. Por exemplo, algumas

estruturas biológicas se veem alteradas ao serem expostas a substâncias que comumente são usadas para conservá-las, como álcool ou formol; se deformam e/ou descolorem com o tempo. Assim, se são coletados organismos e mantidos imersos em umas desses líquidos, e o pesquisador realiza certas medições um certo tempo depois, poderá encontrar estruturas alteradas, que não representarão o que precisava na sua pesquisa. Pode acontecer que uma planta ou animal, ou parte dele, se desidrate, inche ou colapse ao ser armazenado imerso nesses líquidos, perdendo sua forma, tamanho, coloração e textura normal, *i.e.*, que tinha quando estava fresco, e era necessário medir para cumprir os objetivos do trabalho, comprometendo, dessa forma, a pesquisa. Também é frequente que certos métodos estatísticos para análise de dados tenham requisitos tais como equilíbrio entre o número de amostras de todos os estratos ou tratamentos, homoscedasticidade (homogeneidade da variância desses estratos), independência na coleta de amostras (que a coleta de uma amostra não altere nada na seguinte a ser coletada), não aceitem zero como dado nas análises, etc. (VIEIRA & HOFFMANN, 1989; ZAR, 2010). Então é preciso planejar a coleta de dados para que satisfaça esses requisitos. Ainda, é importante ter um conhecimento prévio das características da variável a ser estudada (se tem distribuição normal, binomial, etc), sua distribuição espacial e/ou temporal. E é recomendável ter em mente métodos alternativos, pois nem tudo depende do planejamento do pesquisador. A natureza tem sua variabilidade e pode surpreender até o mais precavido dos cientistas e seus planos.

Durante a fase de planejamento, é necessário calcular os recursos necessários para a execução do projeto, tanto o capital econômico como o humano e o tempo necessário. Às vezes os laboratórios ou centros de pesquisa têm uma certa capacidade instalada que será usada no projeto

em questão mas sempre haverá algumas necessidades de material novo, diferente ou atualizado. Podem ser necessários produtos químicos, reagentes, equipamentos, energia, sensores e sua calibração, estruturas para armazenar as amostras propriamente ditas, locais de armazenamento para essas estruturas que contêm as amostras (prateleiras, geladeiras, freezers, galpões, etc.), máquinas de análises químicas, microscópios, computadores, programas (*software*) específico que eventualmente exijam pagamento de licenças para seu uso¹, etc. No que se refere ao tempo, planejam-se as etapas da pesquisa, em qual sequência serão feitas essas etapas e quanto demorará cada uma. Todo projeto incluirá, via de regra, um cronograma de execução e data final, quando serão apresentados os produtos de nossa pesquisa, sejam relatórios internos ou publicações em periódicos científicos, como veremos mais adiante neste livro.

Na medida do possível, é importante prever as várias etapas e situações da pesquisa enquanto se está planejando. A experiência do pesquisador, de sua equipe, do supervisor ou orientador, ajudam neste ponto. Desta forma, o pesquisador encontrará o mínimo de surpresas desagradáveis no caminho.

Assim, elaboram-se os projetos de pesquisa; são escritos e, frequentemente, submetidos a agências financiadoras nacionais ou internacionais (que fornecerão o capital econômico para realizar a pesquisa), ou a comissões governamentais que regem, apoiam, avaliam e financiam pesquisa científica ou, no caso de pesquisa específica para obter títulos de pós-graduação, a uma comissão avaliadora.

¹ Destacamos aqui a grande utilidade e qualidade do software livre e gratuito, que oferece ferramentas e programas de alta qualidade e confiabilidade e podem ser usados sem custo por parte de pesquisadores e acadêmicos, assim como o público em geral. Conferir a página da Free Software Foundation para saber mais: <https://www.fsf.org/>

Uma vez que o projeto esteja aprovado por essa instância, passa-se à fase de execução, seguindo o cronograma do qual falamos antes: coletam-se os dados (captura, contagem, mensuração, etc.), armazenam-se as amostras, analisam-se de forma individual e/ou agrupada, e vão sendo obtidos os resultados. Estes serão organizados em tabelas, figuras ou no texto dos relatórios. Na medida em que vão sendo obtidos e organizados os resultados, faz-se uma autoavaliação de êxito da proposta de pesquisa. Nos casos em que os resultados sejam satisfatórios, o pesquisador continua seu trabalho, mas nos casos em que algo possa ter falhado, se avaliam as causas, se procura contornar o problema, ou se volta ao começo, e se replaneja a pesquisa com outra estratégia, outra metodologia, outro desenho amostral, ou o que seja considerado apropriado.

Mais adiante no processo da pesquisa, os resultados encontrados são discutidos, isto é, se falará dos porquês a partir daquilo que foi observado, e serão feitas comparações com outras situações, outros resultados de pesquisa. Veremos, mais adiante, como é essa parte do trabalho científico. Ao final do processo, o pesquisador divulgará os seus achados (processo de publicação, do qual falaremos, adiante).

Cabe ressaltar que, ao terminar um projeto de pesquisa, o pesquisador terá respondido a uma ou várias perguntas que tinha no início do processo. Mas, via de regra, terá novas perguntas, surgidas desse novo nível de conhecimento, ou seja, o processo de pesquisa é um ciclo de observar a natureza e analisar a literatura, se fazer perguntas, postular hipóteses, planejar a pesquisa para responder a essas perguntas, coletar dados para testar as hipóteses, analisar os dados, sintetizar os resultados, tirar conclusões, publicar esse trabalho e, eventualmente, ter novas perguntas e postular novas hipóteses, para nova pesquisa que recomeçará o ciclo (FORD, 2000; KOCHÉ, 2007).



A divulgação dos resultados da pesquisa

Uma vez que o pesquisador cumpre seus objetivos e faz suas descobertas, naturalmente precisa comunicar aos demais o que achou, tornar público o que descobriu e o que concluiu. O processo de tornar públicos os achados da pesquisa é chamado, não por acaso, de publicação. Publicar não é um fim em si mesmo (VOLPATO, 2013) mas é necessário, como vimos antes, neste livro, e até obrigatório. Como defende Pauly (1986), um sapateiro faz sapatos, um cientista faz o quê? Ora, faz pesquisa e publica artigos com as suas descobertas. A única forma em que os demais saibam o que um cientista descobriu é se este torna público esse conhecimento novo. Por mais duro que seja ouvir esta frase, o trabalho que não foi publicado não existe, de fato, para o mundo exterior. A publicação tem que ser, segundo Pauly (*op. cit.*) uma parte do planejamento da pesquisa, já desde o início do processo.

Escrever e comunicar os resultados e conclusões da pesquisa podem ter diferentes formas. Podem ser feitos relatórios de diferentes tipos, de circulação restrita, até artigos a serem publicados em periódicos interacionais especializados (KOCHE, 2007; RAMPAZZO, 2010; VOLPATO, 2013).

Em algumas instituições podem ser gerados relatórios de divulgação interna, apenas, e esses relatórios não terem filtros nem revisões especiais. Os pesquisadores podem, também, divulgar seus achados através de meios de comunicação em massa, com ou sem filtro, controle ou revisão. Por exemplo, em revistas de divulgação científica, boletins de associações diversas, imprensa, ou podem, finalmente, divulgar sua pesquisa em meios especializados e com revisão dos pares. É o caso dos periódicos ou revistas científicas, as quais têm um corpo

editorial idôneo, revisores (*referees*, em inglês, lit.: árbitros) para cada área de conhecimento, requisitos, linguagem e ética científica.

Segundo Rampazzo (2010), os artigos científicos têm como características o serem originais e inéditos, contribuírem não só para a ampliação de conhecimento ou da compreensão de certos problemas, mas também por servirem de modelo ou oferecerem subsídios para outros trabalhos e serem elaborados de acordo com as normas da metodologia científica.

Publicando artigos científicos em periódicos

Os artigos científicos propriamente ditos, além de serem fruto de um processo de planejamento e execução segundo a metodologia e paradigmas da ciência da atualidade, passam por uma avaliação, um controle de qualidade e veracidade por parte de outros pesquisadores independentes, os “pares” do autor da pesquisa. Desta forma, não se trata da opinião parcial de um pesquisador ou grupo de pesquisadores, mas sua lógica e conclusões são analisadas, confirmadas e aprovadas por outros pesquisadores, avaliadores externos, independentes e idôneos. Esses revisores são mais de um e independentes e, geralmente, revisam o texto de um artigo, o chamado manuscrito, sem saber o nome dos autores, o que favorece a objetividade. Este processo de revisão conduzido por colegas idôneos é chamado de revisão por pares ou, em inglês, *peer review*. Pode acontecer, também, que os autores não fiquem sabendo do nome dos revisores, para evitar qualquer tipo de opinião subjetiva ao analisar e responder às críticas e sugestões por eles realizadas. Esta modalidade, na qual nenhum dos dois grupos (autores e revisores) conhece a identidade do outro, é chamado de sistema duplo-cego. Novamente destaca-se a objetividade, com esta metodologia de

trabalho. Por mais que o ser humano deseje ser objetivo e racional, sempre existe a possibilidade de que sejamos subjetivos e emocionais, pois temos nossas convicções, ideias, (pré)conceitos e sentimentos. Se dizíamos, na primeira parte deste livro, que a ciência busca o conhecimento e a verdade, tanto o método científico como a metodologia de revisão dos trabalhos e publicação dos mesmos deve seguir essa mesma lógica e objetivo último.

Qual é o processo que se segue para publicar?

Após o processo de fazer o trabalho de pesquisa seguindo o método científico, elaborando e executando um projeto, como explicado anteriormente, passa-se à etapa de preparação do manuscrito. O termo “manuscrito” vem de épocas em que se escrevia a mão, com penas e tinta, sobre diferentes materiais como couro e papiros, e depois papel. Nas últimas décadas, após a invenção da máquina de escrever no século XIX (ATANES, 1989) e, posteriormente, dos computadores pessoais (BRITANNICA, 2024), o processo é de digitação do texto, elaboração e editoração de figuras e tabelas neste último meio. Ainda assim, tal vez porque vem das mãos do autor, mantêm-se esse termo em uso. Uma vez publicado esse trabalho, será chamado de artigo.

Esse manuscrito é escrito pelo autor ou os autores. Havendo vários, é normal que exista um autor principal, responsável pela ideia e o projeto, e seus colaboradores, os coautores. Todos eles participam do trabalho tanto no aspecto metodológico como nas análises e escrita do manuscrito. Ser coautor de um artigo é uma responsabilidade científica e não um favor a um colega. Todos os autores que, por assim dizer, assinam o trabalho escrito têm responsabilidade e mérito pelo que o trabalho significa. A contribuição de cada autor é diferente, tanto no

que se refere à paternidade da ideia inicial que gerou as perguntas, hipóteses e objetivos da pesquisa, quanto à parte instrumental de coleta e análise de dados e, finalmente, a avaliação e discussão dos resultados. Não é fácil determinar, algumas vezes, a ordem dos pesquisadores na lista de autores. Mas, geralmente, a ordem mostra a contribuição geral de cada um, desde o que teve a ideia inicial e mais contribuiu e, por isso, encabeça a lista, até o último. A contribuição deste último está longe de ser irrelevante mas, simplesmente, é preciso listar os autores de alguma forma. Neste ponto, chamamos a atenção a dois casos peculiares.

