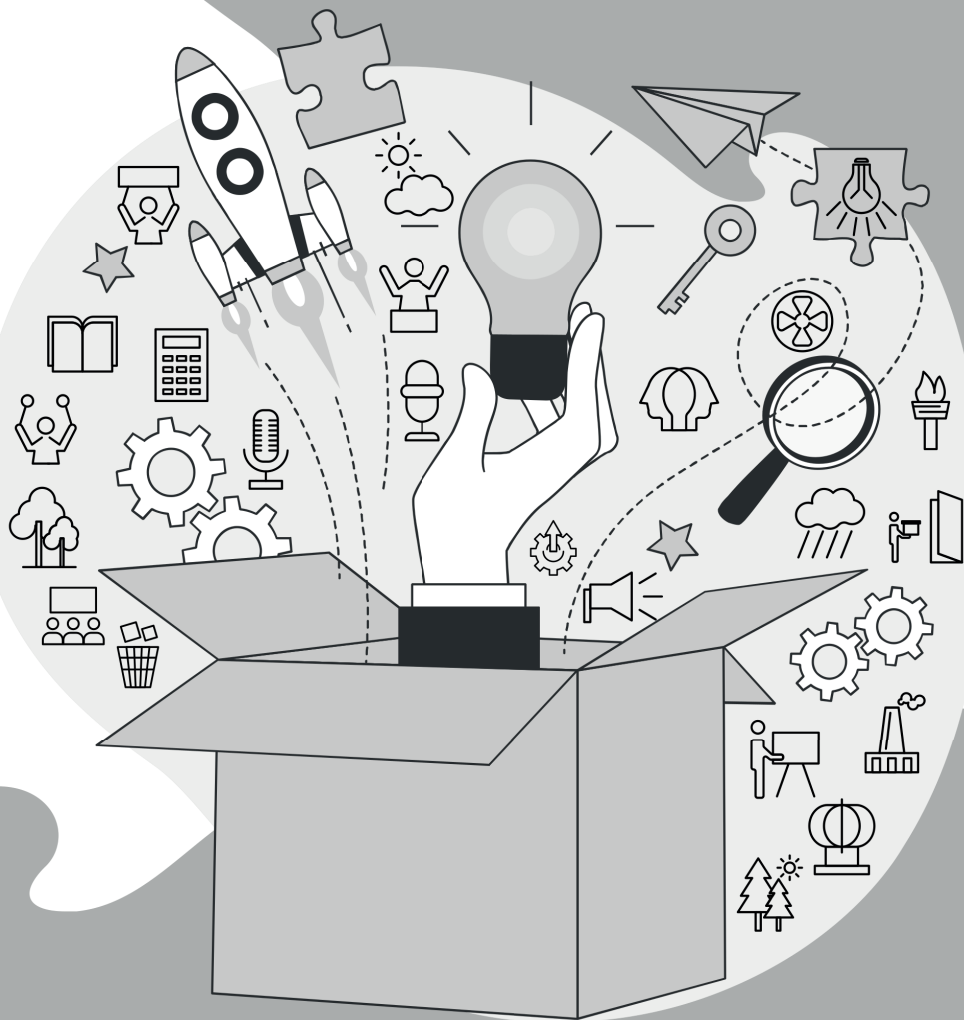
