

Ciência em foco

Volume XIV

Alan Mario Zuffo
Bruno Rodrigues de Oliveira
Jorge González Aguilera
Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo
Aris Verdecia Peña
Luciano Façanha Marques

Organizadores



Pantanal Editora

2023

Alan Mario Zuffo
Bruno Rodrigues de Oliveira
Jorge González Aguilera
Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo
Aris Verdecia Peña
Luciano Façanha Marques
Organizadores

Ciência em foco
Volume XIV



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu
Prof. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Prof. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Prof. Dra. Patrícia Maurer
Prof. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Prof. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

C569

Ciência em foco - Volume XIV / Organizadores Alan Mario Zuffo, Bruno Rodrigues de Oliveira, Jorge González Aguilera, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023. 55p.

Outros organizadores: Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo, Aris Verdecia Peña, Luciano Façanha Marques.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-03-7

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756037>

1. Ciências - Estudo e ensino. 2. Educação. 3. Medicamentos. 4. Drogas. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Oliveira, Bruno Rodrigues de (Organizador). III. Aguilera, Jorge González (Organizador). IV. Título.

CDD 507

Índice para catálogo sistemático

I. Ciências - Estudo e ensino



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

A décima quarta edição da coletânea *Ciência em Foco*, traz uma coleção de artigos escritos por pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, que buscam apresentar e discutir temas relevantes para a compreensão da ciência e da sua relação com a sociedade. O objetivo da obra é estimular o debate e a reflexão sobre questões gerais da pesquisa científica. O livro é destinado a estudantes, professores, pesquisadores e interessados pela ciência e sua importância para o desenvolvimento humano. A pesquisa científica é essencial para o avanço do conhecimento, mas também para a solução de problemas práticos e para a promoção da cidadania. A interdisciplinariedade das várias áreas do conhecimento é uma forma de enriquecer as perspectivas e os métodos de investigação, bem como de ampliar o diálogo entre a ciência e outras formas de expressão cultural.

Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: saúde na escola: conscientização e prevenção da hipertensão arterial na educação básica; as origens gregas da fisiologia e dos estudos sobre circulação sanguínea; prática educativa sobre a prevenção e cuidados acerca do pé diabético no idoso: um relato de experiência; uso racional de medicamentos: um alerta aos estudantes da educação básica sobre os riscos da automedicação e das drogas ilícitas, e a implementação de uma metodologia para aplicações em sistemas de inteligência artificial que utilizam aprendizado de máquina.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços, que possibilitaram a esta obra retratar os recentes avanços científicos e tecnológicos nas áreas pesquisadas, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora.

Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços nas ciências, garantindo a difusão de conhecimento acessível para a sociedade.

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	6
Saúde na escola: conscientização e prevenção da hipertensão arterial na educação básica	6
Capítulo II	10
As origens gregas da Fisiologia e dos Estudos sobre Circulação Sanguínea	10
Capítulo III	34
Prática educativa sobre a prevenção e cuidados acerca do pé diabético no idoso: um relato de experiência	34
Capítulo IV	42
Uso racional de medicamentos: um alerta aos estudantes da educação básica sobre os riscos da automedicação e das drogas ilícitas	42
Capítulo V	46
Ensemble Learning based on Analytic Hierarchy Process Voting	46
Índice Remissivo	53
Sobre os organizadores	54

As origens gregas da Fisiologia e dos Estudos sobre Circulação Sanguínea

Recebido em: 24/07/2023

Aceito em: 08/08/2023

 10.46420/9786585756037cap2

Jarbas de Mesquita Neto 

Sabrina Behar Jorge 

Vinicius Fernandes Martins 

Sofia Costa da Silva 

Fabio Castanheda 

INTRODUÇÃO

As ciências representam o ápice dos conhecimentos adquiridos pelo ser humano e da sua capacidade de avaliar e compreender o Universo. Foram, afinal, as responsáveis por retirar a humanidade da ignorância e do misticismo. Entretanto, seriam as ciências tão racionais quanto pensamos? Fomos capazes de, efetivamente, descartarmos as crendices e superstições?

Segundo Lloyd (1973), sempre existiu algum tipo de ciência ao longo da história humana: mesmo o reconhecimento de espécies biológicas de interesse econômico pelas populações locais depende de alguma ordenação dos dados obtidos a partir da observação. Nesse sentido, vale lembrar a importância do corpo etnozoológico — repertório total de símbolos, conceitos, percepções e comportamento sobre os animais — transmitido de geração a geração, principalmente por meio da tradição oral, constituindo um vínculo importante para a difusão de informações biológicas (Posey, 1987). E, para sistematizar as observações sobre a natureza, sempre há algum grau de experimentação.

Ayrina Pelegrino B. Maués (2018) coloca a existência de dois tipos de conhecimento, o popular e o científico. Ambos os tipos de conhecimento são diferentes e podem existir de forma independente em relação ao outro — mas podem coexistir e influenciar um ao outro. O conhecimento popular baseia-se em experiência e observação. Os dados são consequência da experiência acumulada por gerações de pessoas ligadas a um tipo específico de tarefas, como no caso de uma profissão determinada. Nesse caso, a experiência é simples acervo de informações, obtida por sucessivas gerações, o que permite uma seleção de regras ou ensinamentos úteis à sua atuação. São obtidos devido ao contato direto com o material e seu modo de trabalhar. Neste tipo de conhecimento aceitamos situações testadas na prática por anos e por diferentes pessoas, passando-as de geração a geração, muitas vezes de forma oral.

Podemos citar como exemplo a utilização dos recursos naturais por populações locais. O método de classificação de indígenas e caiçaras para avaliar ou selecionar as diferentes espécies de peixes, ou crustáceos usados na sua alimentação é tão frutífera quanto o de um zoólogo que trabalhe em taxonomia (ver, por exemplo, Diamond, 2011). Os pescadores caiçaras, por exemplo, adquirem o seu conhecimento sobre a alimentação e sobre a predação através da experiência no manejo de peixes e dos demais recursos

que eles exploram (Souza & Barrella, 2001). A concordância entre o saber caiçara e a literatura científica mostra a importância do domínio prático e da observação sistemática para obtermos um conhecimento sólido, e como ambas as formas de saber são independentes, ainda que possa haver diálogo entre elas.

Já o *conhecimento científico* é baseado em um método rigoroso que busca atestar a veracidade ou falsidade de uma teoria. E as ciências, áreas em constante busca pela verdade, ou conjuntos de conhecimentos sistematizados segundo determinados princípios — estão sempre em discussão e autocrítica. Nelas, são ressaltadas a necessidade de análise e prática sistemáticas em relação ao objeto de estudo para o desenvolvimento de um pensamento mais empiricamente adequado. Requerem acúmulos de informações, de forma crítica.

Este conhecimento apresenta diferentes fases de desenvolvimento: observação dos componentes do fenômeno; análise quantitativa da relação entre os elementos que compõem o fenômeno; levantamento de ideias e hipóteses; realização de testes experimentais para verificar a conformabilidade da hipótese; generalização dos resultados em teorias válidas; e reavaliação das teorias, aprofundando o conhecimento sobre o mundo. Também fazem parte das ciências a análise relacional numérica e estatística, experimentos controlados que direcionam a resultados mais seguros e conclusivos, e mudanças paradigmáticas.

Para Thomas Kuhn, em seu livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* (2005), o desenvolvimento do conhecimento é descontínuo, com mudanças paradigmáticas bruscas, como conversões religiosas ou sobreposição de uma posição antagônica à anterior, cada uma com certa visão parcial. Mais tarde, em sua obra *O Caminho desde a Revolução* (2006), as mudanças paradigmáticas são baseadas em linhas contínuas de pensamentos. Nesse texto, são considerados fluxos contínuos de mudanças até um ponto de ruptura aparente, em que parâmetros disciplinares e de raciocínio interno são alterados progressivamente. Tais mudanças paradigmáticas ocorrem, mas como o fazem, efetivamente? Podemos responder à questão ao analisarmos historicamente uma linha específica de trabalho, como no caso da Fisiologia Moderna.

Desde a época dos povos antigos, a própria natureza é considerada pano de fundo para o conhecimento. A partir de Tales de Mileto (*circum* 624 - 558 a.C) verificamos a curiosidade em descobrir o mundo por si só, independentemente de seres humanos ou sobrenaturais. A observação das regularidades no mundo natural provavelmente levou à dubiedade dos aspectos místicos como causas, (co)ordenado por seres divinos. Foi iniciada a procura pelas causas e por objetos concretos, materiais, e, portanto, reais. Paulatinamente, as superstições, consistindo em elementos de crença formulados a partir de uma visão de mundo mais mística — e, portanto, aparentemente menos realista —, foram deixadas de lado. Visando distinguir o natural do sobrenatural, esses gregos buscavam explicar igualmente a influência dos aspectos metafísicos¹ na matéria. A experiência direta do mundo natural através dos

¹ Eles faziam relações entre matéria e substância, embora ambos os termos só fossem surgir em V a.C. O conceito aristotélico de substância pode ser interpretado como um composto homogêneo, como na Química, a partir do princípio de realidade. Aristóteles visava mais o princípio vital que dá unidade ao organismo vivo (Castro, 2008).

sentidos poderia ser considerada sua principal fonte de informações, mais vinculada ao conhecimento espontâneo adquirido ao longo da vida (Harris, 1973; Lloyd, 1973).

Nessa lógica, houve uma mudança paradigmática na Grécia clássica: o modo de enxergar e lidar com o mundo foi alterado. Utilizando os princípios de Thomas Kuhn, podemos afirmar que as alterações metodológicas apontam no sentido de uma impulsão científica que poderíamos chamar de Revolução Protocientífica Grega. Apesar do grande desenvolvimento tecnológico - também devido à influência civilizatória do Oriente Próximo e da matemática babilônica e egípcia - os gregos não chegaram a desenvolver uma ciência em seu sentido estrito. E embora racionais, sua mentalidade era tipificada pela paixão por explicações e generalizações impacientes, com bases insuficientes para uma conclusão definitiva (Harris, 1973). Além disso, investigaram poucos tópicos naturais e não possuíam o que hoje chamamos de Método Científico. Em instituições, como o Museu (gr. *mouseion*) de Alexandria, houveram as maiores mudanças científicas da época, levando a uma Revolução Científica em potencial (Houaiss, 2009; Cunningham, 2002, 2003; Harris, 1973).