Primeiro, artigos com muitos autores, como pode ser o caso de artigos de revisão de estado da arte de um tema, por exemplo. Nesse caso, geralmente o pesquisador que teve a ideia e convidou os demais a participar encabeça a lista e os demais podem ser incluídos em ordem alfabética, já que sua contribuição foi equivalente ou não é possível ou não se deseja mensurar essa contribuição. Em segundo lugar, o caso de artigos com vários autores onde participa um pesquisador sênior, líder da área, coordenador geral de um projeto, mentor, orientador ou supervisor do primeiro autor. Neste caso, tornou-se praxe que esse autor sênior conste em último lugar na lista de autores. Ainda assim, quando se abrevia a autoria dos trabalhos em artigos publicados, se coloca o sobrenome do primeiro autor e se acrescenta *et al.* (abreviação do latim *et alii* ou *et aliae*, que significa “e colaboradores”) depois.

Então, o manuscrito é escrito e revisado em colaboração com os coautores. A seguir, pode se valer da ajuda de colegas próximos, sejam da área da pesquisa ou não, para fazerem uma leitura independente e ajudar a eliminar erros de digitação e sugerir melhorias no texto pois, comumente, quando um pesquisador escreve, lê e relê seu texto, acaba por perder a sensibilidade para detectar pequenos erros no seu trabalho ou inconsistências no conteúdo do texto, pois lhe é muito familiar. Um

leitor independente terá mais clareza para perceber alguma coisa que não esteja bem escrita, tanto no aspecto ortográfico como de sequência do texto. Esta fase do processo não é obrigatória, obviamente, mas pode ser de grande ajuda para evitar correções maiores e até uma reprovação posterior, por parte dos revisores do periódico aonde o pesquisador submeterá seu manuscrito.

Uma vez que o trabalho está pronto, ele deverá ser adequado e formatado de acordo com as normas do periódico ao qual se deseja submeter o mesmo para publicação. Cada periódico tem suas regras específicas e devem ser seguidas, obrigatoriamente, pelos autores que submetem manuscritos. Tais regras, comumente chamadas de “instruções para os autores”, estarão disponíveis nos volumes impressos das revistas e/ou na página de internet do periódico. Incluirão detalhes de como se formata o manuscrito em relação às partes, local de inclusão e tamanho de figuras e tabelas, possibilidade ou não de inclusão de figuras coloridas, formatação das citações e referências bibliográficas, tamanho total do texto, tamanho dos resumos, etc. Nessas instruções também se expõem os canais para submissão dos manuscritos. A escolha do periódico, inclusive, pode ser feita antes mesmo do manuscrito ser redigido.

É comum que os pesquisadores conheçam vários periódicos da sua área, seu escopo e público-alvo, e já tenham uma ideia de aonde desejam veicular seus trabalhos. Assim, desde o começo do processo de escrita, o manuscrito terá o formato e estilo mais apropriado para um ou outro periódico.

Depois de submetido, o trabalho será primeiramente avaliado pelo editor responsável para ver se o texto está de acordo com as normas e o escopo do periódico, isto é, dentro da sua temática, estilo e profundidade deste. Se o manuscrito é adequado para o periódico, será

encaminhado aos revisores ou árbitros, geralmente dois ou três, que são pesquisadores da área do manuscrito, de confiança do editor ou do periódico. Eles terão um certo tempo para revisar e criticar o manuscrito e devolvê-lo ao editor que juntará todas as sugestões e críticas e as encaminhará aos autores com uma decisão editorial que poderá ser: a) o manuscrito está pronto para ser aceito e publicado; b) precisará passar por pequenas correções; c) grandes correções; d) não poderá ser aceito nesse momento. Neste último caso, o editor pode até sugerir que os autores retrabalhem seu manuscrito e o resubmetam ao periódico. Outras vezes, caberá aos autores pensar e decidir se vale a pena, após corrigir o manuscrito adequadamente, resubmetê-lo ao mesmo periódico ou buscar outro. Nos casos em que o manuscrito volta para o periódico com as correções realizadas e documentadas (além do novo manuscrito, os periódicos exigem enviar a versão anterior e uma carta explicando quais correções foram feitas e quais não, devidamente justificadas com apoio de referências bibliográficas apropriadas), o editor pode revisar a nova versão pessoalmente ou passá-la novamente aos revisores ou, pelo menos, a um deles em particular, dependendo da profundidade das correções que tenham sido exigidas. Cabe esclarecer que é saudável, por não dizer obrigatório, que os autores leiam, compreendam, e acatem as correções e modificações solicitadas pelos revisores. Em alguns casos pontuais, pode acontecer que os autores precisem defender sua opinião perante os revisores e editor. Nesse caso, deverão argumentar e documentar muito bem com referências idôneas as suas convicções para que o editor e os revisores possam, eventualmente, ser convencidos a mudar de opinião. Não é uma situação fácil, pois os revisores são os especialistas de confiança do periódico.

Alguns revisores pedem, explicitamente, para ler qualquer nova versão do manuscrito, outros deixam isso a critério do comitê editorial ou editor de área do periódico. Uma vez que o manuscrito cumpra com todas as condições exigidas, será aceito para publicação em um futuro volume do periódico em questão. Aí termina o trabalho dos autores, na questão científica mas, antes de ser publicado, a versão de prova do artigo (ou *proof*, em inglês), isto é, uma versão já editada e formatada tal como aparecerá no periódico, será enviada para que os autores confirmem se está tudo correto com o texto, com o nome e endereço certo dos autores, se as legendas de figuras e tabelas se corresponde com cada figura e tabela, se não houve algum corte ou inclusão acidental de texto no processo de editoração. Essa revisão da versão de prova é responsabilidade dos autores. Depois de aprovada e publicada a versão definitiva, geralmente não há chance de corrigir algum erro que tenha restado no artigo, a não ser publicar uma “errata” em um futuro volume, isto é, um esclarecimento de que algo estava mal em um texto anteriormente publicado, o que é um transtorno para todas as partes envolvidas, periódico, autores e leitores.

No caso oposto, quando um manuscrito é reprovado por parte de um periódico (através de seus revisores ou árbitros e editores), não significa que o trabalho não mereça ser publicado jamais. Significa que o manuscrito, nessa versão, não cumpre com os requisitos ainda. Pode ser que uma redação melhorada, com a Discussão melhor elaborada resolva o problema. Em outros casos, será necessário revisar os resultados, eventualmente repetir alguma análise ou experimento, ou fazer outras análises consideradas mais adequadas pelos especialistas que atuaram como revisores do manuscrito. Uma vez realizadas essas melhorias, o novo manuscrito estará pronto para ser ressubmetido, ao mesmo ou a outro periódico. Não se trata de uma derrota para os

autores, mas uma oportunidade de melhorar o manuscrito para bem de seu trabalho e produção intelectual, e da ciência como um todo.

Pela forma em que o processo de pesquisa é feito e depois revisado por pares, pode-se perceber porque é tão importante para a ciência e porque o conhecimento científico pode ser considerado confiável quando passa por esses filtros. É importante lembrar que o processo não é perfeito, que tanto autores como revisores e editores têm sua subjetividade. É preciso profissionalismo e paciência, de todas as partes envolvidas, para que o método funcione da forma em que foi idealizado, i.e., que prevaleça a qualidade e a veracidade científica.

Os periódicos científicos

Os periódicos científicos ou as revistas científicas (ambos nomes denotam sua característica de ser uma publicação especializada sequencial, em certos intervalos de tempo, em fascículos menores que os antigos livros) são muitos. Alguns são muito antigos e tradicionais, outros mais modernos. Dentre os mais antigos podemos citar estes: *Journal des sçavans*, criado na França em 1665, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, no Reino Unido em 1665, *Nature*, também criado no Reino unido em 1869, e *Science*, nos Estados Unidos da América em 1880. De lá para cá, muitos outros periódicos foram criados e continuam a surgir novos, com frequência. Alguns deixam de existir, outros diminuem a sua periodicidade, alguns a aumentam, dependendo da procura de autores e leitores.

Os periódicos podem ser de acesso gratuito para leitura, ou pagos, exclusivo para assinantes ou associados. Algumas editoras cobram para permitir acesso pontual a cada artigo, e outras ainda cobram para que os pesquisadores possam publicar nos periódicos delas. Não

discutiremos em profundidade todos os porquês, mas algumas editoras de grande porte e prestígio cobram para manter sua estrutura (equipe de pessoas que trabalha, manutenção de uma sede, custos de impressão, publicação e distribuição dos volumes físicos da revista, de propaganda). Outras dependem de instituições de ensino ou pesquisa, fundações ou do governo, e obtêm, dessas fontes, o capital para seu funcionamento. No outro extremo de opções, existem periódicos de acesso gratuito para todos os leitores e que tampouco cobram para analisar e publicar artigos. Certamente a qualidade científica e o custo da publicação não estão, necessariamente, diretamente correlacionados.

Nas últimas décadas, têm surgido muitos periódicos puramente eletrônicos, que recebem, processam e publicam os artigos de forma totalmente eletrônica, através da internet. Isso certamente reduz muito os custos, sem reduzir a qualidade científica do material veiculado. Também existe uma preocupação ambiental, no sentido de reduzir o uso de certos produtos químicos utilizados na produção dos volumes dos periódicos e o maquinário que podem poluir o ambiente, de reduzir o uso de papel que deriva do processamento de biomassa de árvores, do transporte que também significa queima de combustível para mover veículos.

Existem, literalmente, milhares de periódicos científicos. Segundo informações do serviço Clarivate Analytics², o Instituto de Informações Científicas (ISI, em inglês) tem mais de 21.000 periódicos indexados, por exemplo; e esses não são todos os que existem. Em cada área de especialidade, cada pesquisador conhecerá dezenas deles, de qualidade, nos quais busca conhecimento e referências para seus estudos. Na hora de decidir aonde publicar seus trabalhos, o pesquisador ou equipe de

2 Ver: <https://mjl.clarivate.com/home>

pesquisadores deverá analisar aspectos como a temática do periódico, que já pode ser prevista pelo título do mesmo, a declaração de escopo que estará na página de internet do periódico e/ou no início ou final de seus volumes impressos, e a abrangência do periódico. Também é saudável observar o histórico deste, analisando os artigos publicados nos últimos anos. O eventual custo para publicar e, posteriormente, a facilidade de acesso para os potenciais leitores também precisa ser levada em conta. Finalmente, o assunto mais discutido nos últimos tempos, é o impacto do periódico.

Fatores de Impacto dos artigos, periódicos e pesquisadores

Teoricamente, o fator de impacto de uma publicação é uma medida do quanto é importante para a ciência ou para a humanidade o tal trabalho científico (BOERO, 2010; VOLPATO, 2013). Representa uma mensuração de quantas pessoas são alcançadas intelectualmente por esse conhecimento, fruto da publicação, mas é importante destacar que o fator de impacto básico, original, é um parâmetro que avalia e define os periódicos e não os trabalhos individuais ou seus autores. Para esses outros casos, existem outros parâmetros, outras métricas, como se diz atualmente.