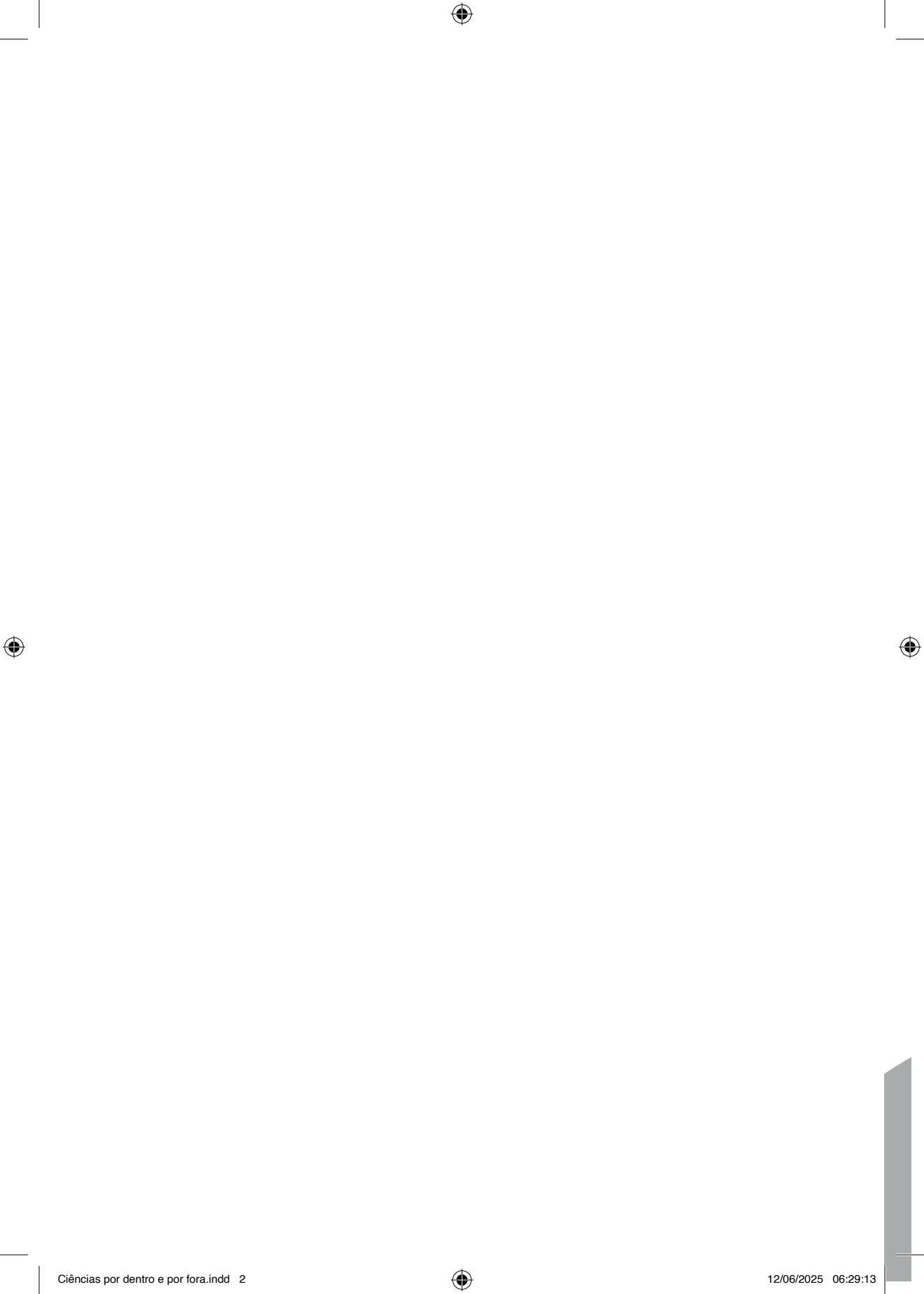