A separação entre a mente, superior, e a ação postergou o aperfeiçoamento científico de forma abrangente. Embora dependessem da *tekhné*, enquanto tecnologia e técnica para a produção dos insumos para o cotidiano, enfatizavam a razão sobre a prática². Ou seja, a hierarquia do mundo helênico, evidenciada na estratificação social escravocrata, fortaleceu a falsa dicotomia entre racionalidade e uso. A prática, *tekhné*, baseada nas necessidades mais imediatas da comunidade, atividades que envolvem manipulação de materiais e fenômenos concretos. Para os nobres e cultos, importava a razão, a teoria, tendo a lógica como responsável pela avaliação e organização da realidade — ou das informações obtidas por meio da experiência. Se deu início ao que hoje chamamos racionalismo, junto às ideias de dedução e indução, de concepções variáveis segundo o autor proponente. Tal racionalismo é uma visão de mundo que afirma o perfeito acordo entre o racional e a realidade do universo. Em outras palavras, privilegia a razão como fundamento do conhecimento possível. A indução é uma forma de raciocínio lógico que vai do particular (os fatos) ao geral (o conhecimento cognitivamente organizado); assim, as generalizações derivam da repetição e da observação de uma regularidade em um certo número de casos. A dedução é o raciocínio que nos permite tirar de uma ou várias proposições uma conclusão que delas decorre logicamente; uma operação que consiste em concluir a partir de uma ou várias premissas, admitidas como verdadeiras, proposições que se seguem necessariamente (Houaiss, 2009; Japiassu & Marcondes, 1996).

No período renascentista ocorre uma Revolução Científica propriamente dita, ao ser reintroduzido na cultura europeia; o pensamento grego clássico (ver, por exemplo, Andery et al. 2004) como forma do conhecimento dominante. Com a formulação da Ciência Moderna, é dissolvida a separação entre teoria e técnica tornando-se atividades complementares. Com as novas técnicas e

² *Tekhné*, termo grego para tecnologia, originalmente tinha dois significados: a atividade de artesanato, a arte de fazer; e a atividade do pensador, ou filósofo, a arte de imaginar. Pelo menos até Platão, *tekhné* remetia à *episteme* (Harman, 2002). Aqui, enfatizamos a atividade do artesanato.

metodologias de raciocinar e trabalhar foram elaborados os princípios do experimento, originando um novo indutivismo: a demonstração é empírica. A síntese do método lógico-filosófico, com inferências intelectuais, e da prática sistematizada culmina no surgimento do método científico, experimental. Com esse método, os experimentos passam a ser o embasamento para a racionalização. Além disso, as técnicas tornam-se essenciais pelo manuseio da realidade. A relação causa-efeito torna-se o foco da pesquisa, através de observações e experimentos, coletando dados “concretos”, e permitindo o desenvolvimento teórico, racional, embasado (presumidamente) no real. Experimentos eventuais gradualmente se tornaram experimentos seriados, ou experimentações, mais elaborados para testar uma concepção hipotética e demonstrar a realidade de uma teoria.

São também retomados dos antigos (como Platão e os pitagóricos) a matematização do mundo e sua lógica. A matemática, isenta de preconceções, guia a conclusões mais estáveis, objetivas, universais, imutáveis e, portanto, verdadeiras de mundo, indicando o caminho correto de deduzir e agir sobre ele. E apenas as evidências e a lógica articulados nos livram dos erros e nos permitem coadunar nossas hipóteses aos resultados e às conclusões corretas, ou, ao menos, mais pertinentes. No entanto, nessa época é desenvolvido um reducionismo analítico como característica essencial da prática científica, dividindo os sistemas em elementos cada vez menores para seu estudo pleno.

As observações e experimentações garantem a demonstrabilidade e reprodutibilidade, essenciais para verificar a validade dos dados e teorias, norteando o desenvolvimento científico. Sob condições experimentais bem determinadas, provocamos um “fato observacional”, cujo seu resultado permite conhecer a natureza do fenômeno estudado. Dessa forma, o experimento teria uma vida mais independente em relação às teorias (Hacking, 2008). Entretanto, a prática experimental é igualmente influenciada pelo raciocínio e princípios teóricos que garantem o entendimento do mundo.

Se a prática sustenta a teoria, uma teoria pode ruir ou ser reerguida pela prática. Portanto, é necessário enfatizar a prática é ater-se à realidade e opor-se à doutrina, mais preocupada com a teoria abstrata. Desse modo, as conclusões científicas dependem de bases epistemológicas fortes e tão realistas quanto possível. Além disso, deve ser destacado o papel da criatividade na produção do conhecimento, enquanto simultaneamente uma faculdade imaginativa e uma racionalidade que permita enxergar os fatos e desenhar experimentos de formas alternativas sem perder a verificabilidade.

A organização e a preservação do conhecimento intelectual e o seu desenvolvimento através do ensino e da inovação ocorrem dentro de uma matriz disciplinar (Cunningham, 2002). Desse modo, a história disciplinar é também das mudanças temporais em suas ideias e práticas. Entender a identidade de cada área em épocas específicas possibilita o entendimento dos praticantes daquelas doutrinas. No entanto, há cruzamentos. A interface entre diferentes áreas de conhecimento promove a reelaboração de cada uma delas - com seus próprios objetivos e métodos -, colaborando para o seu desenvolvimento. Ainda, indivíduos podem praticar mais de uma disciplina, mantendo suas identidades. Isso foi comum

no caso da Anatomia e a Fisiologia, em que as inovações e descobertas de seus praticantes foram e são ainda interesse para os médicos e historiadores da Medicina.

A descrição rigorosa das descobertas constitui o sentido das ciências. Portanto, o cientista que procura desenvolver a disciplina que pratica é o principal interessado em aprender e fazer parte de sua história. O pesquisador pode — e deve — levantar questões fundamentais e filosóficas inerentes a cada um dos problemas, conceitos e métodos de sua própria ciência (Georges Canguilhem *in* MACHEREY, 2008). Ao dedicar-se a cronologia intradisciplinar, o cientista permite que a historicidade o auxilie no tratamento dos problemas. Tal postura possibilita que novidades radicais resultem de uma reflexão sobre o passado e os trabalhos publicados nessa ciência. Para tanto, é necessário isolar uma linha particular, tornando-a uma história analítica; esse é um tratamento parcial para o problema.

A investigação do passado é um trabalho de decomposição. Ao avaliarmos uma determinada linha de ciência, podemos examinar a própria experiência do cientista — seus acertos e erros, o raciocínio, as necessidades de determinado tipo de análise, sua correção, sua capacidade de avaliação da natureza do fenômeno estudado. Esse aspecto é essencial para entendermos determinada ciência e o seu método — e, por extensão, o método científico, ou métodos.

Nesse sentido, Hacking (2003) levanta três questões importantes: se uma informação pode ser transformada; se uma hipótese pode ser confirmada em um contexto, mas rechaçada em outro; e qual o papel da razão e da experimentação nesse contexto. No âmbito das biociências tais questões são amplificadas, pois lidamos com entidades complexas e de estrutura dinâmica, os seres vivos. Quais seriam, então, as funções da teorização e da experimentação e o papel de ambas nas biociências?

Ao longo do tempo, diversos modos de pensar e agir sobre o mundo surgiram com suas particularidades regionais e temporais. Há, aqui, uma confluência entre Hacking (2003) e Popper³ (2017[2010]): as ciências são racionais, e uma teoria se sustenta apenas enquanto a razão e os fatos se apoiarem mutuamente. Uma informação pode ser transformada, pois depende de um contexto para ser considerada. Uma hipótese pode ser confirmada em uma conjuntura e ser rechaçada em outra, pois depende de como lidamos com as informações obtidas e seus significados históricos. As perspectivas mudam, as teorias também e uma nova pode surgir e ser tão verdadeira enquanto a razão, as análises, observações e experimentos permitirem. Uma teoria ou hipótese antiga pode retornar ao *mainstream* de uma ciência, mas sob um novo prisma.

A verdade científica pode ser um produto social ou cultural, sem certeza de validade ou relevância em sentidos absolutos. Contudo, deve ser embasada tanto na realidade quanto na racionalidade, caso contrário fossilizam-se e perdem a sua dinâmica e seu potencial de representar a realidade (Hacking, 2008). Podemos até considerar que a razão e a teoria não sejam reais, mas ao menos devem se apoiar em

³ Popper é fortemente dedutivista. Hacking segue F. Bacon, pretensamente indutivista.

elementos reais para existir efetivamente — e uma razão altamente especulativa não será científica ao ter pouco embasamento na materialidade.

Ao estudarmos todo o contexto da descoberta e a própria prática científica, podemos realmente entendê-la, assim como desenvolver uma filosofia da ciência. Como, e por que, as antigas teorias lidavam com os seus problemas? O que motivou o aceite ou a rejeição de uma teoria? Ou a criação, manutenção e término de uma disciplina ou área científica? O que as norteiam?

Trabalhar como a Filosofia da Ciência, parte essencial da Filosofia na mesma medida que as ciências servem de guia e modelo para reflexão, a teoria da História das Ciências e a Epistemologia remetem uma à outra, como uma unidade profunda. Nesse sentido, um estudo epistêmico-histórico nos permite avaliar (e reavaliar) este modo de operar, ao verificar os modos de pensar e de funcionar. E, igualmente, podem revelar alternativas que elucidam os problemas averiguados pelos cientistas e modos operacionais efetivos ou incongruentes quando pensamos de forma ampla e revisionista (Fagot-Largeault, Morange, Debru & Han, 2008).

As transformações do conhecimento científico não ocorrem apenas por meio de mudanças paradigmáticas, tampouco apenas por um acúmulo de conhecimento dentro de um mesmo paradigma. O acúmulo de saberes pode gerar transições em determinadas linhas de ciências e ambos podem ocorrer simultaneamente. Apesar das considerações serem independentes, se relacionam fortemente — e tal entrelaçamento foi muito forte no desenvolvimento do pensamento fisiológico.

Particularmente, definir Fisiologia é uma labiríntica investigação e seu conceito, um produto de seu tempo, compreendendo conhecimentos disciplinares diferenciados. Mas o que a leva ser considerada disciplina ou ciência? Uma reflexão profunda sobre o funcionamento do organismo requer uma análise de diferentes visões das teorias e dos modos de trabalharmos em uma determinada área, como a Fisiologia (Fagot et al., 2008; Canguilhem, 2010). A Fisiologia hoje é uma parte da ciência, mas ela sempre o foi. Optamos por utilizar da história e do raciocínio envolvidos nas origens e no desenvolvimento da disciplina da Fisiologia que levaram à Fisiologia Moderna.