Vejamos o caso do fator de impacto padrão. Trata-se de um valor atribuído aos periódicos originariamente pelo instituto de informação científica dos Estados Unidos da América, o *Institute for Scientific Information* (ISI), e atualmente através do banco de dados da rede de ciências *Web of Science* (WOS), administrada pela empresa Clarivate (<https://clarivate.com/>), que mantêm um relatório de citações de periódicos atualizado anualmente, o *Journal Citation Reports* (JCR). Dissemos, anteriormente, que existem mais de 21.000 periódicos

registrados nessa base de dados, entre periódicos de ciências naturais, exatas, humanas e artes, mas não são todos os periódicos existentes no mundo, atualmente. Muitos periódicos independentes, isto é, que não pertencem a editoras tradicionais do primeiro mundo, estão ainda fora desse registro. Ainda assim, é uma das maiores bases de dados e com ela se calcula o impacto dos periódicos.

Havíamos falado que, ao escrever artigos e livros científicos, os pesquisadores citam outros trabalhos anteriores, que são referências consolidadas sobre o conhecimento que se maneja no artigo. Esses trabalhos citados constam todos ao final de cada artigo, capítulo ou do livro como um todo, na seção correspondente, geralmente chamada de Bibliografia, Referências, Referências bibliográficas, ou Literatura citada, dependendo do estilo do periódico ou livro em questão. A Clarivate contabiliza, para cada ano, quantas vezes um determinado periódico é citado em artigos de outros periódicos, para todos os listados. Esse número é contrastado com o número de artigos publicados pelo periódico em análise nos dois anos anteriores, para depois calcular o fator de impacto (FI) do periódico. Vejamos isto em termos matemáticos claros. Por exemplo, o FI de um dado periódico em 2024 é calculado como se segue: sendo A o número de vezes em que os artigos publicados em 2022 e 2023 foram citados por periódicos indexados (isto é, os listados pela WoS) em 2024, e sendo B o número total de itens citáveis publicados em 2022 e 2023 (*i.e.* artigos, revisões, e notas, não sendo computados editoriais ou cartas ao editor), o fator de impacto desse periódico em 2024 calcula-se dividindo A/B . Exemplo: se no periódico fictício “X” foram publicados 320 artigos científicos no biênio 2022-2023, e se no ano de 2024 estes receberam 920 citações em outros periódicos, seu FI em 2024 será $920/320 = 2,875$.

Em cada área do conhecimento, os valores de fator de impacto são diferentes. Strehl (2005) relata que periódicos da área das ciências médicas têm fator de impacto maior que o de periódicos de ciências naturais e estes, por sua vez, FI maiores do que os de periódicos de ciências humanas, matemática e computação. Periódicos muito famosos podem ter valores de FI maiores do que 30 (Nature e Science, especialmente), enquanto que outros periódicos conceituados nas áreas das ciências naturais têm FI entre 2 e 6, por exemplo (o leitor poderá conferir as informações atualizadas da Clarivate). Ainda, havendo diferenças nos valores entre periódicos da mesma área, é possível que leitores e potenciais autores procurem mais os periódicos de maior pontuação, buscando ler e citar artigos desses periódicos, e tentem publicar neles, contribuindo com o aumento do seu fator de impacto de forma circular. De fato, corre-se o perigo de perseguir isso como meta e o sistema se comporta como um cão que persegue sua própria cauda, ou a figura mítica (serpente ou dragão) Ouroboros que mordida sua cauda. Note-se, também, que o valor de impacto é dado para o periódico e não para artigos específicos. Então, em um mesmo volume de um periódico pode haver um artigo de um autor muito famoso, que receba muita atenção, ao lado de outros artigos, de outros autores, também idôneos, mas menos famosos. Esse autor e seu(s) artigo(s) pode(m) ser um fator que defina fortemente o fator de impacto do periódico em questão num determinado ano, i.e. que seja “o carro chefe”, como se diz vulgarmente.

Não é essa a única valoração que devemos fazer dos periódicos científicos nem dos artigos, em particular. Além de outros fatores de impacto, que se calculam de outra forma, como o Eigenfactor, que avalia não dois mas cinco anos de citações e pondera as mesmas pela qualidade dos periódicos onde os artigos foram citados (ver

<http://www.eigenfactor.org/about.php>), existem outros parâmetros a serem avaliados como o de vida média de citação, ou seja, por quanto tempo um artigo é citado após a sua publicação. Alguns assuntos podem receber muita atenção por um curto período, enquanto que outros podem permanecer por décadas dentro dos mais relevantes, ou até tornar-se clássicos que não perdem sua validade (STREHL, 2005; BOERO, 2010).

Para tentar avaliar a contribuição dos cientistas, diretamente, e não apenas dos periódicos onde eles publicam, em 2005 Jorge E. Hirsh cria o índice h (HIRSH, 2005). Este pode ser encontrado comparando o número que ordena os trabalhos por ordem decrescente de citações contra o número de citações destes. Assim, se o n -ésimo trabalho tiver n ou mais citações e o próximo trabalho, $n+1$, tiver um número de citações menor que $n+1$, então n será o índice h do pesquisador. Ex.: o 13º trabalho mais citado do autor Silva possui 14 citações e o seu 14º trabalho mais citado possui menos de 14 citações, seu índice h é 13.

Segundo alguns, o índice h é muito robusto, combina relevância com produção e vai ficando cada vez mais difícil de aumentar a medida que cresce (UCHIDA, 2009). Ou seja, é fácil passar de $h = 4$ para $h = 5$, bastam no máximo mais 6 citações estrategicamente colocadas. Mas é bem mais difícil passar de 30 para 33; seriam necessárias mais de cem citações, também estrategicamente colocadas. De fato, é muito difícil alcançar valores elevados de índice h .

Muito se discute, sobre a qualidade da pesquisa, do pesquisador, a utilidade da ciência básica em oposição à ciência aplicada, a quantidade de artigos e livros publicados por cada pesquisador. Alguns se questionam se um pesquisador de altíssimo nível ainda deveria dar aulas para alunos iniciantes na pesquisa (alunos de graduação), ou apenas orientar trabalhos de pós-graduação ou, no outro extremo,

apenas dedicar-se ao que faz com excelência e deixar o ensino para outros (PAULY, 1986; STREHL, 2005; BOERO 2010; ESCOBAR, 2010; VOLPATO, 2013; LÓPEZ, 2014; RUSSELL, 2017). Mas o fato é que a vocação científica tem raízes mais profundas do que apenas ter produção científica. Como falamos logo no início deste livro, o homem, além de ser um animal político, *sensu* Aristóteles (LÓPEZ, 2014; RUSSELL, 2017), também é um animal científico por natureza, na nossa concepção. Quando começamos a raciocinar melhor, já na infância, começamos a perguntar muitas coisas (FERRY, 2006; LENNOX, 2009, 2021; JOÃO PAULO II, 2010; HAWKING & MLODINOW, 2010), e não deixamos nunca de fazer perguntas... pelo menos alguns de nós.

As partes de um trabalho, manuscrito ou tese

Escrever artigos científicos não é algo trivial, não somente porque é preciso ter certo domínio da ciência, do método de fazer pesquisa, mas também porque deve se ter um mínimo de qualidade na comunicação desse processo. Embora alguns docentes/pesquisadores tenham se tornado expertos em escrever sobre como se escreve (o presente livro não tem essa pretensão), não deixa de ser uma arte que cada pesquisador deverá desenvolver ao longo da sua vida. Quanto mais se lê e escreve, melhor se faz esse trabalho (PAULY, 1986; KOCH, 2007; RAMPAZZO, 2010; VOLPATO, 2013). No início de carreira alguns jovens pesquisadores podem incorrer em um destes dois erros ou perigos: ficar paralisados e não conseguir começar a escrever um manuscrito, ou achar que já dominam esse processo e não aceitar críticas de seus colegas e professores. O primeiro causará um atraso no desenvolvimento dessa capacidade obrigatória; e o segundo uma coleção de reprovações no processo de submissão de manuscritos ou projetos.

Entendamos a estrutura dos textos. Via de regra, tanto os trabalhos acadêmicos como monografias, trabalhos de conclusão de curso (TCC), dissertações de mestrado e teses de doutorado, como os manuscritos e artigos científicos, têm uma estrutura determinada, com partes ou seções padrão. Podem haver pequenas diferenças em alguns casos, ou exceções como no caso de notas científicas que podem ser curtas e sem seções internas, ou seja: ser um texto corrido, mas, em geral, a estrutura é similar. O objetivo dessa estrutura é organizar o conhecimento exposto de forma que permita aos leitores acompanhar o raciocínio dos autores, entender o que se quer demonstrar e comprovar em um trabalho científico. Vejamos muito brevemente cada uma delas para compreender melhor o processo de escrever. Além da experiência pessoal, o que segue também tem como referências os trabalhos de Koche (2007), Rampazzo (2010) e Volpato (2004, 2013). Em primeira instância, apresenta-se o caso de um trabalho escrito em português ou espanhol, onde o inglês será a segunda língua incluída em duas partes do texto geral (*Abstract* e *Key-words*). No caso de ser um manuscrito todo em língua inglesa, algumas coisas mudarão e detalham-se mais adiante, neste livro.

O Título

Em todo e qualquer trabalho, o título deve ser claro, informativo e breve, se possível, autoexplicativo, e elegante segundo Volpato (2004). É saudável evitar títulos longos e frases de efeito. Quando se trata de uma palestra, o autor pode até chamar a atenção com um título instigante, até jocoso, mas para um trabalho escrito isto não é recomendável, muito embora alguns autores já consagrados, e em certos periódicos, possam fazer isso. Seu *status* assim o permite.

Também é frequente em trabalhos acadêmicos (Monografias, TCCs, Dissertações e Teses) que os jovens pesquisadores se estendam um pouco no palavreado do título, mas receberão conselhos e correções do seu orientador e das comissões avaliadoras de como reduzi-lo.

A autoria e filiação profissional

Nos manuscritos científicos, após o título do trabalho, estão listados os autores em uma ordem determinada (falamos disso, acima), e cada nome terá um número ou letra sobrescrita (em super-índice), depois (ex: Nome Sobrenome¹ ou ^a), que levará a uma nota, algumas linhas abaixo, com o endereço profissional e o endereço eletrônico do autor a quem toda correspondência relativa a esse trabalho deverá ser enviada. É bom tomar cuidado ao colocar seu nome em um manuscrito. Em diferentes países, há costumes diferentes ao listar os nomes e ao abreviá-los. Por exemplo, João Castro da Silva Júnior pode ser registrado em diferentes países e sistemas como sendo de um autor chamado Castro, Silva, Da Silva, ou até Júnior. É bom conhecer o sistema utilizado pelo periódico aonde estamos submetendo nossos manuscritos e facilitar o trabalho dos editores e sua vida, já que o artigo será achado, no futuro, pelo nome que fique em evidência nos artigos e bases de dados.