Ciências

por dentro e por fora

Construção de conhecimento e a sociedade





Ciências

por dentro e por fora

[illegible]

Copyright © 2025 Autores

Editores: José Roberto Marinho e Victor Pereira Marinho

Projeto gráfico e Diagramação: Horizon Soluções Editoriais

Capa: Horizon Soluções Editoriais

Texto em conformidade com as novas regras ortográficas do Acordo da Língua Portuguesa.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Ciências por dentro e por fora: construção de conhecimento
e a sociedade. / organização Rodrigo Hirata Willemart - 1. ed.
- São Paulo: LF Editorial, 2025.

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN: 978-65-5563-577-5

1. Ciências - Estudo e ensino 2. Ciências - História I. Willemart,
Rodrigo Hirata.

25-266426

CDD: 507

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências: Estudo e ensino 507

Aline Grazielle Benitez – Bibliotecária – CRB-1/3129

ISBN: 978-65-5563-577-5

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam
quais forem os meios empregados sem a permissão do organizador. Aos infratores aplicam-
-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro
de 1998.

Impresso no Brasil | *Printed in Brazil*



LF Editorial

Fone: (11) 2648-6666 / Loja (IFUSP)

Fone: (11) 3936-3413 / Editora

www.livrariadafisica.com.br | www.lfeditorial.com.br

CONSELHO EDITORIAL

Amílcar Pinto Martins

Universidade Aberta de Portugal

Arthur Belford Powell

Rutgers University, Newark, USA

Carlos Aldemir Farias da Silva

Universidade Federal do Pará

Emmánuel Lizcano Fernandes

UNED, Madri

Iran Abreu Mendes

Universidade Federal do Pará

José D'Assunção Barros

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Luis Radford

Universidade Laurentienne, Canadá

Manoel de Campos Almeida

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Maria Aparecida Viggiani Bicudo

Universidade Estadual Paulista - UNESP/Rio Claro

Maria da Conceição Xavier de Almeida

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Maria do Socorro de Sousa

Universidade Federal do Ceará

Maria Luisa Oliveras

Universidade de Granada, Espanha

Maria Marly de Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Raquel Gonçalves-Maia

Universidade de Lisboa

Teresa Vergani

Universidade Aberta de Portugal



SUMÁRIO

9	APRESENTAÇÃO
17	PREFÁCIO
21	FÍSICA E SOCIEDADE; UMA REFLEXÃO ACERCA DO PAPEL SOCIAL DOS CIENTISTAS BRASILEIROS
37	A GEOLOGIA: UMA CIÊNCIA HISTÓRICA DA NATUREZA PREOCUPADA COM A EVOLUÇÃO DO PLANETA TERRA
53	COMO É A PESQUISA EM BIOLOGIA?
73	SE A LITERATURA É FICÇÃO, O QUE O CRÍTICO LITERÁRIO PESQUISA?
87	A ARQUEOLOGIA E SUA TRAJETÓRIA COMO DISCIPLINA CIENTÍFICA
115	ALGUMAS LEITURAS OU INTEPRETAÇÕES DO RACISMO
127	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A CIÊNCIA: TÉCNICAS, OPORTUNIDADES E DESAFIOS
145	OS VALORES DA CIÊNCIA E A CIÊNCIA NOS VALORES
191	O TAL SEXO BIOLÓGICO
217	AS CIÊNCIAS E O SOBRENATURAL
243	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: PREMISSAS, CONCEITOS E RELEVÂNCIA PARA AS AULAS DE CIÊNCIAS
265	DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: PROFILAXIA DE CRISES
283	SOBRE AS AUTORAS E OS AUTORES



APRESENTAÇÃO

Rodrigo Hirata Willemart



A interface entre ciência e sociedade é evidente. Dos celulares e computadores, aos meios de transporte, medicina, alimentação e compreensão sobre a natureza, é difícil encontrar uma área de nossas vidas em que não haja o envolvimento da ciência. Entretanto, esta interface é pouco abordada. As pessoas não acadêmicas na sociedade por vezes não imaginam como o trabalho de cientistas muda suas vidas e os cientistas nem sempre escrevem sobre ciência para um público menos especializado.

O termo “ciência” é um “guarda-chuva” para áreas muito distintas. Embora haja muita discussão filosófica sobre o quanto estas áreas relacionadas guardam algo em comum, Geologia, Biologia ou Física, por exemplo, existem de fato. Da mesma maneira, existem as Humanidades. Aí incluem-se, por exemplo, as Letras, a Arqueologia e a Antropologia. Neste livro abordaremos um pouco sobre estas áreas, com a ideia de os leitores perceberem as diferenças e semelhanças entre elas, evidenciando a diversidade que existe sob as palavras “guarda-chuva” chamadas ciências e humanidades. Como a ciência moderna é permeada pela tecnologia, não poderíamos deixar de discutir a inteligência artificial, como ela é importante e auxilia a produzir conhecimento em ciências.

Em seguida, passamos para a interface mais direta entre a ciência e a sociedade, abordando temas muito atuais e relevantes. Quais elementos

fazem da ciência uma maneira tão eficiente de se descobrir as coisas? Será que a ciência é relevante para discussão de valores, de moralidade? O que a ciência nos diz sobre a acalorada discussão de sexo vs gênero? E sobre a paranormalidade ou o sobrenatural? O que é, qual a importância e como praticar a alfabetização científica? Finalmente, terminamos nosso livro com a definitiva interface entre ciência e sociedade, a divulgação científica. Abaixo eu comento brevemente sobre cada capítulo, para que o leitor possa ter uma ideia do que irá encontrar nas páginas que se seguem.