Desse modo, neste trabalho nos propomos a delinear as origens da Fisiologia Moderna a partir de uma análise histórico-epistemológica. Com isso, conseguiremos distinguir a Fisiologia grega da Fisiologia experimental moderna e avaliar o aspecto epistemológico da biologia experimental a partir do estudo histórico da Fisiologia.

MATERIAL E MÉTODOS

A fim de realizar esse estudo, conceitual e histórico, detemo-nos em uma pesquisa qualitativa, básica, bibliográfica e exploratória. Os procedimentos utilizados no presente trabalho foram: 1. Pesquisa bibliográfica sobre o tema nas bases de dados: Periódicos Capes e Google Scholar; 2. Busca em bibliotecas físicas e virtuais por livros de autores expoentes nas áreas; 3. Reflexão crítica sobre o material obtido; 4. Elaboração de sínteses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ciência, originalmente, *Scientia*, termo latino do século XIII para conhecimento, seria um conjunto de “ideias e teorias sobre o mundo”, assim como “o estudo do desenvolvimento e da interação de opiniões sobre a natureza do questionamento sobre o conteúdo das teorias a serem elaboradas” (Lloyd, 1973; prefácio e págs. 1-2). Portanto, podemos considerar a Ciência como uma forma crítica de conhecimento que trata essencialmente do mundo natural.

No período grego, o conceito de ciência não existia. O conhecimento que hoje designamos por *ciência* englobou os conceitos de *philosophia*, ou amor à sabedoria; *episteme*, ou conhecimento; *theoria*, ou contemplação e especulação; e *peri physeos historia*, inquirições sobre a natureza (Lloyd, 1973; Prefácio). O termo *peri physeos historia* remete às inquirições da natureza e da história do Universo, à descrição das teorias de causação, da percepção e dos pensamentos, assim como às explicações dos fenômenos terrestres e processos biológicos, como em Empédocles. *Peri physeos* é a procura pela natureza (Lloyd, 1973; Montenegro, 2018).

Para a maioria dos *physiologoi*, ou fisiólogos, a *physis* remeteria às causas primeiras, reputadas a elementos puramente materiais. Platão também defende a Ciência da Natureza (ele também seria um *physiologer*), mas critica a concepção de natureza daquela tradição; seria um equívoco atribuir à *physis* (processo de desenvolvimento que engendra as coisas) uma atividade espontânea e sem reflexão (*aitias automates*) relacionada aos elementos puramente materiais. Para corrigir esse equívoco, Platão afirma a anterioridade da alma em relação à matéria (*Somaton*), devendo, portanto, constituir a causa dessa última. Se o termo *natureza* comumente empregado para designar o processo pelo qual as substâncias primárias foram geradas, uma vez desfeito o equívoco, é a alma (*psyche*) e não a matéria (*somatos*) que deverá receber a natureza apropriada. Platão parece identificar a cisão operada entre *physis* e *techné*, tal que aquela teria passado a implicar processos supostamente naturais, destituídos de uma ação do pensamento, enquanto esta resultaria de um programa elaborado por uma inteligência (*noas*). Ao corrigir esse equívoco, Platão faz com que tal cisão deixasse de existir, de maneira que a *techne* passaria a constar como atividade própria à verdadeira natureza - a alma -, tornando necessário diferenciar os seus modos de ação (divina e humana) (Lloyd, 1973; Montenegro, 2018). Para Platão, é necessário “conhecer a verdade acerca da natureza da alma divina, considerando seus estados e suas ações. E a alma seria a verdadeira natureza de tudo o que existe, o que nos leva a questionar qual seria a natureza da natureza (Montenegro, 2018).

Há uma polissemia do termo *physis*. Em Sócrates, o discurso aproxima-se do “lógico-dedutivo”; assim, o termo é associado à noção de *arché*, cuja tradução mais usual é *origem*. Porém, se o traduzirmos como *princípio*, ele pode abarcar, além da concepção de *origem*, as acepções de *pressuposto* e de *fonte*. Ao considerarmos a alma imortal, dada a sua capacidade de mover a si mesma, Sócrates conclui que é o próprio princípio (origem) do movimento. Isso porque, enquanto tal, não pode ser movida por outro princípio (fonte) que não por si mesma (Montenegro, 2018).

O termo *physiologia*, ou *fisiologia*, advém dos termos gregos *physis*, natureza das coisas, e *logos*, conhecimento ou razão. *Physis* advém de *physiké* ou *physiká*, que originaram a palavra Física. Originalmente, *physis* englobava os estudos de todo o mundo natural, incluindo os seres vivos. Deste modo, *physiologia* reunia todo o conhecimento sobre a realidade empírica e a sua natureza. Embora os gregos fossem fortemente racionalistas, a fisiologia parecia remeter à observação e experimentação, quando ocorria. A inquirição era feita pelo *physiologer*, termo que equivale aos termos posteriores Filósofo da Natureza, ou Filósofo Natural, que chegaram ao Séc. XVIII, e, posteriormente, cientista.

Assim sendo, *peri physeos historia* remete às estratégias de teorização das ciências modernas e se aproxima do conceito de fisiologia em relação ao corpo animado e *physiologia* referem-se à filosofia natural. O primeiro, mais à teoria, e outro também remetendo aos fatos e discursos sobre eles. Mas para muitos *physiologoi*, na sua prática, ambos seriam intercambiáveis, como em Aristóteles. *Physiologia* distancia-se do conceito atual, condicionado ao estudo das funções orgânicas. Para esse tema particular, o termo equivalente era *Œconomia Animal* que perdurou, aproximadamente, até o séc. XVIII. No Séc. XVII, Jean Fernel reintroduziu o termo fisiologia, mas com um novo cunho: seria o conhecimento proveniente do raciocínio sobre as dissecções. As dissecções, ou observações anatômicas sistemáticas, seriam meras técnicas; a fisiologia, remetendo a um conhecimento superior, seria ciência. Em seguida, foi substituído por *Fisiologia Moderna*, ou *Fisiologia Experimental*, com um cunho diferenciado, discutindo como é o corpo, como ele trabalha, e os porquês de fazê-lo a partir de experimentos. Por um lado, *physiologia* significa o estudo sobre a natureza das coisas. Por outro, ao sinonimizar *Œconomia Animal*, se aproxima da Medicina no sentido de uma pesquisa acerca do funcionamento do corpo animal e sua natureza. Nesse sentido, lida com os corpos orgânicos enquanto objetos específicos de investigação.

A Anatomia sempre serviu de alicerce para a Fisiologia. O conhecimento sobre ambas é reforçado pela metodologia observacional, empírica e indutiva, como reforçado por Aristóteles (ver, por exemplo, o tratado História dos Animais, de Aristóteles, ou French, 1973). O termo *Anatomia*, também de origem grega, significa literalmente dissecar, separar em partes. Posteriormente, em Glisson (1597-1677), a dissecção assume tanto um cunho físico, a arte manual de cortar, quanto mental e analítico, um “corte mental”. Assim, a conceituação ampla de Fisiologia apresenta-se mutante, afetada pelo pensar de cada época e pelas inovações da Filosofia Natural. Quando os pressupostos da Filosofia Natural mudavam, os da Fisiologia o acompanhavam (Cunningham, 2002).

Assim, as mudanças paradigmáticas do período clássico não atingiam apenas os filósofos. Os médicos igualmente buscavam fundamentos mais concretos, observacionais, racionais e naturais, sem intervenção divina. Segundo Harris (1973), tal comportamento analítico é influenciado pelo agenciamento pessoal do *physiologer*, pelas qualidades sensoriais dos objetos e pelas qualidades das técnicas; é dada importância à forma e às qualidades percebidas pelo toque. Isso é, procuravam elementos perceptíveis na matéria que poderiam ser utilizados para avaliar os objetos, como sua textura e composição.

Alguns *physiologoi* da época como - Leucipo (*circum* V a.C.), Demócrito (*circum*. 460 - 370 a.C.) e os epicuristas (*circum* 307 a. C) - sugeriram modelos atomistas para embasar o cosmo material. No momento, como o átomo não podia ser visualizado, o atomismo ainda não possuía evidências que lhe garantisse suporte, levando a afirmações metafísicas. Para o aceite dos átomos como partículas elementares de todo o universo físico, apenas o caráter sensível não basta. É necessário transcendê-lo, raciocinar sobre ele, montar uma teoria. Para que o átomo fosse considerado esse substrato/base concreta do mundo, foi exigido um novo arcabouço teórico e prático, apenas disponível séculos depois: somente com o advento da Revolução Científica e início da Química moderna, a existência dos átomos foi demonstrada, concedendo bases realistas para o atomismo.

Empédocles (*circum* 461 – 430 a.C.) e os Eleáticos (*circum* V a.C) consideravam como base do universo material os quatro elementos: terra, fogo, ar e água. Entidades de amplo conhecimento na vida prática, de uso comum e perceptíveis aos sentidos sem a necessidade de racionalizações muito elaboradas. Passíveis, portanto, de serem consideradas unidades básicas ou elementares, tornam o substrato de composição do mundo.

Essa doutrina dos quatro elementos se tornou a base física da teoria nos círculos médicos da Sicília, com certas variações (Harris, 1973, pp. 2-11). Manteve-se entre os séculos V e VI e estendeu-se a Idade Média e a Renascença. Os quatro elementos alicerçaram as quatro qualidades primárias médicas. Tais qualidades primárias, quente, frio, seco e úmido relacionam-se aos humores, bile negra, bile amarela, sangue e fleuma, como veremos mais adiante. Elas supostamente governam o funcionamento do corpo humano.

A anatomização do corpo animal era típica na tradição grega. O conhecimento dos órgãos internos provinha principalmente da cozinha e do pátio do açougueiro; o saber prático também provinha do *cortador de ossos*. A dissecação animal permitiu um grande acúmulo de informações que levou a grandes descobertas.

Apesar da dissecação humana ser historicamente rara e frequentemente permeada por tabus, no séc. IV a.C. a parte externa do corpo humano era minuciosamente estudada. O treinamento dos atletas levou a *insights* em relação ao trabalho do corpo, das articulações, do esqueleto e dos vasos sanguíneos traçáveis a olho nu, externamente, principalmente das veias.