Está se tornando frequente que os periódicos solicitem acrescentar outros dados profissionais de bases de dados tais como o Orcid (um identificador alfanumérico profissional, aberto e único, de pesquisador e colaborador, *Open Researcher and Contributor ID*, ver <https://orcid.org/>) e outros similares tais como o ResearcherID (criado pela Thompson Reuters e hoje sob administração da Clarivate, <http://www.researcherid.com>) e o ScopusId (da editora Elsevier, <https://www.elsevier.com/>

products/scopus). Também existem outros cadastros como esse, mais regionais como, por exemplo, o sistema de pesquisa dos Países Baixos, que tem um identificador digital de autor (*Digital Autor Identificador – DAI*).

O Resumo

É uma apresentação breve do que foi feito e como, no trabalho em questão. Em Dissertações e Teses não deve passar de uma página, geralmente. No caso dos periódicos tem limites menores e específicos (certo número de palavras ou de linhas).

Deve destacar, então, de forma concisa as partes mais relevantes do trabalho: o problema, local e período de estudo, os procedimentos utilizados, as hipóteses e o principal resultado alcançado (KOCHE, 2007). Não pode ter figuras, tabelas e nem citações (referências). Princípios gerais da área de pesquisa vão na Introdução, não no Resumo. Lembre que, muitas vezes, pode ser a única coisa que alguém obtenha ou leia no primeiro contato com seu trabalho. Por tanto, é bom que seja realmente revelador quanto ao texto todo.

Depois temos o *Abstract* que não é nada mais que o mesmo resumo porém, em inglês. Então, deve ter exatamente a mesma informação que o Resumo. Se o manuscrito for escrito todo em língua inglesa, nos periódicos pode não se requerer outro Resumo em outro idioma, apenas um em inglês. Mas os periódicos de países onde se falam outras línguas podem exigir um segundo resumo em outro idioma local (latino ou oriental, por exemplo).

Uma coisa importante de dizer, mas não tão óbvia como se imaginaria, é que o Resumo e o *Abstract* estão no começo do trabalho,

mas são a última coisa que escrevemos, uma vez que o trabalho todo está escrito.

As Palavras-chave

Após os resumos, vemos uma série de palavras que definem os aspectos chave do trabalho, assunto central, variáveis investigadas e alvo da pesquisa. São as palavras-chave e as *key-words* (as mesmas, mas em inglês). Elas servem também para indexação do artigo em diferentes bases de dados, dentro de áreas temáticas específicas.

Muitas revistas pedem para não repetir palavras que já estão no Título, o que é bom já que a informação não se repete, mas se amplia.

A Introdução

Nesta seção o pesquisador mostra o problema, o contexto e, se for oportuno, o modelo e a hipótese do trabalho. Deverá conter a descrição do problema a ser investigado, um histórico do tema ou marco referencial teórico, a importância ecológica e/ou social de resolver o problema em questão. Aqui, o pesquisador discorre sobre sua análise bibliográfica dos antecedentes do tema e problema que abordará nessa pesquisa, também incluirá a teoria que fundamentará a escolha das variáveis que serão estudadas.

Ao final do texto introdutório, uma vez que se apresentaram os dados acima, o pesquisador expõe suas hipóteses. Seguidamente, descreverá os objetivos da pesquisa. Estes podem ser divididos em geral e específicos e surgirão naturalmente do antes exposto, ou seja, tendo em vista o contexto teórico e as perguntas que se apresentam, as possíveis respostas (as hipóteses a serem testadas) e os objetivos se tornam evidentes.

Em Dissertações e Teses a Introdução costuma ser extensa, pois o aluno mostra seu estudo criterioso do assunto e defende sua posição quanto à escolha da pesquisa, mas em artigos científicos não é necessário nem desejado que esta ou outra seção seja maior ao indispensável para entender o trabalho.

O Material e os Métodos

Nesta segunda seção, descreve-se o processo de onde, quando e como foi realizado o trabalho de pesquisa. Explica-se como serão (projetos) ou como foram (artigos) obtidos os dados e seu armazenamento, se for procedente. Para amostras de campo, sejam minerais, vegetais ou animais, algumas vezes a forma de armazenamento pode interferir com a integridade das amostras. Antes, neste livro, explicávamos sobre o efeito do congelamento, do álcool e o formol, utilizados para conservação de espécimes ou tecidos, sobre estes, por exemplo. No caso de dados digitais, pode ser relevante explicar se foram armazenados em bases de dados e repositórios acessíveis a outros pesquisadores para consulta ou replicação das análises.

Outra coisa que se explica nesta parte do texto é a análise dos dados. É necessário descrever muito bem a metodologia se se trata de algo relativamente novo, ou apenas nomear o método, se for bem conhecido, e citar fontes para metodologia padrão. Por exemplo, se o pesquisador utilizará análises químicas, ou modelos matemáticos ou estatísticos de vanguarda, pode ser interessante descrevê-los com algum detalhe, mesmo citando as fontes originais para que os leitores busquem saber mais e melhor como funcionam aqueles; mas se utilizará a metodologia de praxe dessa área de pesquisa, bastará que cite os

métodos e aponte aos trabalhos clássicos que são os que explicam como esses métodos, modelos ou equipamentos funcionam. Algumas vezes, licenças e patentes podem ou devem ser citadas, nesta seção. Para trabalhos com materiais biológicos pode ser necessário algum registro específico em um órgão ambiental (tal como o Sisbio, no Brasil, ou as comissões de ética em uso de animais). Alguns programas de computador precisam ser comprados para ser utilizados (software proprietário ou comercial) e um número de licença poderá ser citado no trabalho escrito, por exemplo o caso de alguns pacotes estatísticos.

Aqui serão definidas claramente as variáveis e outros termos a serem usados no texto. Por exemplo, explica-se que na região de estudo, a estação Verão corresponde aos meses de Janeiro a Março. Isto porque, em outras regiões do mundo, especificamente no hemisfério norte, as estações do ano representam outros meses. Ainda, no calendário civil normal, as estações começam em um determinado dia que não é o primeiro do mês. Da mesma forma, quando trabalhando com animais, é comum se referir a diferentes fases como juvenis e adultos e é preciso definir o que significa cada categoria e a que tamanhos se refere. Quando se trabalha com medidas, existem também diferentes nomenclaturas, formas de medir, etc. É preciso explicar o que é o comprimento total, comprimento padrão, comprimento de carapaça; de qual parte a qual outra se mede, se em linha reta ou arco; e assim por diante. Tudo isto não só esclarecerá melhor como o estudo foi feito e ajudará a entender os resultados, mas também permitirá um estudo comparativo nos mesmos moldes, para quem desejar replicar a pesquisa. Uma seção de Material e Métodos bem explicada ajuda a mostrar que os resultados serão corretos. Pode ter subseções para diferentes partes do estudo, se for interessante para explicar

claramente diferentes análises. De ser assim, a parte posterior do manuscrito, os Resultados, também terá as subseções correspondentes.

Dizíamos, acima, que, no caso de propostas de pesquisa, projetos submetidos e que serão desenvolvidos somente se forem aprovados e financiados, os verbos utilizados estarão no tempo futuro (“os dados serão coletados e analisados...”). Mas no caso de manuscritos submetidos aos periódicos ou trabalhos de graduação e pós-graduação, como o trabalho já foi feito, usar-se-ão os verbos no pretérito (“foram coletados e analisados...”).

Os Resultados

Nesta parte se mostra o que foi obtido através das coletas e análises, em detalhe, ordenadamente, mas sem considerações ou juízo de valor, de tal forma que possam ser examinados objetivamente pelos leitores. Incluem-se resultados qualitativos e quantitativos, números de amostras e de itens diferentes nas amostras, os resultados numéricos dos modelos, dos testes de hipótese, etc. Estes resultados podem ser descritos em texto, ou colocados de forma organizada em tabelas e figuras que esclarecem cada questão levantada pelas hipóteses. Muitas vezes as tabelas e/ou figuras substituem parte do texto pois, se estão bem feitas e acompanhadas de suas respectivas legendas, são autoexplicativas. Aqui vale a máxima “uma imagem vale mais do que mil palavras”. Observe-se, no entanto, que não se deve apresentar a mesma informação em mais de uma forma e também que se deve evitar ser repetitivos no texto. Alguns resultados não são simplesmente apresentados como um número em uma tabela, mas são explicados e narrados com palavras, no texto desta seção. Cada caso merecerá uma análise pontual, mas o fato é que nada pode ser colocado de forma

isolada no corpo do manuscrito nem tampouco colocado em mais de uma forma, repetitivamente.

No caso de serem obtidos muitos resultados, inclusive além do originalmente planejado, o pesquisador deverá dar destaque ao que é importante, e só apresentar o que suporte as Conclusões.

É interessante lembrar que um resultado negativo é, também, um resultado. Por exemplo, se a pesquisa objetivava comprovar a reação química hipotetizada de uma substância posta em contato com outra, e não houve reação, essa falta de reação também é um resultado. Afinal, antes de ser feito esse experimento não se sabia o que acontecia ao misturar essas duas substâncias. A ciência avança assim, com resultados positivos e negativos mas obtidos, via de regra, de forma planejada e sistemática.

Antigamente, podiam ser apresentadas as seções de Resultados e Discussão juntas, e a seção chamava-se assim. Na atualidade isso não é mais permitido nos periódicos. Trabalhos de menores dimensões, com resultados pontuais, costumam trazer a dificuldade ao pesquisador em organizar seções quando uma delas é muito curta (os resultados podem ser um só dado). Por isso muitas pesquisas são publicadas na forma de Nota breve, da que falaremos mais adiante.

A Discussão

Todas as partes ou seções de um trabalho são, obviamente, importantes e indispensáveis para o processo, mas a Discussão poder ser considerada a parte nobre. Nesta seção se comentam e interpretam os resultados e se comparam com os de outros autores e trabalhos. Explicam-se os porquês dos resultados obtidos e o novo conhecimento é apresentado. Trabalhos descritivos terão uma discussão menos extensa.

Não se trata de apenas enumerar os demais resultados junto com os seus, mas discutir por que eles são diferentes ou similares aos já conhecidos, o que explica tais resultados, como se correspondem com as teorias, modelos e hipóteses. Sugerem-se, no final, novas abordagens, levantam-se novas hipóteses que servirão de guia para futuros trabalhos.

Se o pesquisador induzir coisas a partir dos seus resultados, isto será feito também na Discussão. As conclusões vão na Discussão, em geral, embora em alguns trabalhos mais extensos, como Teses, podem ser colocadas em uma seção diferente, no final, para que tenham mais clareza e destaque como fechamento do trabalho.