A física, como todas as ciências, é subdividida em múltiplas áreas, como a astronomia, física nuclear ou a física de fluidos, entre outras. Ela também permeia outras ciências, como é o caso da Biofísica ou da Físico-química, sendo uma ciência multi e trans-disciplinar. As autoras Patricia Campana e Heidi Piva compartilham, então, um pouco da história da física no Brasil, com destaques para a CAPES, o CNPq e a USP entre outras instituições. Destacam, então, trechos do código de ética e de conduta da Sociedade Brasileira de Física e opiniões de expoentes da física para argumentar que a física deve olhar para determinados valores da sociedade, ao mesmo tempo que é influenciada por seus valores. A Geologia é o tema do capítulo seguinte.

A história das ciências é repleta de exemplos de idas e vindas, de controvérsias e embates intelectuais. É contando algumas destas histórias que a geóloga francesa naturalizada no Brasil Christine Bourotte inicia seu capítulo sobre Geologia, ressaltando a importância de vários pesquisadores dentre os quais Charles Lyell e Alfred Wegener. Passa então a descrever alguns dos principais métodos utilizados na área, ressaltando a faceta histórica e nem sempre experimental da Geologia, o que traz um componente importante na maneira como o conhecimento é construído nesta área. Por vezes, geólogos utilizam interpretações e narrativas de uma maneira um pouco diferente do que ocorre em ciências como a Física ou a Química. Christine termina mostrando as relações entre a Geologia e a sociedade, com aplicações na compreensão do clima, na sustentabilidade ou para auxiliar no turismo. Interagindo com o mundo físico existem as mais diversas formas de vida que habitam nosso planeta. Passemos então para a ciência que estuda a vida e suas particularidades.

Carlos Hotta argumenta que são cinco os conceitos fundamentais da biologia: (1) as Leis da termodinâmica permitem a existência da vida; (2) a Teoria celular explica que os organismos são compostos por uma ou mais células, que não há vida sem célula e que uma célula se origina de outra célula; (3) a Teoria do Gene diz que genes são a unidade fundamental de hereditariedade de seres vivos; (4) a Homeostase é o que mantém as condições internas do corpo apesar das mudanças externas e (5) a Teoria da evolução por seleção natural é um dos mecanismos evolutivos de fundamental relevância para explicar a diversidade e complexidade de organismos na Terra. Carlos então amarra os conceitos acima e explica um pouco sobre as subáreas da biologia, finalizando com nomes importantes desta área da ciência.

Até o momento as leitoras e leitores tiveram uma introdução às ciências físicas, geológicas e biológicas. Esperamos que até aqui tenhamos dado uma ideia dos bastidores de algumas das ciências. Iremos agora passar para as humanidades, o que permitirá uma noção mais precisa das abordagens na construção de conhecimento em três áreas muito distintas: Letras, Arqueologia e Antropologia.

Philippe Willemart, crítico literário, nos ensina como as humanidades podem diferir das ciências ditas “duras”. Logo no início já explica algumas diferenças quando falamos das Letras: “O texto tem êxito somente quando atinge o leitor e o deixa preocupado ou feliz. Nisso, está sua riqueza. As consequências ou os resultados são individuais e não se repetem como na ciência experimental”. Philippe comenta um pouco sobre o universo dos escritores para então explicar as perguntas que orientam os estudos especificamente da área de sua especialidade, a crítica genética, incluindo as premissas que os permeiam. Philippe explica como consulta autores da física ou da biologia, por exemplo, para que, por meio de analogias, compreenda melhor a gênese dos manuscritos. Discorre, então, sobre os métodos que utiliza e sobre a rotina de trabalho. O texto permite que tenhamos uma noção precisa de como se constrói conhecimento nesta área das humanidades, de maneira que possamos comparar não apenas com as ciências biológicas ou físicas acima, mas também com as demais áreas das humanidades abordadas neste livro, como a antropologia e a arqueologia, tema que segue.