Até o final do Séc. IV a.C., a soma de experiências provenientes do açougueiro e dos treinos permitiu uma estruturação elementar da parte interna nos seres humanos — mas essa *epistème* ainda era muito especulativa (Harris, 1973).

A anatomização humana pode ter começado no Séc. III a.C. (Cunningham, 2002). A primeira revolução anatômica ocorreu em Alexandria com a introdução da dissecação sistemática do corpo humano devido às influências helenísticas, à prática do embalsamamento, e à distinção entre corpo e alma – influência de Platão.

O desenvolvimento da dissecação anatômica deveu-se às escolas médicas alexandrinas. Uma escola médica onde a anatomia fosse considerada uma disciplina básica e estabelecida provém um apoio mútuo dos indivíduos do grupo para realizar tais práticas. Para esse grupo, a dissecação era uma ferramenta tanto de ensino quanto de pesquisa. Sua aprendizagem era essencialmente oral, com transmissão de mestre para aprendiz. Esse sistema foi modificado quando os adultos tiveram que aprender anatomia em um curto espaço de tempo⁴ (Harris, 1973).

As escolas médicas acreditavam ser possível entender os processos internos ao corpo. A intervenção era necessária para entender esses processos e eventuais experimentos eram realizados.

Alcmeon de Croton (*circum* Séc. V a.C.), primeiro escritor grego em Medicina, foi o pioneiro na realização de experimentos anatômicos. Foi o primeiro a dissecar um olho, possivelmente humano. Devido à incerteza da fonte de suas disseções, suas contribuições podem ser consideradas racionais ou dedutivas. Suas inferências certeiras derivam de haver tratado de pessoas seriamente feridas e da dissecação de animais. Concebeu o cérebro como a sede da consciência e as doenças como desequilíbrio entre as qualidades dos opostos. Descobriu que o olho se conecta ao cérebro e que os sentidos estão ligados, de alguma forma, a este órgão. Em suas disseções em animais mortos, ele observou não haver sangue em diversos vasos, o que o levou a conceber a mesma condição para animais vivos. A partir destas observações, ele distingue dois tipos diferentes de vasos: as *veias*, que conteriam sangue, e as *artérias*, que conteriam apenas *pneuma* (Harris, 1973, pp. 2-11).

Diógenes de Apolônio (499 - 428 a.C.) relacionava o corpo, como microcosmo, ao universo, o macrocosmo. O universo seria formado por ar, que penetraria no corpo através do sistema vascular, formando tanto o próprio corpo quanto a alma; portanto, para ele a alma também é material. Ele tinha conhecimento de que as veias menores correm lateralmente aos ramos maiores, seguindo sob a pele ou mais profundamente; começam largas e se afinam até cruzarem para o lado oposto. Há ramos que seguem por todo corpo; sendo assim, devem possuir função, como a de levar sangue “para as carnes” enquanto outra parte sobe. Também haveria uma quantidade variável de ar, o *pneuma*, nesse sangue: quanto mais ar, mais leve o sangue. Todas as partes que contivessem ar, como as artérias, fariam parte do órgão de comando. O cérebro é o local de inteligência e de sensação, pois o ar passa por seus ventrículos; assim, o cérebro é o órgão principal de comando do corpo. Portanto, os ventrículos do cérebro fazem parte de um sistema, ou conjunto, sanguíneo-respiratório.

Desse modo, o ar seguiria pelos “neurônios” até a pele. Então o sistema nervoso, descoberto pelos alexandrinos, vincular-se-ia ao circulatório, como o ar dos vasos sanguíneos. Em sua continuidade, o ar sairia pelos poros da pele (Harris, 1973). Portanto, o sangue seguiria em um sentido único: apenas para as carnes; o ar pode sair do corpo, mas os alimentos permanecem. Não havia a ideia de um retorno

⁴ Com isso, a formação médica seria mais rápida e mais independente da aprendizagem interna de alguma associação de médicos, que passaria o seu conhecimento aos seus descendentes.

do sangue para as demais partes do corpo. Aqui, percebemos uma parte observacional e analítica, com dissecação e racionalização sobre o observado: o coração é um quiasma.

Isso aponta para outra questão: para avaliarmos o que realmente ocorre, temos que seguir as questões inéditas e hipóteses, levantando teorias novas. E, nem sempre conseguimos uma síntese ou uma resposta satisfatória — ainda que parcial ou temporária.

Atualmente podemos considerar os sistemas respiratório e circulatório como um único conjunto formado por dois subconjuntos, os sistemas cardiovascular, ou sanguíneo, e respiratório. Ou seja, embora tenham seus próprios órgãos específicos e sua função particular, na prática médica formam um único grande sistema (Harris, 1973, pp. 29-30).

Hipócrates (*circum* 460 - 370 a.C.) sistematizou e preservou as ideias de seus antecessores. A maioria de seus trabalhos está no tratado **Corpo Hipocrático** — provavelmente escrito por diversos autores, médicos experientes e com teorias diferenciadas sobre a constituição do corpo humano e o tratamento das doenças. Teorizações baseadas em observações assistemáticas e deduções, fundamentando uma medicina mais racional que científica (Harris, 1973, pp. 29-30).

O único tratado que realmente menciona o coração e o descreve anatomicamente bem — evidentemente se baseando em dissecações do corpo humano e de outros animais — é o *De Corde*. Esse texto hipocrático trabalhava em combinações de teorias cardiocêntricas e na inauguração de estudos anatômicos. Explica duas valvas cardíacas: as que fecham a aorta e a veia pulmonar. O coração era descrito como um músculo muito forte devido à grossura de sua textura (apesar de normalmente não serem considerados músculos, como podemos observar em Galeno). No *De Corde*, a menção ao ventrículo é um dado experimental: quando cortamos a garganta de um animal, deixando-o morrer e, então, abrimos o seu ventrículo esquerdo, este está praticamente vazio; porém o ventrículo direito e a artéria correspondente estão cheios de ar, como assento da alma (como *pneuma*), da inteligência e do calor inato. O sangue do ventrículo esquerdo deve derivar do sangue a partir de uma destilação produtora de uma “superessência”. Tanto esse experimento quanto a observação da artéria vazia nos mortos levaram à ideia de um contraste entre *veias* e *veias com sangue* (Harris, 1973, p. 93). Poderíamos forçar a distinção anterior entre *veia*, com sangue fluindo, e *artéria*, com ar fluindo. Embora nem todos os gregos a aceitassem, muitos acatavam tal diferenciação, mas considerava-se ambos os sistemas integrados.

Ao realizarem experimentos com animais cujo pescoço havia sido cortado após ingerirem água colorida, demonstraram que fluido pericárdico pode absorver líquidos. A água que segue para os pulmões mantém a traqueia lubrificada e parte segue para o pericárdio. No mesmo tratado o autor demonstrou que a pressão exercida por um fole pode levar ao ventrículo estourar. E é a aurícula que recebe e impulsiona o ar que entra no coração. Apesar da engenhosidade em avaliar o movimento do sangue, mostrou falhas, apenas passíveis de caracterização muito tempo depois, com a concepção de novas técnicas e mentalidade. Assim, se por um lado, temos fatos concretos, por outro há erros ao considerar hipóteses para uma teorização apressada sem uma visão global coerente com o mundo material.

Notamos que os antigos gregos sabiam que as veias e suas ramificações percorriam todo o corpo, formando um circuito. Isso também é descrito no tratado hipocrático *De Natura Ossum*, referindo-se provavelmente não apenas à existência destes vasos, mas de uma intercomunicação potencialmente funcionando como um todo harmônico, na forma aproximada de um círculo (Harris, 1973). Essa hipótese foi considerada por William Harvey no séc. XVII e levou à descoberta do movimento do sangue nos animais — daí a denominação de circulação sanguínea.

Basicamente, havia duas hipóteses sobre o órgão responsável pela impulsão do sangue: o coração e o ventrículo cerebral (Harris, 1973), chegando próximo de uma solução sobre o movimento do sangue no corpo animal. Mas falharam na intuição da circulação, segundo Harris (1973), por falta de evidências concretas, não conseguindo demonstrar qual deles provocaria o movimento. Para os gregos, os ventrículos são espaços que podem ser ocupados pelo sangue e o impulsionariam.

A formalização do ensino anatômico pode ter-se iniciado na época de Aristóteles (384-322 a.C.). Para Aristóteles, o termo *Historia* significava a informação obtida através da investigação sendo um requisito para o estudo da Zoologia (Aristóteles, 1965, p. viii). Razão, *nous*, é a faculdade humana mais alta, cuja atividade suprema é a contemplação, ou *theoria*. Essa contemplação inclui a teoria primeira, a matemática e a filosofia, e a filosofia segunda, a *phisiké* — o estudo dos objetos que tenham alguma capacidade por si sós para mudanças ou movimentos. Esse último compreende as atuais áreas de Física, Química e Biologia.

Para ele, a investigação e a análise são de extrema importância para a compreensão da natureza. Este *physiologer* descreve e salienta a “vida da razão”, que deve ser iluminada pelos objetivos e pelos métodos. A observação das partes externas é insuficiente e deve ser suplementada também pela dissecação/intervenção.

Aristóteles se refere frequentemente aos métodos dialéticos e ao que ele denomina de *erga*, *hyparchonta* e *phenomena* (fatos, dados e fenômenos). O termo *phenomena* incluiu os fenômenos e o que é aceito ou pensado sobre um assunto, ou suas aparências — i.é, como parecem ser. Por outro lado, nesses conceitos, parece incluir o que denominamos evidências empíricas; se incluem os dados obtidos em primeira mão por Aristóteles em suas pesquisas experimentais.

O objetivo e a justificativa das ciências naturais devem ser o de revelar as causas responsáveis pelos fenômenos (Aristóteles, *Parts of Animals* 645 a 647). Este naturalista acreditava que quatro causas deveriam ser consideradas para registrarmos um objeto ou evento qualquer: a sua constituição material, a causa material; a sua forma, ou formato, a causa formal; a sua causa movente, ou eficiente; e finalidade, ou objetivo final, ou teleologia. Na concepção aristotélica, ao distinguirmos os seres vivos dos artificiais, por exemplo, devemos considerar as causas finais, pois as coisas têm a deliberação do executor e a natureza não delibera, pois, não tem consciência e, portanto, não tem finalidade. Há apenas a imanência dos objetos vivos e um comportamento da natureza, não aleatório e, sim, ordenado e regular (Lloyd, 1973). As causas aristotélicas foram e podem ser utilizadas em ciências, como no caso da Biologia

Funcional. Isto é evidenciado na descoberta da circulação sanguínea por William Harvey, como veremos adiante. Mesmo atualmente, a teleologia ainda é discutida nas biociências, embora nem todos os biocientistas a aceitem. Nos seres vivos, ela tem um significado funcional. Por isso, podemos afirmar que no contexto fisiológico, a causa final aristotélica é ainda relevante (ver, por exemplo, Allen & Lauder, 1998). Aristóteles foi “redescoberto” na Idade Média e influenciou o pensamento inicial da Revolução Científica (Andery et al., 2004; Braga, Guerra & Reis, 2003).