Os Agradecimentos

Em artigos publicados, os agradecimentos aparecerão ao final do texto, apenas antes das referências bibliográficas. No caso de monografias, dissertações e teses, geralmente estão no início, antes do trabalho em si. Neles reconhecemos a colaboração de colegas próximos, de projetos paralelos que contribuíram com conhecimento e experiência, técnicos, pessoas que ajudaram na coleta de dados ou nas análises, órgãos financiadores, revisores e outros. Há o agradecimento a todos os que fizeram possível que o trabalho fosse realizado mas, obviamente, pessoas que não são coautores. Sugere-se que os agradecimentos, em todos os casos, sejam breves, concretos, sem muitos adjetivos. No caso de trabalhos de formatura, sejam de graduação ou pós-graduação, visto que representam um marco na vida do jovem pesquisador, costumam ser mais extensos, ter uma estrutura menos formal, e conter dedicatória a familiares e outras pessoas que incentivaram ou apoiaram o trabalho além do aspecto acadêmico. Convém lembrar que um trabalho assim produzido ficará nas

bibliotecas da universidade e em outros lugares por muitos anos. Portanto, além da parte formal de pesquisa, o autor deveria também cuidar desta parte mais livre: não deixar de fora ninguém que mereça reconhecimento e não exagerar na informalidade.

No caso de algumas fontes financiadoras de pesquisa tais como agências governamentais ou fundações, pode acontecer que se exija que o reconhecimento desse apoio econômico apareça na primeira página do artigo, em uma nota de rodapé, por exemplo.

A Bibliografia ou as Referências bibliográficas

Uma lista padronizada, seguindo certo formato específico, de todos os trabalhos anteriores citados pelo autor do manuscrito em questão, é colocado ao final. Existem mais do que um formato possível tais como Latino, Harvard, Chicago, Vancouver, APA (da *American Psychological Association*) e, no caso brasileiro, o da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (KOCHE, 2007; RAMPAZZO, 2010; VOLPATO, 2013; PÉREZ ET AL., 2015). Além disso, periódicos ou instituições de ensino podem criar estilos próprios, com características mais ou menos parecidas aos supracitados. Em cada caso, dependendo do destino do manuscrito, isto é, aonde ele for submetido, o autor deverá consultar as normas de formatação e adequar seu texto a elas.

Todos os trabalhos citados ao longo do manuscrito deverão ser colocados na lista de Referências, ao final do manuscrito, e vice-versa: tudo o que estiver nessa lista deverá ter sido citado no corpo do trabalho.

Outras partes

Em alguns trabalhos específicos, por exemplo nos de graduação e pós-graduação, também nos livros, podem haver outras seções tais

como um índice geral, uma lista de tabelas e outra de figuras, uma ata de defesa e aprovação, anexos, etc. (RAMPAZZO, 2010).

As notas breves

Comentamos, acima, que alguns trabalhos pontuais de pesquisa podem resultar em textos de curta extensão. Contarão com uma introdução mais específica sobre o tema em questão e poderão ter poucos resultados. Assim sendo, não se justifica fazer um manuscrito com todas as partes citadas anteriormente. Faz-se um texto que, em geral, nos periódicos, consiste em um texto corrido onde se começa dando um panorama do problema e do estado da arte, se expõe o que se desejava descobrir, como foi feito, o que foi encontrado e o que representam esses achados. As únicas partes que ficam fora deste texto são os resumos, antes, e as referências bibliográficas, depois. Este tipo de manuscritos é chamado de diferentes formas, dependendo do periódico, mas geralmente usam-se os termos *Nota científica*, *Nota breve*, *Rápida comunicação*, e em inglês de *Short communications*, *Scientific note*, *Research Note*, *Brief report*, etc.

Cuidados importantes ao escrever artigos científicos

Em base à experiência pessoal e a de colegas autores, revisores, e editores podemos fazer algumas recomendações para quem está criando seus manuscritos. Muito embora alguns pesquisadores tenham um dom para escrever melhor do que outros, sempre é prudente ter certos cuidados.

Do ponto de vista do conteúdo e também da formalidade do processo de escrever, é preciso citar sempre corretamente os trabalhos dos demais autores. Quando se escreve uma afirmação e não se coloca

outro autor como referência, assume-se que essa afirmação é de quem escreve o manuscrito em questão. Obviamente existem muitos conceitos e dados que já fazem parte da bagagem de conhecimentos da maioria dos pesquisadores e até do público em geral e podem, quiçá, dispensar uma citação. Mas dados mais específicos ou mais novos são achados para os quais se conhece o autor e não é quem está escrevendo o manuscrito, mas outro pesquisador, ou inclusive o mesmo que esteja escrevendo, mas em um artigo anterior seu. Assim, deverá ser corretamente citado. Se essa citação incluir alguma frase que fora escrita literalmente por outra pessoa, essa frase transcrita deverá ser identificada claramente. Em geral, escreve-se entre aspas ou em letra cursiva (itálico) para que fique claro que a autoria dessa frase é de outro pesquisador, que também deverá ser citado depois da frase, caso contrário incorre-se em plágio. Ainda, em alguns casos, é interessante dar mais detalhes do lugar específico, a página dentro de uma obra, de onde o pesquisador tirou essa frase que está citando literalmente. Exemplo: “A Filosofia nasceu perguntando pela definição-caracterização (o que é?) de cada fenômeno (por exemplo, a educação), o seu como, e às vezes seu para que e para quem” (LÓPEZ, 2014, p. 11).

Também é muito importante usar as referências certas, e não forçar ou interpretar errado o que outro autor disse. Afinal, os leitores primeiramente confiarão em quem escreve o texto, o trabalho em questão, no que se refere à citação de terceiros. Aqui cabe frisar que é preciso ler muito, sempre, estudar e refletir, para ter clareza de entendimento dos trabalhos dos demais pesquisadores que serão citados. Alguns autores, muito produtivos da história, escreveram conceitos e opiniões em diferentes artigos. Pois não seria correto dizer que um deles escreveu sobre um tema determinado em um artigo que se cita a seguir, quando é noutro artigo ou livro onde se fala daquele

assunto. Ao escrever, devemos levar em conta que os leitores dos nossos artigos poderão querer buscar os outros que citamos, para lerem por si mesmos o que neles está contido e tirar suas próprias conclusões. Já que a ciência busca descobrir algo da verdade deste mundo, devemos sinalizar corretamente o caminho para quem também está trilhando-o.

Evitar citar quem citou outro autor, o que é denotado com o termo *apud*, no texto, por exemplo “penso, logo existo” (DESCARTES, *apud* RUSSEL, 2017), mas buscar, obter, ler e citar o original sempre que possível. Antigamente o acesso a certos trabalhos impressos era mais difícil; haviam poucas cópias e podiam estar geograficamente longe e, ainda hoje, textos muito antigos são difíceis de encontrar para ler diretamente. Quando se encontrava, em um trabalho publicado, a citação de outro trabalho, tal como explicado neste exemplo, confiava-se no autor do texto que se tinha em mãos já que o original citado era inacessível. Sendo a metodologia científica uma atividade com normas, objetivos e valores éticos, não temos porque desconfiar das afirmações de um autor ao ler seus trabalhos, quando ele cita outros. Não é esse o problema. É recomendável, além de contribuir com nosso conhecimento, buscar e ler os originais. Isso sempre é enriquecedor e evita qualquer erro de interpretação (involuntária) por parte de um intermediário. Neste ponto reafirma-se o que foi dito logo acima, sobre citar corretamente os trabalhos dos demais autores para permitir que todos possam encontrar cópias desses trabalhos.

Tanto para projetos, trabalhos de graduação, como para artigos de periódicos, ao formatar os textos, é obrigatório sempre conferir detalhadamente as normas de elaboração ou as instruções para os autores (*Instructions for authors*) fornecidos pelos editores ou pelas instituições. Geralmente cada instituição, programa educacional, e os periódicos têm suas normas específicas e é indispensável segui-las.

Também é obrigatório observar a formatação do texto segundo as normas técnicas internacionais, incluindo unidades de medidas, espaços no texto, abreviações, etc. As especificidades técnicas são parte da riqueza e clareza do fazer ciência e comunicá-la.

É sempre importante escrever de forma correta no que se refere à ortografia e gramática, seja no idioma que for. Tal como dito anteriormente, no processo de ler muito e escrever sucessivos manuscritos, os pesquisadores vão aprimorando sua capacidade neste sentido. Como leitores todos temos a experiência de aproveitar mais um texto bem escrito, correto, elegante, e fluído. No momento de passar um manuscrito a um idioma estrangeiro para submetê-lo a um periódico internacional, pode ser necessário ou mais eficiente utilizar um serviço profissional de uma empresa idônea em tradução de textos científicos. Não é incomum que periódicos internacionais devolvam manuscritos aos autores não anglófonos para que adéquem seus textos e os ressubmetam ao periódico, inclusive exigindo algum tipo de certificado de empresas ou profissionais de tradução ou correção de textos científicos em inglês.

Em resumo: boas ideias, pés firmes na teoria (muita leitura de trabalhos de autores idôneos), trabalho bem planejado e depois executado, um relatório detalhado a ser submetido e publicado (KOCHE, 2007; RAMPAZZO, 2010; BOERO, 2010; VOLPATO, 2004, 2013). Este é o caminho do conhecimento das ciências. O conhecimento, uma vez produzido e feito o controle de qualidade pelos pares, é compartilhado não somente nesses artigos, depois eventualmente compilados em livros, mas também será material para formação de novos pesquisadores, na academia, assim como será usado, de alguma forma e em algum lugar, para resolver um problema ou nos ajudar a viver melhor, em algum sentido. O conhecimento científico não é uma meta

em si mesmo, embora seja prazeroso para os pesquisadores fazer ciência; mas ele ajudará a humanidade, de forma concreta, seja no desenvolvimento de alimentos, remédios, equipamentos, nos ajudando a compreender melhor a estrutura e funcionamento do universo para nosso prazer e para nossa sobrevivência.

Após termos visto um pouco a história da ciência e do método científico (Parte I) e também termos falado do processo de comunicar as descobertas (Parte II), vamos voltar a filosofar, na próxima parte deste livro sobre um tema que está sempre em debate e merece uma reflexão racional.

PARTE III



6

DISSIPANDO A POEIRA: AS FALSAS DICOTOMIAS ENTRE CIÊNCIAS E RELIGIÕES, RAZÃO E FÉ

No meio acadêmico e também na mídia mundial, um observador atento perceberá muito claramente que, em alguns momentos e lugares, se manifesta uma tensão entre o pensamento tecnológico e científico, de um lado, e o pensamento humanístico, religioso e espiritual, do outro. Tanto de pessoas leigas como de cientistas altamente qualificados e de pessoas fortemente religiosas, pode-se ouvir que esses dois mundos são distantes, antagônicos, e irreconciliáveis. Algumas pessoas não têm dúvida disso e se surpreendem com a pergunta do porquê acham isso ou, mais ainda, se alguém fizer uma afirmação do contrário.

Será que isso é mesmo assim? Sempre foi? É preciso que estas duas áreas do pensamento humano estejam em oposição ou, pelo menos, bem separadas entre si?

O homem: um animal político, científico e religioso

No início deste livro, falamos sobre as características intelectuais e racionais do ser humano e sua vocação para se fazer perguntas. O homem quer saber os como, quando e onde de tudo, mas também os porquês e para quê. Assim sendo, foi lançando mão de seu intelecto (até onde sabemos o mais complexo e poderoso do planeta) para encontrar as respostas. Aristóteles disse que o homem é por natureza um animal político (PÉPIN, 2014; LÓPEZ, 2014, RUSSEL, 2017), mas podemos argumentar, e está no coração de todo o texto deste pequeno livro, que também podemos nos classificar como um animal científico.