Maria Isabel D'Agostino Fleming nos presenteia com aula sobre a história e os métodos da arqueologia. Ela, primeiramente, conta que a arqueologia se tornou uma disciplina formal apenas nos séculos XIX e XX, em seguida explica o Sistema das Três Idades (Idades da Pedra, Bronze e Ferro) e então parte para uma análise histórica dos métodos da Arqueologia. A Arqueologia Histórico-Cultural foi o pontapé inicial, estabelecendo os pilares da área com abordagens mais sistemáticas do que as anteriores. A Nova Arqueologia já se aproximava mais das ciências duras, com ênfase em método hipotético-dedutivo, rigor nos métodos e empiricismo. Como uma crítica à objetividade excessiva da Nova Arqueologia, surge o movimento da Arqueologia Pós-Processual, que valoriza a subjetividade e a crítica social, com ênfase na diversidade de perspectivas, no simbólico e no ideológico. Maria Isabel então amarra a Arqueologia com Geografia, História, Antropologia, Química, Biologia, Física e Geologia. O capítulo é um excelente exemplo de interdisciplinaridade e de como a maneira de se construir conhecimento é influenciada pelo momento histórico em que ela ocorre.

O antropólogo Kabengele Munanga nos convida a uma reflexão sobre o racismo dito científico que nasceu no século XVIII. Embora a ciência hoje negue a existência de raças, o racismo continua gerando violências física e simbólica, além de excluir não-brancos de diversos setores. Kabengele faz uma análise do tema sob as perspectivas de disciplinas como a Biologia, a Psicologia e a Psicanálise, a Antropologia e Sociologia marxista, concluindo que nenhuma delas explica, isoladamente, o racismo que hoje vemos na sociedade. O autor estabelece relações entre o capitalismo e o racismo e aprofunda, então, o conceito de racismo estrutural. Kabengele mostra a alta complexidade do assunto com um texto paradoxalmente fácil de ler e acompanhar.

Todas as áreas mencionadas acima podem se beneficiar ou discutir a relevância da Inteligência Artificial. Máquinas vs seres humanos ou máquinas + seres humanos? Em seu texto sobre Inteligência Artificial (IA), Patrícia Oliveira discorre sobre as redes neurais artificiais, que são modelos matemáticos inspirados nos neurônios de nosso cérebro. Mostra como se tornou possível máquinas aprenderem conceitos mais complexos após o fenômeno do Big Data e aumento de poder de processamento e armazenamento dos computadores. Passando pelos modelos de linguagem, Patrícia

chega ao papel da IA particularmente na Química e na Biologia, e fecha opinando sobre o potencial da IA para as ciências e os desafios a serem superados, inclusive na questão ética, que é um dos pontos abordados pelo capítulo seguinte.

Rodrigo Hirata Willemart argumenta que seguir determinados valores e procedimentos da ciência (VPC) traz benefícios à sociedade, mostrando ainda os custos de não os seguir. Após explicar os VPC e defendê-los, o autor lembra de casos de charlatões, do negacionismo da ciência no caso da pandemia do COVID e de pseudociências para justificar a consequência de ignorarmos os VPC. Aborda então como aumentarmos a chance de termos mais pessoas que entendam os VPC e explica por que aplicá-los não é algo restrito a cientistas *sensu strictu*. Rodrigo defende em seguida que os VPC devem influenciar valores do ser humano, discutindo-os em relação à religião e dietas vegetariana ou vegana. Após uma enfática defesa da ciência, termina desmistificando a falácia da ciência perfeita e imparcial. O texto carrega um tom moderado, porém provocativo em seu conteúdo. E para continuarmos com assuntos que geram discussões acaloradas, passemos a um assunto que definitivamente causa controvérsia: sexo vs gênero.

Rena Orofino possui uma formação heterogênea, tendo passado pela biologia experimental e pelas humanidades. Este perfil permite que ela aborde, como poucos, este tema extremamente atual, que tem sido discutido mundialmente. Discussões acaloradas com muita emoção, mas com poucos argumentos e pouca base factual são infelizmente comuns. Com uma abordagem de biologia do desenvolvimento, Rena e a psicóloga Letícia Ferreira mostram as várias camadas do sexo biológico, além de mostrar a variabilidade de possibilidades já descritas no ser humano para além de um binarismo simplista. Com exemplos históricos, mostra ainda os vieses que nos levaram a ter um olhar sexista sobre o tema. Tentando buscar um meio termo entre a ideia de gênero como unicamente um constructo social e o sexo como algo unicamente determinado geneticamente, Rena e Letícia constroem uma ponte que pode facilitar o diálogo e apaziguar os ânimos das pessoas nos extremos opostos na discussão. No próximo capítulo, outro assunto polêmico. A questão do sobrenatural, tema muito mais complexo do que parece à primeira vista.