Além disso, Aristóteles realizou experimentos específicos para examinar a circulação e o desenvolvimento embrionário em aves (Harris, 1973). Dissecou as aves após sua morte por estrangulamento seguida de um longo período de jejum — deixando a aurícula e o ventrículo direito cheios de sangue e o lado esquerdo vazio. No entanto, o experimento que demonstrou o motivo dessa diferença de conteúdo só ocorreu no Séc. XX (A. Platt *in* Singer, 1921). Esse autor concebeu o sistema de vasos sanguíneos como uma árvore de tronco duplo e uma raiz comum, o coração. Como são substâncias naturais, sangue e vasos sanguíneos são princípios primeiros.

Embora hoje saibamos que os vasos estão cheios de sangue no animal vivo, o sangue das artérias havia sido “empurrado” pela ação do coração ao ser morto. Em animais vivos seria impossível averiguar a sua natureza, pois os vasos são internos: ao inspecionarmos animais dissecados, falhamos em observar as fontes principais dos vasos sanguíneos.

Para Erasístrato (304 - 250 a.C.), o processo de escape de *pneuma* não é perceptível pelos sentidos, e sempre que as artérias são espetadas por algum instrumento ou arma o sangue jorra. Se uma artéria fosse cortada, o *pneuma* sairia e sugaria outros elementos do corpo. O *pneuma*, para escapar instantaneamente, sairia da artéria perfurada, assim como de todo o sistema arterial; afinal, ele é uma substância contínua. Se presumirmos a criação de um vácuo e a raridade do *pneuma* que dilata as cavidades dos músculos e as paredes arteriais, essa evacuação levaria um tempo considerável e todo o sangue e todo o *pneuma* seriam evacuados através de qualquer buraco ou ferimento, o que levaria à morte (Galeno. *An In Arteries Naturalibus Sanguis Contineatur* 2 K.iv 708 – 709 ? *in* Harris, 1973). Portanto, a corrente de *pneuma*, a partir de cada batimento cardíaco, seria suficiente para espalhá-lo por todo o corpo através do sistema arterial (Galeno. *De Locis Affectis* V.3, K.viii 315 – 316, em Harris, 1973). Na hipótese alternativa, o *pneuma* é empurrado pelo coração. Ainda assim, a teoria da movimentação de *pneuma* não fica mais crível (Galeno. *De Usu Respiratione* 2 K.iv 473, em Harris, 1973).

O filósofo e médico grego Galeno (129 - 201 d.C) elabora sua produção a partir da revisão de trabalhos já realizados por outros e por sua própria prática, clínica, experimental e observacional. Ele aceita o coração como ponto inicial de todo o sistema vascular e a inferência do sistema capilar como formador de conexões entre as artérias e as veias (Harris, 1973). A ideia de capilar parece derivar do conceito de *neuron*, ou *neurônio*, termo grego antigo que engloba o que hoje denominamos tendão, neurônios e capilares.

Segundo o tratado *De Venæ et Arterie Dissectum*, Galeno identificou duas artérias. A partir de uma delas sai uma veia que se ramifica no pulmão com o revestimento semelhante ao da artéria (Harris, 1973, p. 126). Deste modo, Galeno identifica uma base material para a ocorrência de um movimento circular e fechado da circulação, mas não sua função.

A teoria galênica apoiou-se nos humores como causas materiais; quente/frio e seco/molhado seriam causas formais para manter o equilíbrio funcional do corpo, e o espírito vital seria a causa eficiente para a transformação do sangue escuro em sangue vermelho brilhante e nutritivo. Temos então prototeorias baseadas nos elementos do mundo natural. Seria uma visão centrada na composição e nas interações destes compostos, com uma mecânica simples.

Segundo Derenne e outros (1995), ele teria antecipado a relação entre a respiração e a combustão como processos químicos similares. Adotou o esquema teórico dos coanos, de onde surge um programa empirista visando estabelecer uma teoria de causas subjacentes aos casos individuais, em que os humores descreveriam um sentido diferente da natureza da doença. Temos aqui a influência de uma teoria gerando um programa de experimentos que se revelaram tautológicos ao girarem ao redor de princípios errôneos, os quais apenas mudaram após posteriores mudanças paradigmáticas. Galeno chegou a avaliar alguns casos qualitativos, geralmente clínicos.

O médico alexandrino realizou um experimento para comprovar a coexistência de *pneuma* com sangue nas artérias. Fez duas ligaduras em uma artéria e cortou entre ambas, demonstrando assim a existência de sangue nesses vasos (Galeno. *De Sanguinis in Arteriis* 6, K.iv, 724 in Harris, 1973). Portanto, a dicotomia entre *vasos-com-sangue* e *vasos-sem-sangue*, muito embora tratada como verdadeira por muito tempo, não poderia ter apenas esta conceituação simples.

O coração seria alimentado por marés de sangue lançadas contra ele, o qual seria também o local da mente. O sangue, ou ao menos parte dele, seria a alma do homem e, portanto, da inteligência (Harris, 1973, P. 13). Esse detalhe remete à possibilidade de os gregos quase conseguirem formar uma teoria de circulação para o sangue. Este médico acredita que o batimento cardíaco seja suficiente para espalhar o *pneuma* por todo o corpo através do sistema arterial, ideia presente em Erasístrato. De acordo com Galeno, o coração distribui, contínua e fortemente, o *pneuma* para o sistema arterial, o qual termina em arteríolas e em capilares anastomosados às vênulas com sangue. Assim, o sistema arterial conteria *pneuma*, e o sistema venoso conteria sangue e se iniciaria no coração, não no fígado. O fígado seria a estrutura responsável pela *sanguinificação* do sangue (Galeno. *De Naturalibus Facultatibus* ii.i.77, in Harris, 1973).

Os trabalhos sobre o sistema vascular, desde Galeno até a Renascença, demonstraram preocupação em conhecer sua natureza, anatômica ou funcional - fisiologia no sentido grego (Cunningham, 2002; 2003). No entanto, as considerações *ad hoc* para manter a antiga teorização, apesar dos novos conhecimentos, interferem negativamente no desenvolvimento de uma nova teoria. Para Erasístrato e Galeno, temos o *pneuma* sendo constantemente absorvido da atmosfera e sendo drenado através da garganta e dos brônquios até o coração. Posteriormente, o *pneuma* que fluiu pelo corpo é

absorvido ou é lançado para a atmosfera. Há um contínuo anatômico-funcional entre os sistemas respiratório e circulatório, com fluxo unidirecional, sem retorno. O *pneuma* entra no corpo via traquéia, flui pelas artérias e sai pelos poros, mais externos.

Aird (2011), médico-cirurgião e anestesiologista, salienta que, sem uma teoria ou conhecimento anterior sobre a circulação, ao abrirmos a caixa torácica de um animal, é necessário nos esforçarmos para entender o sentido do movimento do sangue e do coração. Do mesmo modo, não é óbvio compreender como o fluxo de sangue se relaciona com a contração do coração. Nesse ponto, Galeno foi perspicaz.

Galeno apresenta um espírito crítico, sistemático e analítico. Com ele, surgem as seguintes questões:

1. Se e por que o *pneuma* está ligado ao sangue.
2. Por que há um pulso e como ele opera.
3. Por que as artérias não são meramente tubos pneumáticos e quais as funções que elas desempenham?

Galeno é moderno neste contexto: vai direto à questão e a experimenta. O sangue é um dos humores. Sua constituição poderia ser afetada pelos contrários, quente/frio e seco/molhado. Ele é essencialmente alimentante para o corpo, transportado para as diferentes partes do corpo por absorção nos tecidos. O sangue se move, mas não circula, e é totalmente *pneumatizado* e transportado pelo corpo. Essa é a resposta de Galeno à primeira questão.

Posteriormente, aparecem teorias sobre o pulso. Como ser originada da contração e da expansão naturais do coração, das artérias e do cérebro. Ou como um movimento do coração para dentro e para fora, para resfriar o calor inato (Galeno? *Definitiones Medicae* def. c.x, K.xix 375 – 376; Harris, 1973). Novamente, quase se fecha uma teoria da circulação, que escapa pelo excesso de teorias, hipóteses, observações e experimentos muito fragmentados, sem uma sistematização racional ou indutiva.

O médico grego percebe quando há uma expansão rítmica das artérias ao tocar o pulso do paciente. Esta expansão poderia ser uma característica tanto das artérias quanto do *pneuma* (Harris, 1973). É necessário saber quais as teorias pressupostas para julgarmos tais questões.

Quanto ao fato de o *pneuma* provir do coração e provocar o pulso leva à rejeição desta hipótese. Se a função fosse a mesma da respiração, haveria uma conexão entre a respiração e o pulso; ambos aumentam quando se faz exercícios. Os dois estão ligados ao coração. Galeno descarta que os pulmões sejam responsáveis pelo pulso. O lado esquerdo do coração seria uma bomba de *pneuma* para as artérias, gerando o pulso e o fluir do *pneuma* para as artérias. Por sua conectividade entre si e com o coração, a estrutura dos vasos controla a sua atividade e forma o pulso. Esta é a causa material. A causa final, ou teleológica, é a necessidade de nutrientes e de *pneuma* no corpo. É a resposta de Galeno para a segunda questão.

Quanto à terceira questão, Galeno faz experimentações para verificar a teoria de que as artérias estejam preenchidas por *pneuma*. Se a artéria sofresse um trauma, sairia sangue. Caso Erasístrato estivesse

correto, sairiam gases (*pneuma*). Galeno lidou então com uma hipótese central e uma hipótese alternativa para o caso da principal não ocorrer. Assim, é evidenciada uma dicotomia entre ser e não ser. Os experimentos para avaliar a hipótese da existência do *pneuma* arterial foram:

1. Uma incisão pequena com um pequeno trauma, onde fluísse *pneuma*. Seria improvável que o sangue fluísse imediatamente para fora, a não ser que a artéria carregasse sangue, ao invés de *pneuma*.
2. Um corte moderado ou grande, onde o sangue pudesse fluir livremente.