Ainda, como afirmam alguns filósofos e os teólogos, o homem é um ser espiritual e religioso por natureza (GYATSO, 2005; BERLINSKI, 2009; JOÃO PAULO II, 2010; AGOSTINHO, 2017; AQUINO, 2017; LENNOX, 2021; MCGRATH, 2022; VELASCO, 2024). Isto é, está permanentemente buscando algo além do mundo material, do que seus cinco sentidos captam e o que seu cérebro racional analisa, classifica e estuda. Acreditam eles que, também de forma inata, o homem busca algo mais, quiçá intua que há algo além daquilo que é palpável. Aliada à sua estupefação com as maravilhas do mundo material, as quais estuda com as ferramentas da ciência, também busca descobrir e conhecer o mundo que existe além a realidade presente e todos os povos e culturas apresentam manifestações religiosas (LENNOX, 2009; JOÃO PAULO II, 2010; AQUINO, 2017).

A ideia de que as perguntas mais importantes que o ser humano se faz somente podem ser validamente respondidas pela ciência é relativamente recente. Autores como Eastbrook (1977), Garros (2016) e Lennox (2009, 2021) relatam que nos últimos 150 anos, *i.e.* depois do iluminismo e a revolução francesa, esta noção, de que somente a ciência traz respostas válidas, tomou força e o embate entre as duas linhas de pensamento recrudescu. Também se observa uma diferenciação entre as ciências exatas e naturais com as humanas, ao ponto de que alguns cientistas desconsideram a importância do segundo enfoque (HAWKING & MLODINOW, 2010; LENNOX, 2021). Há pensadores que não só criticam qualquer abordagem não-científica ou, melhor, fora das ciências exatas e naturais, como que desclassificam outras formas de pensamento como inferiores, primitivas, supersticiosas, tolas, e até perigosas (SAGAN, 1982, 1996; DAWKINS, 2006; HITCHENS, 2007). Isto é uma consequência do iluminismo e do positivismo, e alguns autores chamam esta tendência de “cientificismo” (LENNOX, 2009, 2021; MCGRATH, 2022).

Desconsiderando o inconveniente ou politicamente incorreto dessas conotações pejorativas, o fato é que nem todas as opiniões dos cientistas são científicas. Mesmo que um indivíduo muito instruído e inteligente emita uma opinião pessoal, suas qualidades não transformam essa opinião em uma verdade, ainda mais considerando que, mesmo sem querer, todos têm ideias, preferências, e até preconceitos. O antigamente chamado de “argumento de autoridade”, isto é, uma opinião de alguém idôneo e respeitado que era tomada como uma verdade (BRANQUINHO *et al.*, 2005), não é mais aceito. Inclusive seria um contrassenso científico acreditar em uma opinião, mesmo a de um cientista, sem prová-la como verdadeira. A dicotomia moderna e pós-moderna entre ciências e religião se manifesta até no fato de que, hoje em dia, fala-se de espiritualidade como algo individual, interior e descompromissado, e não em religião como em algo cultural e social e que envolve a ética nas inter-relações sociais e políticas, também (*e.g.* MILLS, 2010). Mas este é outro assunto, que transcende o objetivo deste livro.

No início deste livro (Parte I), quando definimos diferentes formas de ver o mundo, havíamos dito que o termo “religião” vinha do latim *religare*, e significa religar ou reconectar o homem com o ser superior (ou seres superiores) criador do universo. E, como falávamos acima, todas as culturas têm alguma abordagem religiosa, com individualidades e convergências em relação às outras.

Por outro lado, o termo “fé” deriva do latim *fide* e significa confiança, crença, lealdade (ver <http://www.latin-dictionary.net/search/latin/Fidei>; LENNOX, 2020, 2021). No entanto, em novas definições de dicionários que o leitor poderá facilmente encontrar, aparece uma nova conotação para o termo fé que é o de acreditar em algo para o qual não há evidências. Esta mesma ideia de fé é a que alguns

pensadores como Carl Sagan (1934 – 1996, astrônomo e comunicador), Richard Dawkins (1941 –, biólogo), Peter Atkins (1940 –, físico-químico), Christopher Hitchens (1949 – 2011, escritor, filósofo, e jornalista), Sam Harris (1967 –, neurocientista e filósofo), e outros têm e assim o escrevem nas suas obras já citadas neste nosso livro, e pode ser chamada de “fé cega” (LENNOX, 2020, 2021). No outro lado do campo temos pensadores e cientistas renomados, por exemplo Charles H. Townes (1915 – 2015, físico, ganhador do Prêmio Nobel), Manuel M. Carreira (1931 – 2020, padre jesuíta, teólogo, filósofo e astrofísico, membro da diretoria do Observatório do Vaticano, conselheiro e colaborador em vários projetos da NASA), John C. Lennox (1943 –, matemático, filósofo, e epistemólogo), William Phillips (1948 –, físico, também ganhador do Prêmio Nobel), Francis Collins (1950 –, médico e geneticista, um dos líderes do Projeto Genoma Humano), Alister McGrath (1953 –, biofísico molecular, filósofo, e teólogo) e vários outros (inclusive outros ganhadores do Prêmio Nobel¹) que alegam que isso está longe da verdade, que essa forma cega de acreditar não é nem universal nem a regra, mas o contrário, e que a religiosidade não se contrapõe à ciência (TOWNES, 1966; LENNOX, 2009, 2021).

A raiz dupla do problema

Podemos resumir a raiz desta dicotomia “razão versus fé” a dois fatos ou aspectos filosóficos: o deus das lacunas, e o materialismo ou naturalismo.

O deus das lacunas é aquela entidade ou àquelas entidades que eram primitivamente colocadas como respostas fáceis ou preguiçosas às perguntas para as quais o ser humano ainda não tinha respostas

¹ Ver, por exemplo: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Christian_Nobel_laureates

concretas (DAWKINS, 2006; LENNOX, 2009, p. 34; 2021, p. 111-112). Uma vez que se descobria (pela experiência diária ou usando a ciência) a explicação para tal fenômeno, a deidade não tinha mais utilidade nem lugar. Nem todas as definições religiosas de Deus se encaixam nesta classificação. As que se encaixam, obviamente estão competindo contra as explicações racionais e científicas e fadadas a serem derrubadas, mais cedo ou mais tarde.

O materialismo é a ideia ou proposta de visão do universo que diz que tudo o que existe é apenas matéria e energia, e que nada mais existe, isto é, nada metafísico, nada espiritual. Similar a esta ideologia é o naturalismo, que afirma que o universo é tudo e apenas o que observamos na natureza e pode ser estudado pelas ciências naturais. Podemos nos valer de duas frases para exemplificar estas linhas de pensamento. A primeira do bioquímico francês Jacques Monod (1910 – 1976) que disse que “tudo o que existe no universo é fruto do acaso e da necessidade” (MONOD, 1985). A segunda, do já citado Carl Sagan, diz que “o cosmos é tudo o que há, houve, ou haverá” (SAGAN, 1982; LENNOX, 2020).

Sem dúvidas, do outro lado do muro imaginário, existem pessoas que professam alguma religião de maneira fundamentalista, e se baseiam em algumas crenças (ou, mais especificamente, interpretações delas) para negar e contestar algumas descobertas e algumas teorias científicas sem contra-argumentos válidos. Esse pensamento não ajuda em nada à relação entre as religiões e as ciências e, visto que algumas provas científicas são incontestáveis, denigrem a imagem das religiões e da fé.

A ciência é para os inteligentes e cultos, e a religião não?

Não é exagero dizer que algumas pessoas (e alguns cientistas) pensam, acreditam (irônico, mas real) que qualquer ideia ou explicação

que esteja fora do campo das ciências naturais é superstição. E as superstições são crenças sem fundamento que se propagam entre as pessoas menos instruídas, crenças que não resistem à apresentação de dados e argumentos básicos. Mas uma análise da história da ciência contradiz totalmente esse pensamento. Vimos, antes neste livro, e veremos, em seguida com mais detalhe, que personalidades de alta capacidade e produção científica acreditam em algo mais do que apenas o mundo material, acreditam racionalmente em algo transcendente.

A ciência tenta explicar, da melhor forma possível, valendo-se da razão e de uma metodologia sistemática e objetiva, os fenômenos, processos e estruturas da natureza, do nosso universo; isto é, tudo o que esteja “dentro do universo”, por colocá-lo de forma redundante. Qualquer coisa que esteja fora dos limites do universo físico (matéria e energia) estará também fora dos limites das ciências naturais. No campo das ciências humanas, onde estão a filosofia, a teologia e a psicologia, por exemplo, há espaço para perguntas e respostas metafísicas. A razão, a lógica, a argumentação e a dialética fazem parte do fazer ciência em todos os campos, o das ciências naturais, o das exatas e o das ciências humanas.

A religião atrapalha o desenvolvimento da ciência?

Mais uma vez, observa-se no mundo moderno essa ideia de que a religião freia ou até impede o avanço científico. Certamente o misticismo exacerbado e o fundamentalismo de algumas culturas pode ter sido causa de sua queda e substituição por outras culturas (quicá a civilização egípcia antiga, dos faraós-deuses, possa ser um exemplo dessa situação). Porém, tendo em vista os fatos e a estatística do número e qualidade de cientistas que não eram materialistas, isto é, que tinham alguma crença religiosa,

desmente-se essa afirmação totalmente. Dentre os que foram citados na primeira parte deste livro lembremos de Platão e Aristóteles, por exemplo. Ambos acreditavam em algo superior, transcendente, e eterno, que dava ordem e inteligibilidade ao cosmos. Assim também outros filósofos clássicos e medievais. Alguns como Agostinho de Hipona ou Tomás de Aquino, pela sua contribuição maior com as ciências humanas e pela sua ligação direta e total com o catolicismo, podem não ser considerados por alguns cientistas naturais modernos, mas a sua contribuição para o pensamento ocidental é inegável (FERRY, 2006; Warburton, 2012; Cohen, 2015; Russel, 2017; Lennox, 2021).