O assunto “sobrenatural” instiga o ser humano desde os primórdios. Permeia a vida de milhões de pessoas pelo mundo, mas são poucos aqueles que estudam o assunto imparcialmente e com um viés cético. Wellington Zangari mostra que o “sobrenatural” é na realidade complexo, envolvendo fenômenos distintos. A primeira categoria, que ele chama de “Natural extraordinário”, na realidade não é sobrenatural. É o caso, por exemplo, dos objetos que supostamente se movimentam sozinhos, da hipnose ou da nossa tendência a detectar padrões que não existem, entre outros. A segunda categoria, o “Paranormal” (ex telepatia) é explicada de maneira provocativa. Wellington diz ser uma “área com dados obtidos empiricamente, mas sem qualquer possibilidade de teorização”, denominando de protociência, embora seja popularmente interpretado como sobrenatural. O autor defende que a paranormalidade é o oposto do que chama de realmente “sobrenatural”, área que se baseia em ideias, mas sem fatos, como as religiões. Leia este texto muito interessante e tire suas próprias conclusões! Caminhando para os capítulos finais, chegamos a dois temas absolutamente fundamentais que definitivamente amarram “cientistas” e “não-cientistas”. Os problemas da alfabetização científica e da divulgação de ciências.

A sociedade contemporânea é uma em que as mídias sociais retroalimentam aquilo que a pessoa quer ler, levando a sucessivos vieses de confirmação, levando à criação de “bolhas” que podem não apenas causar o desprendimento da realidade, mas também a ausência de diálogo com pessoas das outras “bolhas”. Este é um cenário bastante propício ao desenvolvimento de movimentos anticiência. Lúcia Sasseron e Fernando César Silva discutem um tema absolutamente fundamental nos dias de hoje. “Como formar o sujeito contemporâneo, na sociedade da informação, que conheça as ciências e utilize de seus conhecimentos e formas de construir conhecimentos para avaliar informações e situações de seu cotidiano?” Lúcia e Fernando nos conduzem pelo universo da Alfabetização Científica, explicando didaticamente as três concepções do conceito, mostrando a maneira de utilizar seus princípios e como determinados procedimentos auxiliam no entendimento de seus fundamentos.

Erica Carneiro, Alexandre Borin, Carolina da Costa, Ana Arnt e Mellanie Fontes-Dutra fazem o fechamento do livro dissertando sobre a divulgação científica e mostrando a importância que ela vem ganhando nos

últimos anos. Cerca de 60% de brasileiros entrevistados, no recorte da pesquisa que as autoras e o autor citam, se declaram interessados ou muito interessados em ciências. Entretanto, metade das pessoas se informa por mídias sociais como WhatsApp e Facebook, que estão entre os principais difusores de notícias falsas. Temos um enorme problema e pessoas que divulgam ciência têm um enorme desafio. Lendo o texto, aprendemos, então, não apenas os valores da divulgação científica, mas também uma introdução de como fazê-la. Ressaltando o viés político que é defendido no texto, as autoras e autores do texto defendem a institucionalização e reconhecimento de uma carreira em divulgação científica.

Este livro foi fruto de uma disciplina de Pós-Graduação no Programa de Zoologia (PGZOO) do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IBUSP), com palestras abertas ao público em geral, denominada “Ciência, Sociedade e Questões Contemporâneas”. Agradeço a imensa ajuda que tive de Nilmaris Franchi, responsável pela carinhosa e cuidadosa divulgação de cada palestra. Obrigado aos também funcionários do IBUSP Helder Rossi Santos Souza, Erika Harumi Takamoto de Camargo e Maria Lucia Vieira pelo indispensável suporte durante a disciplina. O Prof José Eduardo Marian, coordenador do PGZOO do IBUSP apoiou o projeto a todo o momento. O Prof Antonio Carlos Marques sempre foi um mentor para mim, além de incentivador da disciplina que resultou neste livro. Obrigado por nos honrar com seu nome prefaciando este livro. Obrigado ao PGZOO do IBUSP que contribuiu financeiramente com a produção do livro. Agradeço ainda às dezenas de estudantes de inúmeros institutos que compareceram às palestras. Esperamos que a seleção destes textos permita que leitoras e leitores entendam um pouco dos principais elementos e como se dá a construção do conhecimento em algumas importantes áreas das ciências e humanidades, além de serem instigados a refletirem sobre o conteúdo dos capítulos que relacionam diretamente a ciência e a sociedade. Boa leitura!