Supostamente, Galeno observou um vapor logo após este corte, que coexistiria com o sangue (Boylan, 2006). Notemos o termo *supostamente*. Desde a época de William Harvey (1578 - 1657) este vapor é desconsiderado, e não teria sido observado na realidade; talvez tenha sido uma ilusão de óptica — ou um “artefato de percepção”. Galeno, ao imaginar a possibilidade de haver *pneuma*, supôs ter visto algo que, na prática, ninguém mais percebeu, ou foi um engano ou inserção posterior a ele? No entanto, uma experimentação deveria demonstrar sua existência, ou não. Mas nesse caso, o problema é a percepção, não o experimento. Harvey, posteriormente, concluiu experimentalmente a impossibilidade de haver vasos exclusivamente com *pneuma*; se houvesse, deveria estar dissolvido no sangue.

Galeno utilizou sobremaneira os argumentos teleológicos para explicar a estrutura e a função do corpo humano. Em Galeno, o causalismo é material; seus experimentos e raciocínios demonstram haver relações de causa e efeito. Talvez a sua falácia ocorresse devido à ênfase dada às causas finais, e preocupando-se mais com elas do que com os dados obtidos e sua aderência ao mundo. Mas ao utilizar a lógica formal aristotélica, verificou erros na teoria do *pneuma* arterial:

1. Se as artérias contivessem sangue, elas não estariam preenchidas por *pneuma* proveniente do coração.
2. Mas as artérias contêm sangue.
3. Assim sendo, as artérias não estão preenchidas com o *pneuma* proveniente do coração.

Portanto, *apenas sangue circula*. Se apenas sangue circula, então ele leva algo vital, como nutrientes: a fisiologia galênica depende da nutrição. Por isso, a teleologia descrita acima: o sangue é vital para a vida; a vida circula com o sangue. Este vitalismo se repete na história da fisiologia circulatória.

A dissecação comparada, a partir de outros animais inferindo para humanos, de um lado pode auxiliar, de outro, ser inconclusiva: alguns aspectos anatômicos podem ser semelhantes ou equivalentes, outros não. É necessário identificar estes aspectos de forma coerente. Apesar do uso de corpos animais ter auxiliado a intuir novos caminhos, as especulações demasiadas e o fraco empirismo não permitiram este caminho. Desse modo, a situação da *Oeconomia Animal* agravou-se com a proibição da dissecação sistemática de corpos humanos como parte do treinamento médico, além da expulsão dos médicos de Alexandria por Ptolomeu Fískon, que reinou entre 146 e 117 a.C. Essa prática só não desapareceu das grandes escolas médicas do Império Romano; esqueletos humanos e cadáveres animais serviriam para dissecação e comparação.

Além dos problemas conceituais, como ventrículos acoplados aos vasos, quanto à natureza do coração, e responsabilidade alocada — ou não — ao cérebro ou ao coração, também houve problemas técnicos para a descoberta da circulação. A hipótese errônea da circulação do *pneuma*, o fraco empirismo entre os gregos, o alto grau de especulação, a falta de relacionar os mecanismos existentes e conhecidos com o funcionamento do corpo, ausência de instrumentos específicos para tais intervenções, e o uso de cadáveres (ao invés de vivisseções) foram grandes responsáveis pelos debates e desinformações em Fisiologia e *Œconomia Animal*. Brechas nesta teoria estavam aparecendo e havia a necessidade de uma revisão. Tais questões são retomadas posteriormente por William Harvey (1628); surge, então, a teoria da circulação do sangue com a ciência moderna.

Na Baixa Idade Média surge a Escolástica, oriunda do revisionismo do antigo conhecimento e, posteriormente, a Revolução Científica, com novas técnicas e um novo modo de pensar baseados na ação para entender o mundo. Surgiam novos mecanismos, que permitiram novas analogias. O antigo estudo da Fisiologia é retomado. Galeno foi redescoberto, que já avaliava o corpo humano como um autômato, baseado nas causas aristotélicas e nas analogias com os mecanismos já existentes. Surge o estudo sistemático do organismo como uma máquina, cuja natureza deve ser reavaliada. Posteriormente, o mecanicismo físico foi contrabalançado por um “mecanicismo químico” — ou pela Química.

Portanto, há certo continuísmo com o conhecimento antigo, mesmo havendo mudanças paradigmáticas. Tais mudanças foram geradas principalmente pelo cristianismo e seus desdobramentos, como a nova ética e o capitalismo, assim como a necessidade das diferentes populações se imporem; a guerra grassava. Mudanças paradigmáticas parecem decorrer de uma sucessão de eventos e descobertas, com alterações inicialmente pontuais que culminam na modificação de toda uma visão de mundo e estrutura do conhecimento. Há mudanças menores dentro de um período de tempo relativamente longo antes das rupturas, portanto a instalação de um paradigma é mais lenta do que percebemos. Ainda, o modo de produzir conhecimento e seu curso são culturalmente influenciados. Mudanças parciais — inseridas culturalmente — levam a adaptações evolutivas no pensamento e ação em um contínuo de tempo. Nesse sentido, a técnica e sua aplicação são também expressões de uma cultura, e influenciam a mudança de paradigmas.

As mudanças parciais ocorrem com cada vez mais frequência — eventualmente, elas transcorrem em um curto espaço de tempo em uma determinada ciência. Podem aparecer simultaneamente em várias linhas específicas dessa disciplina até que uma se torne preponderante. Ou, por contemplarem áreas de diferentes necessidades teóricas, têm potencial para coexistir.

Desse modo, “saltos descontínuos”, ou saltos de descontinuidade em uma linha histórico-disciplinar, são mais aparentes do que realmente efetivos — ou melhor, são visíveis apenas após um acúmulo de transformações parciais. As descontinuidades, mudanças paradigmáticas, ou pontos de ruptura são evidentes ao considerarmos uma construção do conhecimento linear. Mas essas descontinuidades são, na verdade, decorrentes de modificações em rede. As variações podem levar a

novos programas de pesquisa. Recaindo na visão lakatiana de ciências, esses programas envolvem novidades nos modos de pensar e de agir, e se sustentam não apenas no seu período histórico, mas também em todo o seu desenvolvimento. Uma busca por causas naturais em determinado momento histórico pode, nesse contexto, refletir a procura por generalizações essenciais.

Ciência e conhecimento são atividades essencialmente racionais com certo grau de conjectura. Para entendermos o mundo, há a necessidade de observá-lo, avaliá-lo de forma (ao menos pretensamente) independente do que acreditamos até conseguirmos alguma conclusão, ou teoria. O que falta para serem concretos e não meras abstrações?

Partimos, em primeiro lugar, para as observações e ideias inicialmente simples. Depois, seguimos para experimentos e ideias mais elaboradas. Nas análises, as demonstrações desempenham um papel cada vez mais importante, podendo tornar-se experimentações, separando, assim, Filosofia de Ciência. A observação do concreto complementa o uso da razão, uma âncora para o mundo real. A razão pura leva à especulação; os experimentos restringem-na, qualitativa e quantitativamente, e orientam o pensamento.

A princípio, a procura era por particulares, em um mundo fechado e finito, como considerou Koyré (2007). Essencialmente, os gregos observavam e especulavam. Levantaram questões fundamentais sobre natureza e razão de ser do mundo e de seus componentes, principalmente sobre a realidade imediata. Iniciaram a procura pelo real e pelo concreto. Refletiam sobre sua própria existência e, por extensão, sobre sua posição no mundo. Procuraram, como ainda procuramos, pela natureza intrínseca de todos os seres, animados e inanimados. Isolavam linhas de análise, como um tratamento parcial para o problema. Decompunham, ao menos parcialmente, o mundo, procurando torná-lo cognoscível e ordenado sem considerar entidades externas a ele — ao procurarmos pelo real e pela verdade, a transcendência do que é percebido e entendido sobre o mundo foi naturalizada. As questões foram trabalhadas fortemente através da racionalização.

Nesse sentido, os gregos desenvolveram definições variáveis de indutivismo e dedutivismo que, posteriormente, levaram à realização de experimentos. Eles lidaram com aspectos específicos do indutivismo visando a avaliar este universo finito e fechado. Aristóteles, mesmo considerando este tipo de universo, procurou por respostas, também, no dedutivismo, o que potencializou uma nova visão de universo, infinito e aberto, influenciando também no desenvolvimento das ciências fisiológicas.

Seus métodos, raciocínios e práticas levaram a uma Revolução Protocientífica grega. O uso demasiado de especulações a partir de experimentos isolados, perdendo-se em elucubrações em suas buscas pelo real, distinguem a Filosofia Natural oriunda dos gregos das práticas da Ciência Moderna, ainda que a última tenha assumido características provenientes dos gregos. Assim, há certo continuísmo com os gregos, mas com mudanças paradigmáticas. A natureza é naturalmente organizada, ordenada e regular; seus objetos são reais, imanentes, assim como seus fenômenos.

Externalidades como a escravidão e o seu declínio com a queda do Império Romano, com os feudos tendo que se manter, fome e guerras grassando, também não levaram a um maior desenvolvimento científico.

Uma preocupação entre os gregos é o corpo enquanto objeto natural. Mas qual a sua natureza? Por que e como funciona? Tais questões levam à Fisiologia e à Ciência modernas. O estudo das origens da Fisiologia Moderna a partir dos gregos demonstra as origens gregas das ciências e de seus métodos, assim como aspectos historiográficos e filosóficos da ciência que repercutem ainda hoje. Levantamos seus princípios e pressupostos iniciais, seu desenvolvimento, suas raízes e o desenvolvimento do raciocínio e do método científicos que levaram ao rigor analítico atual, mais elaborado, mas com algumas questões antigas ainda presentes.

Desde os gregos, a Anatomia e a Fisiologia se entrelaçam e interdependem, sendo a primeira a base concreta para a segunda. Jean Fernel compreende a Anatomia como análise manual e a Fisiologia como análise mental (Cunningham, 2002, 2003). Harvey propõe que as funções orgânicas façam parte da Anatomia Funcional. Glisson utilizava o termo Anatomia para a prática analítica, seja prática ou racional. Desse modo, dissecar — ou praticar a Anatomia — não é apenas uma arte, ou atividade manual, mas, também, um exercício analítico que funciona associada à “mera” observação. Por um lado, havia um excesso de especulação, por outro havia um mecanicismo simplista, com pouca base experimental, e incipiente para entender os princípios da circulação, e por extensão de todos os processos funcionais.