Mas vejamos o caso de cientistas de outras e variadas áreas. Roger Bacon e William de Occam no século XIII fizeram contribuições importantíssimas para a metodologia da pesquisa e outras áreas da ciência, e ambos eram monges católicos. Roger Bacon, por exemplo, foi importante para a física e as matemáticas, e ajudou a criar as lentes de aumento e os óculos. Nos séculos XV a XVII, cientistas de alto nível das áreas da física, a matemática e a astronomia como Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler, Galileu Galilei, Francis Bacon, René Descartes e Blaise Pascal, entre outros, todos crentes em um Deus criador, desenvolveram a ciência de forma incontestável. Galileu e F. Bacon diziam, ambos, que Deus dera ao homem dois livros com conhecimentos a serem estudados: o livro da natureza, acessível pela nossa razão, através da ciência, e o livro das revelações, as Sagradas Escrituras, acessível pela fé e a religiosidade. Outro exemplo é Nicolaus Steno (1638 – 1686), sacerdote e bispo católico dinamarquês, que estudou anatomia e também geologia, e concluiu que a terra mostrava estratos de diferentes épocas, com fósseis de organismos que ele reconheceu de forma pioneira e propôs uma forma de datação, sendo o pai da estratigrafia, tão importante para Charles Darwin (1809 – 1882), depois. Mais adiante no tempo, até o século

XIX temos físicos, matemáticos, biólogos, químicos e médicos como Francesco Redi, Isaac Newton, Antoine Lavoisier, Louis Pasteur, Gregor Mendel, James Clerk Maxwell, Angelo Secchi, e Max Planck no grupo dos cientistas que também eram homens de fé, alguns até monges ou sacerdotes, e que mudaram o rumo das ciências com seu trabalho. Nos séculos XX e XXI também temos personalidades de grande importância para as ciências que foram ou são homens que também professam alguma fé e religião. Por exemplo George Lemaitre, o sacerdote e astrofísico belga que propôs uma teoria para a origem do universo, posteriormente apelidada de “Big Bang”, que hoje é a mais aceita pela ciência moderna. Albert Einstein, o famoso físico que desenvolveu a teoria da relatividade (especial e geral) também acreditava em algo que dava sentido, ordem e sustento ao universo. Disse ele que “a coisa mais incompreensível do universo é que é compreensível”. A consciência dessa ordem, até previsibilidade das leis do universo e a possibilidade de descrevê-las com modelos matemáticos é o que nos permite fazer ciência. O escritor, docente, e teólogo britânico Clive Staples Lewis (1898 – 1963) dizia que “os homens tornaram-se científicos porque esperavam encontrar lei na natureza; e eles esperavam encontrar lei na natureza porque acreditavam em um Legislador” (LENNOX, 2009, p. 21). Ou seja, a vocação de fazer ciência encontra no sagrado uma origem e impulso, não um freio ou concorrência (BOERO, 2010; JOÃO PAULO II, 2010; LENNOX 2009, 2021; AQUINO, 2017; CARREIRA & GONZALO, 2022; MCGRATH, 2022; VELASCO, 2024).

A ciência pode explicar tudo?

Vimos, desde o início deste livro, como o ser humano foi utilizando suas melhores ferramentas intelectuais e construindo uma metodologia

para estudar o mundo ao seu redor, de forma a evitar más interpretações e ir conhecendo “a verdade” sobre processos e estruturas na natureza. Mas, ainda assim, a ciência não é nem completa nem perfeita. A regra é que as coisas vão melhorando ao longo do tempo. A física, a astronomia, e a matemática de Galileu Galilei evoluíram com Isaac Newton, depois com Albert Einstein, e mais recentemente com Stephen Hawking e outros. A biologia e a medicina de Louis Pasteur evoluiu quando outros cientistas observaram, de fato, e classificaram os diferentes micro-organismos que causam doenças. A genética de Gregor Mendel deu um salto imenso quando se descobriu a estrutura do ADN e os genes nele contidos. Ainda assim restam muitas perguntas a serem respondidas e assuntos bastante difíceis que estão longe de serem resolvidos, como por exemplo a teoria das cordas, a “teoria de tudo” (uma utópica teoria científica que explicaria todos os fenômenos do mundo material), algumas outras noções de física e mecânica quântica e de outras áreas da ciência (HAWKING & MLODINOW, 2010; LENNOX, 2021).

Pela própria característica das ciências naturais, que só podem analisar o que é da natureza, i.e., do mundo da matéria e energia quantificáveis e mensuráveis, e mesmo com apoio de outras áreas das ciências, existem várias coisas que os cientistas ainda não conseguem explicar (LENNOX, 2019, 2021; CARREIRA & GONZALO, 2022), e é provável que grande parte do público e até muitos acadêmicos não tenham consciência disto. Por exemplo, a gravidade é um fenômeno que pode ser entendido enquanto causa efeitos nos corpos celestes. Mas nem Newton nem os físicos modernos conseguem dizer o que é, de fato, apenas o que ela faz, e descrever sua ação com modelos matemáticos (PANEK, 2019; LENNOX, 2021). Tampouco existe uma definição completa do que é energia, e os físicos apenas conseguem medir sua intensidade e analisar seus efeitos. Mas defini-la, ainda ninguém pôde. Ainda nesse

campo científico, a origem do universo, o ajuste fino de muitas constantes no universo (“*fine tuning*”, em inglês, que mostra que se a força eletromagnética, as cargas e massas das partículas subatômicas, a gravidade e outras constantes universais mudassem infinitesimalmente, o universo não existiria) e a origem da vida, permanecem no campo das especulações filosóficas (LENNOX, 2009, 2019, 2020, 2021; BERLINSKI, 2009; SIMON, 2023).

Segundo os físicos (ver HALEYEL-NETO, 2005; CARREIRA & GONZALO, 2022) tudo o que acontece no universo responde às quatro forças fundamentais, a saber: a gravidade, a força eletromagnética, a força nuclear forte e a força nuclear fraca. As duas primeiras são as mais evidentes para nós, no mundo macroscópico. Todas elas agem nas inter-relações entre as partículas subatômicas, os átomos, as moléculas, os planetas, as galáxias... tudo o que tenha átomos e massa. As reações químicas, as interações biológicas, tudo responderia a essas forças. Alguns cientistas acreditam que a biologia pode ser explicada pela química subjacente, e esta pela física que, como dissemos, se resume a essas quatro forças. Algumas vezes, de fato, isso é possível. Mas não sempre.

A abordagem científica de explicar tudo pelo mecanismo último, que reduz tudo à sua base químico-física, é camada de “reducionismo” (Lennox, 2009, 2021). No entanto, com esta abordagem, por mais que alguns cientistas queiram, não se pode explicar tudo, como estamos argumentando nestas últimas páginas. Não somente processos de macroescala como a origem do universo e a origem da vida a partir de moléculas que chamamos de orgânicas permanecem inexplicados, mas também ações e características dos seres vivos. Nenhuma dessas quatro forças (independentes ou combinadas) explica a vida, nem o comportamento dos animais, nem os sentimentos e pensamentos dos

seres humanos, nem a linguagem, nem o significado, a semântica da nossa linguagem, a criatividade, entre outras coisas. No caso de nós, seres humanos, a nossa mente é mais do que um cérebro (uma complexa rede de neurônios e outras células que intercambiam impulsos elétricos e químicos), nossa consciência, aquela que nos fez dizer “penso, logo existo”, nossas ideias de ética, moral, beleza, poesia, harmonia, sentimentos, e outros não podem ser reduzidos a processos bioquímicos regidos pelas quatro forças supracitadas. Assim, permanecem um mistério (BERLINSKI, 2009; LENNOX, 2009, 2021; CARREIRA & GONZALO, 2022; MCGRATH, 2022). Do ponto de vista bioecológico, algumas capacidades ou tendências comportamentais dos seres vivos têm sido explicadas como vantagens evolutivas (CURTIS, 1977; DAWKINS, 1979, 2007), mas muitas perguntas ainda estão sem resposta.

Provavelmente, as ciências naturais, com apoio das ciências humanas, também, possam ir dando melhores respostas com o tempo. É o que todos esperamos, cientistas e leigos. Inclusive, como argumenta Lennox (2009, 2021) e outros autores, os cientistas têm fé na ciência e, por isso mesmo, se devotam a ela (referindo-se também, e especificamente, aos cientistas ateus). Se consideramos que a ciência ainda não está perto de responder todas as perguntas, que muitos conceitos ainda estão no nível de hipóteses (plausíveis, mas não comprovadas), algumas bastante abstratas, inclusive, que mesmo não entendendo totalmente certos mecanismos, os cientistas continuam fazendo pesquisa, tecendo hipóteses, fazendo conjecturas, valendo-se da indução e da abdução para ir mais longe na busca pela verdade do universo, podemos concluir que os cientistas, de fato, têm fé na ciência.

Continuemos fazendo ciência, utilizando o melhor conhecimento, os melhores dados, as melhores ferramentas, e iremos avançando no descobrimento dessa verdade, tarefa que nos é tão vocacional.

Provérbios 8: 10-12

“Recebei a instrução e não o dinheiro. Preferi a ciência ao fino ouro, pois a Sabedoria vale mais que as pérolas e joia alguma a pode igualar. Eu, a Sabedoria, sou amiga da prudência, possuo uma ciência profunda.”



EPÍLOGO

O ser humano quer saber. Para saber os como, quê, quando e quanto do mundo natural, mas também de suas perguntas mais profundas como os por quê, ele usa sua razão e as melhores ferramentas que puder encontrar ou criar. Assim foi criado o método científico, para ser tão eficiente e imparcial como possível. Muito provavelmente, como toda empresa humana, o método nunca será nem completo nem perfeito. Mas o processo de ir construindo e aperfeiçoando tudo também estimula e satisfaz a mente humana.

Permanecendo aberto, questionador, duvidando e raciocinando, o ser humano irá descartando hipóteses e teorias errôneas, completando as incompletas, e sabendo mais do universo e de si mesmo.

E que a seguinte frase nos deixe sempre pensando: “Duvidar de tudo ou em tudo crer são duas soluções igualmente cômodas, que nos dispensam, ambas, de refletir” – Henri Poincaré (1854-1912), matemático francês.

AGRADECIMENTOS

Todo trabalho “requer 10% de inspiração e 90% de transpiração”, diz o ditado popular. No caso do trabalho intelectual penso que é imensurável a inspiração de nossos professores e dos autores que lemos ao longo da nossa carreira acadêmica. Também as perguntas inteligentes dos nossos alunos. É provável que a frase de Isaac Newton seja a mais correta e, se conseguimos fazer algo, é porque gigantes do conhecimento nos antecederam e mostraram o caminho. Subindo nos seus ombros é que conseguimos enxergar mais longe.

Viver é, primeiramente um milagre, depois uma realidade que depende do apoio de muitas pessoas, a começar pelos nossos pais, irmãos, amigos e parceiros de vida, e mais. As pessoas mais espiritualizadas nos mostram, inclusive, que até nossos inimigos nos ajudam ao nos desafiar a dar nosso melhor.

Agradeço às pessoas que leram e corrigiram uma versão preliminar deste texto: Profs. Sírío López Velasco, Maria de Fátima Colvara, Getúlio Rincon Fº e Jorge Pablo Castello. De todas as formas, qualquer erro subjacente, involuntário, será somente meu.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO. **Confissões**. 1ª edição. Penguin Classics – Companhia das Letras. São Paulo. 2017. 416 p.
- AQUINO, F. **Ciência e Fé em harmonia**. 8a edição. Editora Cléofas. Lorena. 2017. 302 p.
- ATANES, S. A máquina de escrever. **Superinteressante**. 1989. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/a-maquina-de-escrever> Acesso em: 09 Set. 2024
- BARNES, R. D. 1977. **Zoología de los invertebrados**. 3ª Ed. Interamericana. México. 826 p.
- BERLINSKI, D. **The Devil's Delusion: Atheism and Its Scientific Pretensions**. Basic Books. Nova Iorque. 2009. 237 p.
- BOERO, F. The study of species in the era of biodiversity: A tale of stupidity. **Diversity** 2: 115-126. 2010.
- BRANQUINHO, J., MURCHO, D. & GOMES, N. G. **Enciclopédia de termos lógico-filosóficos**. WMF Martins Fontes. São Paulo. 2005. 743 p.
- BRITANNICA, The Editors of Encyclopaedia. Personal computer. **Encyclopedia Britannica**. 2024. Disponível em: <https://www.britannica.com/technology/personal-computer>. Acesso em: 12 Set. 2024.
- CAMPREGHER, J. **Metodologia da Pesquisa - Etapa 2 - Métodos científicos**. Material didático ou instrucional - Material instrucional - Curso livre (2017/1) Uniasselvi. 2017. 16 p
- CARREIRA, M. M. & GONZALO, J. A. **Razón, Ciencia y Revelación**. Ciencia y Cultura. Madrid. 2022. 174 p.
- COHEN, M. **Filosofia para leigos**. Alta Books. Rio de Janeiro. 2015. 464 p.