PREFÁCIO

Antonio Carlos Marques



De forma bastante simplificada, todas as civilizações, desde os nossos mais antigos ancestrais, sempre apresentaram um gradiente de comportamento em relação ao que hoje entendemos por conhecimento científico. Em um extremo desse gradiente, podemos imaginar um “zero absoluto”, onde estão aquelas pessoas que passam a vida sem se questionar sobre os fenômenos e processos que as cercam, que pela falta de conhecimento ignoram até mesmo como surge o próprio conhecimento. Se for estritamente necessário saber algo, essas pessoas tendem a se contentar com explicações simplistas, acríticas e, muitas vezes, dogmáticas. No outro extremo, estão aquelas que buscam incessantemente o conhecimento infinito, analisando criticamente tudo ao seu redor, desde os fenômenos naturais que observam até os processos sociais que vivenciam no cotidiano.

É razoável considerar que, na pré-história, o primeiro grupo — de cândidos ingênuos — enfrentava menos dificuldades do que hoje, especialmente diante da enorme expansão do conhecimento científico em nossa civilização atual. Entre esses dois extremos, estamos eu, você, nossos vizinhos, as pessoas que cruzam conosco na rua, as que amamos e também aquelas que detestamos.

E por que isso é importante no mundo atual? Recorrerei a uma analogia que também é uma metalinguagem. Você já ouviu dizer que, diante dos incêndios e inundações recordes que temos presenciado, os “eventos

climáticos extremos já não são mais extremos, mas sim o novo normal”? Pois bem, essa lógica também se aplica à má política e ao obscurantismo na sociedade: os eventos distópicos extremos (com o perdão da redundância) aparentemente já não são mais extremos, e a distopia se mostrou mais elástica do que imaginávamos. Esse é o novo normal. E isso, enquanto sociedade — e mesmo enquanto civilização —, é assustador. Muito assustador.

Um grande amigo jornalista (também um grande jornalista amigo) fez uma observação sobre o estado atual da imprensa: “hoje, influenciadores e youtubers têm muito mais alcance e influência do que muitos jornais ou canais de televisão”. Isso é extremamente prejudicial para a sociedade, pois a informação passa a ser guiada por impressões pessoais, sem checagem, muitas vezes antiéticas e submetidas a agendas obscuras. Mas não é um problema só do jornalismo. Essa é uma ameaça real também ao conhecimento científico: alguns maus influenciadores, youtubers, políticos, líderes religiosos e golpistas mal-intencionados competem para ter mais alcance e influência na sociedade do que a ciência. Mais que isso, combatem-na, porque sabem que ela, traduzida no ensino, tem o poder de libertação das mentes e vontades. Não por acaso, proliferam cloroquinas e ivermectinas na morte (ou má vida) de pessoas menos avisadas, junto com negacionismos climáticos e sanitários, teorias eugenistas, aversão à diversidade de gênero e identidades, e justificativas religiosas para toda sorte de absurdos e mazelas sociais.

Por isso, um livro como este — *Ciências por dentro e por fora: Construção de conhecimento e a sociedade* — é tão importante. Ele tem a função de formar e informar. Traduz e contextualiza a ciência em uma linguagem acessível. E, acima de tudo, tem a coragem de expor o estado atual do conhecimento em nossa sociedade sob diversas perspectivas, explicando como ele é feito e como deve ser utilizado.

Nos tempos em que vivemos, essa coragem precisa ser exaltada e cultivada. Agradeço ao organizador do livro, a todos os seus autores e à editora por nos presentear com essa iniciativa altruísta e responsável de compartilhar seus conhecimentos. Ações como essa precisam se multiplicar, para que possamos tirar nossa civilização da rota de colisão com um destino trágico. Agora você, que tem esse livro em mãos, poderá aprender e refletir sobre como estamos e que queremos para a sociedade, e sobretudo ter ferramentas para colaborar na construção de um futuro menos sombrio. Desfrutem!