Quando consideramos certas hipóteses de trabalho ou teorias para avaliarmos o mundo, podemos chegar a alguma conclusão válida ou enveredarmos por um caminho sem saída. Experimentos e observações, de alguma forma, podem validar essas hipóteses ou teorias por algum tempo até haver mudanças paradigmáticas sobre o que estamos vendo. Nesse cenário, a ausência de sangue nas artérias dos animais dissecados levou a conclusões “concretas” dentro do que foi avaliado.

O uso de corpos animais poderia ter auxiliado a intuir novos caminhos, mas as especulações demasiadas e o fraco empirismo não seguiram por esse viés de entendimento. É possível que haja vários motivos ou parâmetros enquanto aspectos centrais para os gregos não perceberem como a circulação realmente ocorre. Alguns médicos cirurgiões relatam ainda hoje a dificuldade de percebermos, de fato, a circulação; só a consideramos devido à teoria já estabelecida e comprovada experimentalmente, não pela observação direta. Ou seja, precisamos de hipóteses ou teorias para iniciar uma avaliação da realidade — ou pelo menos sua veracidade.

Já em Galeno praticamente toda a base estrutural, ou material, para reavaliar o movimento do sangue estava pronta. Inclusive, na época já perceberam o coração e um circuito — ou, um possível caminho por onde o sangue (todo ou parte dele) poderia se movimentar, com um quiasma central, com ramos paralelos. E, potencialmente em círculo, movimento considerado perfeito entre os gregos; mas não há a ideia exata de um circuito fechado, como o sistema de vasos poderia levar a imaginar.

Os gregos quase chegaram lá: o sangue ia até as “carnes”, mas não haveria retorno. Mas há trocas de ar com o sangue, assim como há trocas de ar entre o corpo e o ambiente — embora, como sistemas paralelos e integrados. Para os gregos, é um único sistema para realizar todas as funções. Ao elaborarem experimentos e experimentações, foram além na avaliação do mundo, mas faltou um amadurecimento.

Uma nova visão, ou “re-visão”, era necessária, uma nova análise com novos pressupostos e nova hipóteses, uma revisão a partir das causas aristotélicas (material, formal, eficiente e final) para o movimento do sangue e, conseqüentemente, para suas funções. Se as estruturas e o funcionamento do sistema circulatório já eram relativamente conhecidos, faltava apenas uma mudança paradigmática, algo que gerasse uma nova teoria. O desenvolvimento analítico e prático trouxe novas metáforas e analogias, que em conjunto, permitem a criação de modelos cada vez mais elaborados para entendermos o funcionamento do mundo, no geral, e do corpo animal, em particular. Tais analogias e modelos também afetam as nossas conclusões; refletem a nossa visão de mundo e podem tanto lançar uma luz sobre o que realmente ocorre, como também bloquear a nossa percepção para hipóteses ou teorias alternativas. Assim, devemos estar abertos à inspeção da descoberta, respeitando uma hipótese alternativa. O correto é nos atermos ao que seja, ou pelo menos pareça ser, real. Isso remete às observações, às experimentações, aos experimentos. Houve um refinamento nas análises do corpo, do mundo, da sua natureza. As análises eram quanto aos humores e aos mecanismos, e posteriormente tornaram-se químicas e mecanicamente mais elaboradas. Todavia, ainda remanescem algumas dúvidas. A razão complementa a experimentação? Ou seria a experimentação responsável por orientar a razão? É a experimentação que valida a teoria, a disciplina ou a ciência?

A elaboração de experimentos e, posteriormente, da experimentação, foi uma maneira inteligente — e criativa — para analisar o concreto. É uma maneira de deixar aparente algo que de outra forma seria imperceptível. As investigações experimentais envolvem desdobramentos subsequentes que necessitam ser reavaliados; e estas análises experimentais necessitam ser revistas. Portanto, os métodos experimentais não são definitivos, mas são essenciais para diversas áreas e disciplinas científicas.

A percepção das qualidades sensoriais mantém-se importante, mas de uma forma diferenciada, mais específica e detalhada conforme as técnicas e os métodos são aperfeiçoados. Resumidamente, ao mesmo tempo em que percebemos o mundo através dos sentidos - enquanto seres fortemente visuais —, necessitamos do aparato racional para entendê-lo. Portanto, a imagética e a representação são cognitivamente importantes, culminando em um empirismo sensorial para captá-lo e métodos lógicos, analíticos, para avaliá-lo subsequentemente.

Há o levantamento consciente das hipóteses. O raciocínio entra para elaborar o desenho experimental e as informações coletadas. Mudanças paradigmáticas ocorrem por não percebermos algo nas nossas análises ou por não conseguirmos responder a todos os problemas ou questões práticas existentes. E esses aspectos têm a ver com as hipóteses que levantamos e para as quais não conseguimos respostas melhores, assim como com a cultura vigente. Novos caminhos podem e devem ser elaborados.

Para isso, a análise da história de uma determinada ciência ou disciplina deve ser levantada, para avaliarmos o que já foi feito e como, quais os caminhos trilhados, e quais os aspectos positivos e negativos dos processos realizados, o que foi relegado e o porquê. Alguns desses aspectos relegados em um contexto, eventualmente, podem ser revistos.

A teoria sofre influência do fazer, da prática, ou *tekhné*. Todavia, há, também, um forte componente teórico que influencia a prática. É a teoria que nos faz levantar hipóteses, mesmo que seja para contradizê-la, devido às brechas teóricas e problemas que surgem da prática. A teoria permite montarmos um quebra-cabeças dos fatos obtidos a partir dos experimentos e das observações. Em contrapartida, a prática permite o diálogo entre a teoria e o mundo; ela pode ter um caráter mais independente, mas é a teoria que nos permite estruturar os nossos pensamentos e o nosso conhecimento. Segundo Hacking (2008), ao provocarmos um “fato observacional” sob condições bem determinadas e rigorosas, o seu resultado fica apto a fazer conhecer a natureza do fenômeno estudado. Dessa forma, o experimento teria uma vida mais independente em relação à veracidade das teorias.

Consideramos, então, uma visão dialética: a experimentação se deve ao fato de levantarmos hipóteses ou teorias provisórias devido às falhas factuais da teoria vigente. Se há uma dialética entre o fazer e o pensar, há os fatores intrínsecos às práticas e às teorias nas ciências. Assim, é essencial considerarmos os fatores internos às disciplinas para entendermos os seus métodos e técnicas. O desenvolvimento de uma ciência é disciplinar, mas há fatores extrínsecos que as influenciam, como o momento cultural vigente no período. As ciências, portanto, necessitam dialogar com outras formas de saber para evoluírem. Assim, como não ocorrem de forma totalmente isolada da sociedade, há uma influência mútua, pois elas também se refletem na sociedade.

Há diferenças entre o Método Científico, mais amplo, e o Método Experimental, mais específico e utilizado pelas ciências experimentais. Mas não há apenas um Método Científico e nem apenas um Método Experimental. E nem todas as disciplinas ou áreas podem ser avaliadas experimentalmente, mas por observação e/ou inferências. O funcionamento dos organismos vivos exige avaliação experimental rigorosa e análises complexas.

As disciplinas são práticas ensinadas e aprendidas; nelas os pupilos têm que ser iniciados. É o praticante de uma disciplina que realmente a entende, não alguém externo a ela. Todavia, apenas o desenvolvimento técnico não permite, por si só, o desenvolvimento de um raciocínio lúdico — embora seja essencial para isto. Abstrair e raciocinar também são imprescindíveis. Se a hipótese de Harris (1973) quanto ao grau de desenvolvimento técnico dos antigos gregos, que permitiu a criação de artefatos elaborados, ao fraco empirismo e à quantidade de especulação que faziam — i. é, razão com impaciência — então houve um descompasso destes últimos com a *tekhné*.

Realmente, se analisarmos artefatos criados por Heron de Alexandria e por outros gregos habilidosos, veremos que sua capacidade técnica é elaborada, mas talvez estivesse em descompasso com suas aplicações à instrumentação médica. Esse descompasso parece ser recorrente na História das

Ciências, pois o mesmo ocorre hoje em dia. Prender-se às teorias estabelecidas esquecendo de que possamos ter outras respostas para as nossas questões ou fatos é cristalizar nosso conhecimento e ficarmos presos conceitualmente aos mesmos princípios. Outros princípios ou novas formas de se considerar as questões podem ser levantados e avaliados, o que significa que a teoria pode mudar segundo o que se julgar mais correto ou concreto. As teorias não são tão concretas quanto desejamos, mesmo que embasadas pelos experimentos — e, assim, pelo real. Ela depende muito de interpretarmos o mundo. Uma teoria é tão real quanto a nossa avaliação do mundo. Para isso temos que fazer diferentes avaliações do mundo, com diferentes alternativas e demonstrações baseadas em dados concretos. Deste modo, temos que ser criativos, mas com coerência e substrato. Para tanto, temos que considerar até que ponto algo seja real, os limites do conhecimento científico e do seu método e quais as alternativas para avaliarmos a realidade.

Apesar do novo tipo de conhecimento, nos livramos das superstições⁵, mas não da transcendência como entendimento do mundo; não há mais a visão mística⁶, mas o mundo transcende o conhecimento que temos dele — ao menos, o conhecimento da época. As ciências são tão racionais quanto possível; sem razão não há conhecimento verdadeiro. A razão ajuda a determinar se a teoria está realmente próxima da verdade, mas a ação prática permite — e, portanto, perceber mais a realidade; mas só a ação prática não permite a avaliação mais ampla da verdade e do que seja real, portanto natural. A razão torna possível determinarmos as decisões a serem tomadas, mas sem verdades absolutas. Há um fluxo de ideias — teorias e hipóteses — envolvendo a razão e a experiência que nos levem mais próximo da Realidade e da Verdade. Dessa maneira, podemos afirmar que a superstição não envolve observação ou experimentação, mas crença. Há, também, certo grau de “crença” no conhecimento mais técnico, pois nem tudo está conhecido ou concretamente embasado, mas apresenta bases mais fortes do que a crença simples: o respaldo das observações e dos experimentos; a razão procura juntar as peças dos quebra cabeças do que nos é apresentado e, desta forma, entendermos o mundo.