- COPLESTON, F. **História de la filosofía II: De l escolástica al empirismo**. Ariel. Barcelona. 2011. 992 p.
- CURTIS, H. **Biologia**. 2ª edição. Editora Guanabara-Koogan. Rio de Janeiro. 1977. 964 p.
- DAWKINS, Richard. **O gene egoísta**. Companhia das Letras. 1979. 544 p.
- DAWKINS, R. **Deus, um delírio**. Companhia das Letras. São Paulo. 2007. 520 p.
- DESCARTES, R. **Discurso do método**. Escala Educacional. São Paulo. 2006. 71 p.
- DINIZ, L. G. **Galileu Galilei – o mensageiro das estrelas**. 2012. \\\Disponível em: <http://astronomianoaledoaco.blogspot.com/2012/03/galileu-galilei-o-mensageiro-das.html> Acesso em: 15 Jul. 2024
- EASTBROOK, G. Science and God: A warming trend. **Science** 227: 890-893. 1997.
- ESCOBAR, H. O que faz um bom cientista? **Estadão**. 2010. Disponível em <http://blogs.estadao.com.br/erton-escobar/o-que-e-um-bom-cientista/>. Acesso em: 16 Set. 2024
- FERRY, L. **Aprender a viver. Filosofia para os novos tempos**. Objetiva. Rio de Janeiro. 2006. 302 p.
- FORD, D. **Scientific Method for Ecological Research**. Cambridge University Press. 2000.564 p.
- FUNARI, P. P. **Grécia e Roma**. 6. ed. São Paulo: Contexto. E-book. 2018. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 02 Abr. 2024.
- GARROS, T. V. O mito do conflito entre ciência e religião: até quando? **Nures** 34: 1-7. 2016
- GYATSO, T. (S. S. o Dalai Lama). **O universo em um átomo. O encontro da ciência e da espiritualidade**. Ediouro, Rio de Janeiro. 2005. 199 p.
- HALEYEL-NETO, J. A. Supersimetria e interações fundamentais. **Física na Escola** 6(1):45-47. 2005
- HAMILTON, W. **Discussions on philosophy and literature, education and university reform**. Harper & Brothers Pub., Nova York. 1861. 764 p.

- HAWKING, S. & MLODINOW, L. **The grand design**. Bantam Books, Nova Iorque. 2010. 208 p.
- HIRSCH, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. **PNAS**, 102(46): 16569-72. 2005.
- HITCHENS, C. **God Is Not Great: How Religion Poisons Everything**. Twelve Books - Hachette Book Group USA. Nova Iorque. 2007. 307 p.
- JOÃO PAULO II. **Carta Encíclica Fides et Ratio**. 13^a Ed. Paulinas. São Paulo. 2010. 141 p.
- KO, K. H. Hominin interbreeding and the evolution of human variation. **Journal of biological research** (Thessalonike, Greece), 23, 17. <https://doi.org/10.1186/s40709-016-0054-7>. 2016.
- KOCHE, J. C. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Teoria da ciência e iniciação à pesquisa, 26^a edição. Editora Vozes. Rio de Janeiro. 2007. 182 p.
- LENNOX, J. C. **God's undertaker: has science buried God?** Lion Books. Kidderminster. 2009. 224 p.
- LENNOX, J. C. **Can science explain everything?** The Good Book Company, Londres. 2019. 128 p.
- LENNOX, J. C. Naturalism and Theism. **Think** 56, Vol. 19: 89-101. doi:10.1017/S147717562000024X. 2020.
- LENNOX, J. C. **Cosmic Chemistry. Do God and Science mix?** Lion Books. Kidderminster. 2021. 400 p.
- LÓPEZ, S. V. **Elementos de Filosofia da Ciência**. FURG. Rio Grande. 2014. 110 p.
- MARCONI, M. A. & LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. Atlas. São Paulo. 1986. 205 p.
- MCGRATH, A. Natural Theology. **St Andrews Encyclopaedia of Theology**. 2022. Disponível em: <https://www.saet.ac.uk/Christianity/NaturalTheology> Acesso em: 8 Out. 2024
- MELO, J. F. R. & VIEIRA, W. B. A religião Cristã e a evolução da ciência Considerações históricas – **Id On Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, 13: 412-428. 2019.

MENEZES, P. René Descartes. **Toda Matéria**. 2024. Disponível em: <https://www.toda-materia.com.br/descartes/>. Acesso em: 22 Jul. 2024

MILLS, D. Spirituality without spirits. Publicado on-line em 28 Mai. 2010. Disponível em: <https://www.firstthings.com/web-exclusives/2010/05/spirituality-without-spirits>. Acesso em: 07 Set. 2024

MOCELLIN, R. **História para o ensino médio: curso completo**. IBEP. São Paulo. 2006. 472 p.

MONOD, J. **El azar y la necesidad (Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna)**. Ediciones Orbis S. A. Madrid. 1985. 181 p.

PANEK, R. Everything you thought you knew about gravity is wrong. **The Washington Post**. 2019. Disponível em: https://www.washingtonpost.com/outlook/everything-you-thought-you-knew-about-gravity-is-wrong/2019/08/01/627f3696-a723-11e9-a3a6-ab670962db05_story.html. Acesso em: 10 Out. 2024

PAULY, D. Fisheries scientists must write. **Naga** 9(2): 8-9. 1986.

PÉPIN, C. **O planeta dos sábios. Enciclopédia de filósofos e filosofias**. Ed. Claro Enigma. São Paulo. 2014. 127 p.

PÉREZ, M., ROMERO, M., SUÁREZ, E. & VAUGHAN, N. **Manual de citas y referencias bibliográficas: Latino, APA, Chicago, IEEE, MLA, Vancouver**. Universidad de los Andes, Bogotá. 2015. 130 p.

RAMPAZZO, L. **Metodologia científica [para alunos de cursos de graduação e pós-graduação]**. Loyola. São Paulo. 2010. 146 p.

REDAÇÃO NATIONAL GEOGRAPHIC. Mulheres na ciência: conheça 8 cientistas que fizeram história. 2023. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2023/02/mulheres-na-ciencia-conheca-8-cientistas-que-fizeram-historia>. Acesso em: 12 Ago. 2024

RICE, D. Dr. Martin Luther King's Impact on the Field of Science. **National Institutes of Health**. Blog – Communities. 2021. Disponível em: <https://www.edi.nih.gov/blog/communities/dr-martin-luther-king%E2%80%99s-impact-field-science>. Acesso em: 02 Abr. 2024

- RUSSELL, B. **História do pensamento ocidental: A Aventura dos pré-socráticos a Wittgenstein**. 21ª Ed. Nova Fronteira. Rio de Janeiro. 2017. 416 p.
- SAGAN, C. **Cosmos**. (6ª Edição). Editora Planeta. Barcelona. 1982. 366 p.
- SAGAN, C. **The Demon-Haunted World: Science as a Candle in the Dark**. Ballantine Books. Nova Iorque. 1996. 480 p.
- SILVA, A. L. O. Qual a origem de nossas ideias? O processo cognitivo de associação de ideias segundo a metodologia empirista de David Hume. **Revista Espaço Acadêmico**, 169: 61-95. 2015.
- SILVA, R. A. **Caminhos da filosofia**. 1. Ed. Curitiba: Intersaberes. 2017. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 26 mar. 2024.
- SIMON, F. Fine-Tuning. **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. 2023. Edward N. Zalta & Uri Nodelman (eds.). Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/win2023/entries/fine-tuning/>. Acesso em 09 Out. 2024
- SMITH, G. Isaac Newton. **Stanford Encyclopedia of Philosophy**. 2007. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/newton/>. Acesso em: 12 Ago. 2024.
- STREHL, L. O fator de impacto do ISI e a avaliação da produção científica: aspectos conceituais e metodológicos. **Ciência da Informação**, 34: 19-27. 2005.
- TOWNES, C. H. The convergence of science and religion. **Think** 32(2): 2-7. 1966.
- UCHIDA, A. Como entender e calcular o índice h. **Jornal SBC** 94: 33. 2009.
- VIEIRA, S. & HOFFMANN, R. **Estatística experimental**. Ed. Atlas. São Paulo. 1989. 179 p.
- VELASCO, G. Ciência e Fé na visão do matemático John Carson Lennox. **Caderno Intersaberes** 13(50): 314-328. 2024.
- VITORIA, M. A. Auguste Comte, in Fernández L., F. & Mercado, J. A. (Eds.), **Philosophica: Enciclopedia filosófica on line**, 2009. Disponível em: <http://www.philosophica.info/archivo/2009/voces/comte/Comte.html>. Acesso em: 20 Out. 2024.
- VOLPATO, G. L. **Ciência: da filosofia à publicação**. 4ª Ed. Tipomic. 2004. 233 p.

VOLPATO, G. L. **Publicação científica**. 3ª Ed. Tipomic. 2008. 125 p.

VOLPATO, G. L. **Ciência: da filosofia à publicação**. 6ª Ed. Cultura Acadêmica. 2013. 377 p.

WARBURTON, N. **Uma breve história da filosofia**. L&PM. 2012. 264 p.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 5th Edition. Prentice Hall. Nova Jersey. 2010. 255 p.



A Editora Fi é especializada na editoração, publicação e divulgação de produção e pesquisa científica/acadêmica das ciências humanas, distribuída exclusivamente sob acesso aberto, com parceria das mais diversas instituições de ensino superior no Brasil e exterior, assim como monografias, dissertações, teses, tal como coletâneas de grupos de pesquisa e anais de eventos.

Conheça nosso catálogo e siga as nossas páginas nas principais redes sociais para acompanhar novos lançamentos e eventos.



www.editorafi.org

contato@editorafi.org



O ser humano quer saber. Para saber os como, quê, quando e quanto do mundo natural, mas também de suas perguntas mais profundas como os por quê, ele usa sua razão e as melhores ferramentas que puder encontrar ou criar. Assim foi criado o método científico, para ser tão eficiente e imparcial como possível. Neste livro se explora a história de desenvolvimento do método e alguns dos principais atores desse processo.

Permanecendo aberto, questionador, duvidando e raciocinando, o ser humano irá descartando hipóteses e teorias errôneas, completando as incompletas, e sabendo mais do universo e de si mesmo. O homem é "um animal científico".



editora *fi*.org