Qual o papel da razão e da experimentação nesse contexto? Ambos, razão e prática, ou experimentação, desempenham papéis igualmente importantes para o desenvolvimento científico e ambos norteiam a própria ciência. Ao considerarmos que as ciências lidam com o real, temos que considerar critérios de análise e de avaliação sobre o que seja científico e real. A razão deveria complementar a experimentação, desde que de forma logicamente coerente, internamente e com o mundo externo. Assim, o reducionismo da experimentação deve refletir o mundo externo, assim como o mundo externo deve refletir a teoria. A experimentação é um modo de respaldarmos o raciocínio (e a teoria) no mundo real. Contudo, o reducionismo experimental não reflete, por si só, a amplitude do mundo; a teoria é essencial para relacionarmos os experimentos entre si e com uma visão mais ampla do mundo, ou então só teríamos experimentos, fenômenos e fatos isolados e soltos. Há, então, uma dialética

⁵ Ou melhor, de grande parte do que consideramos superstições.

⁶ Em termos científicos. A visão mística atual é independente da visão científica e de seu método.

entre a experimentação, de caráter indutivista e com dados concretos, e a razão, o que leva a uma síntese, ou teoria para as ciências. É nesse diálogo que obtemos um incremento no conhecimento, tanto em termos de amplitude como de profundidade.

Não podemos perder o hábito infantil de questionar o mundo. Se o fizermos, o conhecimento vira dogma, é perdido ou relegado a segundo plano. Ser curioso é normal e necessário em ciências. Não há nada mal em especular, desde que não seja demasiado. Se considerarmos as ciências apenas quanto ao seu aspecto prático, de *techné*, estamos deixando de lado diversos aspectos importantes para o desenvolvimento científico. É necessário algum grau de especulação associada à análise factual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aird, W. C. (2011). Discovery of the Cardiovascular System, from Galen to William Harvey. *Journal of Thrombosis and Haemostasis* 9 (Supp. 1): 118 – 129.
- Allen, C.; Bekoff, M.; Lauder, G. (1998). *Nature's Purposes. Analysis of Function and Design in Biology*. EUA. The MIT Press.
- Andery, M.; Micheletto, N.; Sérgio, T.; Rubano, D.; Moroz, M.; Pereira, M.; Gioia, S.; Gianfaldoni, M. Savioli, M.; Zanotto, M. (2004). *Para Compreender a Ciência. Uma Perspectiva Histórica*. EDUC/Garamond. Universitária.
- Aristóteles (1965). *History of Animals*. Books I-III. Harvard University Press. Cambridge, Mass., EUA / Londres, Inglaterra.
- Aristóteles. *De partibus Animalium* In HARRIS (1973).
- Boylan, M. (2007). Galen: on blood, the pulse, and the arteries. *Journal of the History of Biology* 40: 203 - 207.
- Braga, M.; Guerra, A.; Reis, J. C. (2003). *Breve História da Ciência Moderna*. Vol. 1: Convergência de Saberes. Rio de Janeiro. Jorge Zahar Editora.
- Canguilhem, G. (2010). *O Normal e o Patológico*. Rio de Janeiro. Editora Forense.
- Castro, S. (2008). *A teoria aristotélica da Substância*. Rio de Janeiro. Editora Contraponto.
- Cruttwell, P. (1951). Physiology and Psychology in Shakespeare's Age. *Journal of the History of Ideas* 12(1): 75 - 89.
- Cunningham, A. (2002). The pen and the sword: recovering the disciplinary identity of physiology and anatomy before 1800. I. Old physiology – the pen. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 23: 631 – 665.
- Cunningham, A. (2003). The pen and the sword: recovering the disciplinary identity of physiology and anatomy before 1800. II. Old anatomy – the sword. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 34: 51 – 76.
- Derenne, J-P. H.; Debru, A.; Grassino, A. E.; Whitelaw, W. A. (1995). History of diaphragm physiology: the achievements of Galen. *European Respiratory Journal* 8: 154–160.

- Diamond, J. (2013). *The Rise and Fall of the Third Chimpanzee*. Londres. Vintage Books.
- Fagot-Largeault, A.; Morange, C. D.; Han, H.-J. (2008). *Philosophie et médecine en hommage à Georges Canguilhem*. Paris. Librairie Philosophique J. Vrin.
- Fergusson, N. (2012). *Civilization. The Occident and the Rest*. N. York, EUA. Penguin Books.
- French, R. K. (1978). The Thorax in History. 2. Hellenistic Experiment and Human Dissection. *Thorax* 331: 153 – 166.
- Hacking, I. (2008). *Representing and Intervening. Introductory Topics in the philosophy of Science*. Edição Internacional. Cambridge University Press.
- Harman, G. (2002). *Tool-being. Heidegger and the Metaphysics of Objects*. EUA. Open Court.
- Harris, C. R. S. (1973). *The Heart and the Vascular system in Ancient Greek Medicine*. Oxford. Clarendon Press.
- Houaiss, Instituto Antônio (2009). *Dicionário Eletrônico Houaiss*. Editora Objetiva.
- Japiassú, H.; Marcondes, D. (1996). *Dicionário Básico de Filosofia*. Rio de Janeiro. Jorge Zahar Editora Ltda.
- Koyré, A. (2007). *From the Closed Word to the Infinite Universe*. EUA. Wilder Publications.
- Kuhn, T. S. (2005). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Coleção Debates: Ciência. São Paulo. Editora Perspectiva.
- Kuhn, T. S. *O Caminho desde a Estrutura. Ensaios Filosóficos, 1970-1993, com uma Entrevista Autobiográfica*. São Paulo. Editora da UNESP.
- Lloyd, G. E. R. (1973). *Early Greek Science: Thales to Aristotle*. EUA/Inglaterra. W.W. Norton & Company.
- Macherey, P. (2010). A Filosofia da Ciência de Georges Canguilhem. In Canguilhem, G. *O Normal e o Patológico*. Rio de Janeiro. Editora Forense.
- Maués, A. P. (2018) <https://ayrinapegrino.wordpress.com/2018/05/27/metodologia-o-conhecimento-popular-e-o-conhecimento-cientifico>.
- Montenegro, M.; Paiva, A. (2010). *Peri Physeos Psyche*: Sobre a Natureza da Alma no Fedro de Platão. *Miolo Revista Kriterion* 122: 441 - 457.
- Popper, K. R. (2017 [2010]). *A Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo. Editora Cultrix.
- Posey, D. A. (1987). Temas e inquirições em etnoentomologia: algumas sugestões quanto à geração de hipóteses. *Boletim Museu Paraense Emílio Göeldi* 3(2): 99 - 134.
- Santos-Fita, D.; Costa-Neto, E. M. (2007). As interações entre os seres humanos e os animais: a contribuição da Etnozoologia. *Biotemas* 20 (4): 99 - 110.
- Singer, C. (1921). *Studies in the History and Methods of Science*. Oxford. Oxford University Press.
- Souza, M. R.; Barrella, W. (2001). Conhecimento sobre peixes numa comunidade caiçara da Estação Ecológica de Juréia-Itatins/SP. *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo* 27(2): 123-130.
- Toledo, V. M. (1991). *El juego de la supervivencia: un manual para la investigación etnoecológica en Latino-America*. EUA. CLADES.

Índice Remissivo

5

5W2H, 35

A

AHP, 46, 47, 48, 49, 50, 51
automedicação, 4, 42, 43, 44, 45

C

Ciência, 12, 15, 16, 27, 28
circulação sanguínea, 4, 21, 22

D

dataset, 46, 48, 50, 51
diabético, 4, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41
drogas ilícitas, 4, 42, 43, 44

E

ensemble, 46, 47, 48, 50

F

Fisiologia, 10, 11, 14, 15, 17, 26, 28

H

HAS, 6
hipertensão, 4, 6, 7, 8, 9

I

idosos, 8, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41

M

machine learning, 52
medicamentos, 4, 42, 43, 44, 45

P

pattern, 46, 47

S

saúde, 4, 6, 7, 8, 9, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42,
43, 44, 45

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia – Fitotecnia na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia – Fitotecnia na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 202 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 131 resumos simples/expandidos, 83 organizações de e-books, 52 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 22 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 103 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 57 organizações de e-books, 42 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



  **Luciano Façanha Marques**

Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE (1997). Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2006). Mestre em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2009). Doutor em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2012). Professor Adjunto IV, Universidade Estadual do Maranhão. Contato: lucianomarques@professor.uema.br



  **Bruno Rodrigues de Oliveira**

Graduado em Matemática pela UEMS/Cassilândia (2008). Mestrado (2015) e Doutorado (2020) em Engenharia Elétrica pela UNESP/Ilha Solteira. Pós-doutorado pela UFMS/Chapadão do Sul na área de Inteligência Artificial. É editor na Pantanal Editora e Analista no Tribunal de Justiça de Mato Grosso do Sul. Tem experiência nos temas: Matemática, Processamento de Sinais via Transformada Wavelet, Análise Hierárquica de Processos, Teoria de Aprendizagem de Máquina e Inteligência Artificial, com ênfase em aplicações nas áreas de Engenharia Biomédica, Ciências Agrárias e Organizações

Públicas. Contato: bruno@editorapantanal.com.br



 **Aris Verdecia Peña**

Médica, graduada em Medicina (1993) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especialista em Medicina General Integral (1998) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especializada em Medicina en Situaciones de Desastre (2005) pela Escola Latinoamericana de Medicina em Habana. Diplomada em Oftalmología Clínica (2005) pela Universidad de Ciencias Médica de Habana. Mestrado em Medicina Natural e Bioenergética (2010), Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba,

Cuba. Especializada em Medicina Familiar (2016) pela Universidade de Minas Gerais, Brasil. Professora e Instructora da Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba (2018). Ministra Cursos de pós-graduação: curso Básico Modalidades de Medicina Tradicional em urgências e condições de desastres. Participou em 2020 na Oficina para Enfrentamento da Covi-19. Atualmente, possui 11 artigos publicados, e dez organizações de e-books



 **Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo**

Pedagoga, graduada em Pedagogia (2020) na Faculdades Integradas de Cassilândia (FIC). Estudante de Especialização em Alfabetização e Letramento na Universidade Cathedral (UniCathedral). É editora Técnico-Científico da Pantanal Editora. Contato: rlustosa@hotmail.com.br



9 786585 756037

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br